



МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Фармацевтичних технологій та
менеджменту

Кафедра Технологій фармацевтичних препаратів

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

(назва освітньої компоненти)

РОБОЧА ПРОГРАМА
освітньої компоненти

підготовки _____ другий (магістерський) _____
(назва рівня вищої освіти)
галузі знань _____ 22 Охорона здоров'я _____
(шифр і назва галузі знань)
спеціальності 226 Фармація, промислова фармація _____
(код і найменування спеціальності)
освітньої програми Технології фармацевтичних препаратів _____
(найменування освітньої програми)
спеціалізації (й) _____
(найменування освітньої програми)

2023 рік
рік створення

Робоча програма освітньої компоненти Математичне моделювання технологічних процесів
спеціальності 226 Фармація, промислова фармація освітньо-професійної програми Технології
фармацевтичних препаратів для здобувачів вищої освіти 3 курсу денної та заочної форми здобуття
освіти.

Розробники:

КУТОВА О., доцент, канд. техн. наук, доцент
(вказати ПІП авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри
Технологій фармацевтичних препаратів

Протокол від «25__» __08 2023 року № 1

Зав. кафедри



(підпис)

проф. Олександр КУХТЕНКО
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Робоча програма схвалена на засіданні профільної методичної комісії
з технологічних освітніх компонент

Протокол від «01__» __09 2023 року № 1

Голова профільної комісії



(підпис)

проф. Олена РУБАН
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Опис освітньої компоненти

Мова навчання: українська

Статус освітньої компоненти: вибіркова

Передумови вивчення освітньої компоненти. Освітня компонента «Математичне моделювання технологічних процесів» базується на знаннях, що отримані з дисциплін «Фізика», «Вища математика», Хімія», «Інформаційні технології керування та проектування», «Загальна хімічна технологія», «Процеси та апарати хіміко-фармацевтичних виробництв», закладає знання, необхідні для аналізу та проектування технологічних процесів хіміко-фармацевтичної технології з використанням сучасних комп'ютерних технологій.

Предметом вивчення освітньої компоненти «Математичне моделювання технологічних процесів» є типові процеси хіміко-фармацевтичного виробництва, математичні моделі об'єктів хіміко-фармацевтичного виробництва, методи їх аналізу й оптимізації.

Інформаційний обсяг навчальної дисципліни. На вивчення навчальної дисципліни відводиться 120 годин 4 кредити ECTS

1. Мета та завдання освітньої компоненти

Метою викладання освітньої компоненти «Математичне моделювання технологічних процесів» є забезпечення теоретичної бази, необхідної для розуміння та аналізу здійснення типових технологічних процесів, закономірностей функціонування апаратів хіміко-фармацевтичного виробництва, інтенсифікації й оптимізації діючих хіміко-фармацевтичних схем і розробки нових виробництв, а також формування інженерного мислення у майбутніх фахівців.

Основними **завданнями** освітньої компоненти «Математичне моделювання технологічних процесів» є засвоєння здобувачами вищої освіти загальних закономірностей хімічної кінетики, масообмінних і теплових процесів, що супроводжують будь-яке хімічне перетворення, законів руху газів і рідин; оволодіння методами дослідження та аналізу об'єктів хімічної технології для вирішення практичних завдань, пов'язаних з розрахунками кінетики хімічних перетворень, експлуатацією та вибором хімічних реакторів, визначенням технологічних режимів хіміко-технологічних схем і шляхів здійснення оптимальних рішень.

2. Компетентності та заплановані результати навчання

Освітня компонента «Математичне моделювання технологічних процесів» забезпечує набуття здобувачами освіти **компетентностей**:

Soft- skills / Загальні компетентності:

ЗК 6 - знання та розуміння предметної області та розуміння професії;

ЗК 3 - прагнення до збереження навколишнього середовища;

здатність в умовах розвитку науки і техніки до критичної переоцінки накопиченого досвіту і творчого аналізу своїх можливостей

Hard-skills / Фахові (спеціальні) компетентності:

ФК 3 - проектування промислового виробництва фармацевтичних препаратів.

ФК 4 - здатність брати участь у виробництві лікарських засобів в умовах фармацевтичних підприємств, включаючи вибір технологічного процесу із обґрунтуванням технологічного процесу та вибором відповідного обладнання згідно з вимогами Належної виробничої практики (GMP).

ФК 14 - здатність створення безпечних умов ведення технологічного процесу та

забезпечення охорони навколишнього середовища.

Інтегративні кінцеві програмні результати навчання (ПРН), формуванню яких сприяє освітня компонента:

ПРН 3. Демонструвати вміння самостійного пошуку, аналізу та синтезу інформації з різних джерел та використання цих результатів для рішення типових завдань професійної діяльності.

ПРН 5. Аргументувати інформацію для прийняття рішень, нести відповідальність за них у стандартних і нестандартних професійних ситуаціях; дотримуватися принципів деонтології та етики у професійній діяльності.

ПРН 8. Аналізувати інформацію, отриману в результаті наукових досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.

ПРН 11. Застосовувати сучасні підходи до фармацевтичної розробки складу лікарського засобу, оптимальної лікарської форми, технології виробництва, фасування, пакування, маркування та реалізовувати трансфер технологій.

ПРН 12. Застосовувати інноваційні технології, методи математичного планування та вимоги належної виробничої практики при розробці і виробництві активних фармацевтичних інгредієнтів та готових лікарських засобів на фармацевтичному підприємстві.

знати: математичний апарат, що дозволяє найбільш адекватно описати типові технологічні завдання; методи формалізації процесів функціонування технологічних систем;

вміти: обирати із засвоєного арсеналу необхідний математичний апарат і застосовувати відповідну методику його використання для вирішення задач моделювання процесів хіміко-фармацевтичного виробництва;

володіти: математичними методами і програмними засобами, що дозволяють аналізувати й моделювати обладнання, процеси і явища в хіміко-фармацевтичній технології, мати уявлення про сучасні тенденції розвитку методів, засобів і програмних систем моделювання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач освіти повинен *знати*:

- математичний апарат, що дозволяє найбільш адекватно описати типові технологічні завдання;
- методи формалізації процесів функціонування технологічних систем;

вміти:

- обирати із засвоєного арсеналу необхідний математичний апарат і застосовувати відповідну методику його використання для вирішення задач моделювання процесів хіміко-фармацевтичного виробництва;

володіти:

- математичними методами і програмними засобами, що дозволяють аналізувати й моделювати обладнання, процеси і явища в хіміко-фармацевтичній технології, мати уявлення про сучасні тенденції розвитку методів, засобів і програмних систем моделювання.

3. Структура освітньої компоненти

Назви змістових модулів і тем	Обсяг у годинах											
	денна форма					заочна форма						
	усього	у тому числі				усього	у тому числі					
		л	сем	пз	лаб		с. р	л	сем	пз	лаб	с. р
Тема 1. Основні поняття та визначення	4	2				2	10					10
Тема 2. Способи вирішення рівнянь математичної моделі в Excel та Matchad	16	2		4		10	15	1				14
Тема 3. Моделювання розгалуженої гідравлічної системи	12	2		4		6	13	1		2		10
Тема 4. Метод редукції	9	1		4		4	10					10
Тема 5. Моделювання роботи насосної установки	5	1		4			10					10
Тема 6. Моделювання гідравлічної ємності	11	2		4		5	13	1		2		10
Тема 7. Моделювання процесу вільного осадження	11	2		4		5	13	1		2		10
Тема 8. Моделювання процесу осадження в стислих умовах	16	2		4		10	13	1		2		10
Тема 9. Моделювання процесу теплопровідності в стаціонарних умовах	16	2		4		10	10,5	0,5				10
Тема 10. Моделювання процесу теплопровідності в нестационарних умовах	16	2		4		10	10,5	0,5				10
Семестровий залік з модуля	4			4			2			2		
Усього годин	120	18		40		62	120	6		10		104

4. Зміст програми освітньої компоненти

Змістовий модуль 1 «Математичний опис процесів, що містять алгебраїчні рівняння»

Тема 1. Основні поняття та визначення.

Об'єкти вивчення, предмет освітньої компоненти. Використання комп'ютерної техніки на робочих місцях інженера, дослідника, проектувальника, організатора виробництва.

Математичне моделювання як один з основних засобів аналізу хіміко-технологічних процесів. Види математичних моделей. Класифікація математичних моделей. Безперервні та дискретні моделі.

Етапи розробки математичних моделей процесів. Фізичний опис природи об'єкту. Укладання математичного опису об'єкту. Вибір засобу рішення та реалізація його у вигляді алгоритму та моделюючої програми.

Ідентифікація параметрів моделей. Статистична оцінка чисельних характеристик випадкових процесів. Перевірка адекватності моделей

Тема 2. Способи вирішення рівнянь математичної моделі. Рішення системи рівнянь засобами Excel та Matchad. Рішення диференціальних рівнянь першого порядку та системи рівнянь чисельним методом Ейлера засобами Excel та Matchad. Рішення диференціальних рівнянь другого порядку. Метод кінцевих різниць.

Тема 3. Моделювання розгалуженої гідравлічної системи. Моделі рухів потоків. Формулювання задачі, розробка моделі руху рідини у прямій трубі з дискретним опором, система допущень та приближень, розрахункова система, вибір чисельного засобу і алгоритму аналізу. Рішення системи рівнянь відносно витрати в гілках гідросистеми.

Тема 4. Метод редукції. Спрощення розрахункової системи, визначення еквівалентних ділянок. Математичний опис спрощеної системи. Аналіз математичного опису спрощеної системи

Тема 5. Моделювання роботи насосної установки. Аналіз роботи насосу на мережу. Визначення параметрів мережі для заданої продуктивності насосу.

Змістовий модуль 2 «Математичний опис процесів, що містять диференціальні рівняння»

Тема 6. Моделювання гідравлічної ємності. Побудова нестационарної математичної моделі гідросистеми з питаючою ємністю. Засоби рішення звичайних диференціальних рівнянь першого порядку. Перевірка адекватності моделі.

Тема 7. Моделювання процесу вільного осадження. Математичний опис руху часток в газі та рідині. Моделі осадження. Складання рівнянь руху. Моделювання сил опору частки з боку рідини. Математична модель вільного осадження. Вільне осадження сферичної частки при ламінарному осадженні. Методи аналітичного дослідження вільного осадження. Вирішення ЗДУ чисельними методами.

Тема 8 Моделювання процесу осадження в стислих умовах. Побудова моделей стислого осадження сферичних часток. Моделювання сил опору при стислому осадженні. Зони осадження. Солідарний рух часток. Чисельні методи вирішення диференціальних рівнянь другого порядку.

Тема 9. Моделювання процесу теплопровідності в стаціонарних умовах. Загальне формулювання завдання математичного моделювання теплових процесів. Засоби рішення рівнянь теплопровідності Математичне моделювання стаціонарних теплових процесів у пластині. Формування дискретних розрахункових схем безперервних середовищ.

Тема 10. Моделювання процесу теплопровідності в нестационарних умовах Математичне моделювання нестационарних теплових процесів в довгій трубі. Опис теплових навантажень та аналіз швидкості розповсюдження теплових процесів в різноманітних середовищах. Моделювання роботи теплообмінних апаратів. Моделі тепловіддачі: тепловіддача без зміни агрегатного стану. Тепловіддача при зміні агрегатного стану теплоносіїв; вільне та змушений рух теплоносіїв.

Семестровий залік з модуля.

5. Темі лекцій

№ з/п	Назва теми	Обсяг у годинах	
		Денна форма	Заочна форма
1	Основні поняття та визначення.	2	
2	Способи вирішення типових рівнянь математичної моделі в Excel та Matchad	2	
3	Складання математичного опису розгалуженої гідравлічної системи	2	1
4	Застосування методу редукції для аналізу роботи розгалуженої гідравлічної системи.	1	

5	Моделювання роботи насосної установки.	1	
6	Складання математичного опису гідравлічної ємності	2	1
7	Складання математичного опису процесу вільного осадження частинок	2	1
8	Моделювання процесу осадження частинок в стислих умовах	2	1
9	Моделювання процесу теплопровідності в стаціонарних умовах	2	0,5
10	Моделювання процесу теплопровідності в нестационарних умовах	2	0,5
Усього годин		18	6

6. Теми семінарських занять

Не передбачені навчальним планом

7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Обсяг у годинах	
		Денна форма	Заочна форма
1	Рішення системи рівнянь засобами Excel та Matchad. Рішення диференціальних рівнянь першого порядку чисельним методом Ейлера засобами Excel та Matchad .	4	
2	Аналіз роботи розгалуженої гідравлічної системи. Перевірка адекватності математичної моделі	4	2
3	Метод редукції для аналізу розгалуженої гідравлічної системи	4	
4	Проектування мережі для забезпечення визначеної продуктивності насосу	4	2
5	Аналіз роботи гідравлічної ємності	4	
6	Дослідження вільного осадження з використанням математичної моделі процесу	4	2
7	Аналіз математичної моделі процесу осадження частинок в стислих умовах	4	2
8	Аналіз температурного розподілу в площині в стаціонарних умовах	4	
9	Моделювання процесу теплопровідності в металевому стержні	4	
	Семестровий залік з модуля	4	2
Усього годин		40	10

8. Теми лабораторних занять

Не передбачені навчальним планом

9. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Обсяг у годинах	
		Денна форма	Заочна форма
1	Класифікація математичних моделей. Безперервні та дискретні моделі.	4	10
2	Чисельні засоби розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь Засоби чисельного інтегрування.	4	7
3	Вирішення диференціальних рівнянь кінетичних моделей для	4	7

	реакцій з різними механізмом взаємодії з використання прикладних комп'ютерних програм.		
4	Складання математичного опису довільної гідравлічної схеми. Перевірка адекватності моделі. Побудова спростованої моделі розгалуженої гідравлічної системи.	10	20
5	Визначення технологічних параметрів гідравлічної мережі, необхідних для забезпечення безперебійного наповнення гідравлічної системи з заданими параметрами.	5	10
6	Моделювання роботи насосної установки		10
7	Математичне моделювання стаціонарних теплових процесів у пластині. Формування дискретних розрахункових схем.	10	10
8	Математичне моделювання нестационарних теплових процесів. Формування дискретних розрахункових схем.	10	10
9	Способи вирішення диференціальних рівнянь математичного опису вільного осадження в Excel та Matchad	5	10
10	Способи вирішення диференціальних рівнянь другого порядку математичного опису осадження в стислих умовах в Excel та Matchad	10	10
Усього годин		62	104

Завдання для самостійної роботи

1. Формування звітів з використання програмних засобів Excel Word.

10. Індивідуальні завдання

Не передбачені робочим навчальним планом.

11. Критерії та порядок оцінювання результатів навчання

Розподіл балів, які отримують студенти за вивчення освітньої компоненти

Поточне тестування та самостійна робота										Сума балів
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	100
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	

Результати **поточного контролю** є основною інформацією при проведенні семестрового заліку з модуля.

Критерії оцінювання поточного контролю на практичному занятті.

«Відмінно» (9-10 балів) . Здобувач вищої освіти у повному обсязі володіє темою, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань. Правильно вирішив розрахункове завдання.

«Добре» (7,5-8,5 балів). Здобувач вищої освіти достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Вирішив практичне завдання з

несуттєвими помилками.

«Задовільно» (6-7 балів). Здобувач вищої освіти в цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових розрахунків, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Не до кінця вирішив розрахункове завдання. Має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого та формулювання висновків.

«Незадовільно» (0-5,5 балів). Здобувач вищої освіти не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає його під час усних виступів та письмових розрахунків, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, неправильно вирішив практичне завдання. Не вміє робити узагальнення, висновки.

Критерії оцінювання поточної успішності. Здобувач вищої освіти, який отримав за час вивчення модуля отримав за сумою 52-60 балів отримає оцінку «Відмінно», 43-51 балів – «Добре», 36-42 балів – «Задовільно», 0-35 балів – «Незадовільно».

Критерії оцінювання підсумкового модульного контролю.

«Відмінно» (90-100 балів). Здобувач вищої освіти у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань. Правильно вирішив усі розрахункові завдання. Здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.

«Добре» (70-89 балів). Здобувач вищої освіти достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішив більшість розрахункових/тестових завдань. Здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, у яких можуть бути окремі несуттєві помилки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.

«Задовільно» (51-69 балів). Здобувач вищої освіти в цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових розрахунків, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив половину розрахункових/тестових завдань. Має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.

«Незадовільно» (0-50 балів). Здобувач вищої освіти не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає його під час усних виступів та письмових розрахунків, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив окремі розрахункові/тестові завдання. Безсистемне відділення випадкових

ознак вивченого; невміння робити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки.

Для тих здобувачів вищої освіти, які хочуть поліпшити успішність з освітньої компоненти за шкалою ECTS, семестровий контроль з модуля здійснюється додатково за графіком, затвердженим у навчальному закладі. Організація навчального процесу

здійснюється за кредитно-модульною системою відповідно до вимог Болонського процесу.

12. Форми поточного та семестрового контролю успішності навчання

Поточний контроль здійснюється на кожному практичному занятті відповідно конкретним цілям теми, під час індивідуальної роботи викладача зі здобувачем вищої освіти для тих тем, які він опрацьовує самостійно і які не входять до структури практичного заняття. Засобами діагностики рівня підготовки здобувача вищої освіти є фронтальне та індивідуальне опитування, контрольні роботи, перевірка домашніх завдань, перевірка індивідуальних завдань.

Семестровий залік з модуля для денної форми навчання здійснюється за результатами поточного контролю.

Семестровий залік з модуля для заочної форми навчання здійснюється по його завершенню на підсумковому контрольному занятті в усній та письмовій формі або у вигляді тестів у електронному вигляді. Білети для підсумкового контролю містять два теоретичні питання і одну практичну задачу.

Форма контролю – семестровий залік з модуля.

13. Методичне забезпечення

Інтерактивні форми навчання.

1. Методичні рекомендації до проведення практичних занять.
2. Конспект лекцій.
3. Плани практичних занять.
4. Завдання до самостійної роботи.
5. Білети до семестрового модульного контролю.

Інтерактивні неімітаційні методи.

6. Лекції-бесіди.
7. Лекції з розгляду конкретних ситуацій.
8. Лекції-консультації.

15. Рекомендована література

Основна

1. Математичне моделювання технологічних процесів із застосуванням ЕОМ [Текст]: навч. посіб. для студентів ВНЗ / О. В. Кутова [та ін.]; Нац. фармацевт. ун-т. - Харків: НФАУ: Оригінал, 2009. – 145.

Допоміжна

1. Математичне моделювання новітніх технологічних систем.: Монографія/ Матвійчук В.А., Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А. – Вінниця: 2021. – 193 с., мова українська.
2. Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів: навч. посіб. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2013. – 201 с.

16. Інформаційні ресурси, у т.ч. в мережі Інтернет

tfp@nuph.edu.ua, <https://pharmel.kharkiv.edu>