



Комп'ютерне моделювання процесів фармацевтичного та біотехнологічного виробництва

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	доктор філософії (PhD)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	133 Галузеве машинобудування
Освітня програма	Галузеве машинобудування
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)/очна(вечірня)/заочна/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5 (150)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	4 години на тиждень (3 година лекційних та 1 година практичних занять)
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	к.т.н., доц. каф. БТтаІ, Шибецький Владислав Юрійович, 044-204-94-51, v.shybetsky@gmail.com
Розміщення курсу	Кампус, Google classroom

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Рішення переважної більшості наукових та інженерно-технічних завдань (проекування і оптимізація систем, оптимальне управління об'єктом, вивчення механізму явищ, прогнозування розвитку процесів в часі та ін.) базується на математичному та комп'ютерному моделюванні. Володіння теоретичною базою і інструментами математичного та комп'ютерного моделювання має бути невід'ємним атрибутом сучасного фахівця в області систем фармацевтичного та біотехнологічного обладнання.

Сучасні біотехнологічні виробництва широко застосовують обчислювальну техніку та різноманітне програмне забезпечення. Навчальна дисципліна «Комп'ютерне моделювання процесів фармацевтичного та біотехнологічного виробництва» спрямована на поглиблення знань у сфері застосування інформаційних технологій у процесі проведення біотехнологічних досліджень, розвиток у здобувачів вищої освіти навичок із використання сучасних цифрових технологій для створення прогностичних моделей розвитку біологічних та фармацевтичних процесів, а також знайомить із сучасними статистичними підходами для інтерпретації результатів експериментальних досліджень.

Предмет навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання процесів фармацевтичного та біотехнологічного виробництва» є вивчення навчальної дисципліни є математичні моделі

типових технологічних процесів, що складають сукупність фармацевтичних біотехнологічних та виробництв.

Мета навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання процесів фармацевтичного та біотехнологічного виробництва»

Мета вивчення дисципліни «Комп'ютерне моделювання процесів фармацевтичного та біотехнологічного виробництва» – набуття студентами знань про принципи побудови математичних моделей фармацевтичних та біотехнологічних процесів з використанням різних комп'ютерних програм, сучасні підходи у проведенні статистичного аналізу результатів біотехнологічних досліджень, а також про принципи узагальнення та оформлення результатів таких досліджень для розв'язання інженерних завдань з галузевого машинобудування.

Відповідно до мети підготовка докторів філософії за даною спеціальністю вимагає посилення сформованих у аспірантів компетентностей:

- здатність проводити теоретичні та експериментальні дослідження, математичне й комп'ютерне моделювання об'єктів і процесів галузевого машинобудування різної фізичної природи з різними масштабами швидкості;
- здатність застосовувати системні методи розв'язання творчих задач, моделювати проблемні ситуації на базі системно-креативного підходу;
- здатність аналізувати напрямки розвитку, створення, застосування нових матеріалів, енергоефективних та екологічно безпечних технологій.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання процесів фармацевтичного та біотехнологічного виробництва», студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- знати сучасних програмних продуктів, реалізованих в математичних пакетах, для дослідження реальних технічних систем з використанням спеціальних методів, зокрема на основі теорії різномасштабних процесів та розширення теорії матриць у напрямку побудови багатовимірних матричних об'єктів;
- знати методи та процедури аналізу та відбору перспективних науково-технічних розробок, принципів формування портфелю об'єктів інтелектуальної власності;
- знати сучасний стан та напрям розвитку процесів, систем, матеріалів та технологій;
- вміти застосовувати багатовимірні матричні об'єкти у їх комп'ютерній реалізації для виконання досліджень;
- вміти створювати, застосовувати та досліджувати нові матеріали, енергоефективні та екологічно безпечні технології;
- вміти генерувати нові ідеї (креативність), пристосовуватись до нових умов та ситуацій.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення дисципліни «Комп'ютерне моделювання процесів фармацевтичного та біотехнологічного виробництва» базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих аспірантами протягом бакалаврату та магістратури при вивченні дисциплін природничого та інженерно-технічного спрямування. Дисципліна «Комп'ютерне моделювання процесів фармацевтичного та біотехнологічного виробництва» є вибірковою дисципліною, що має забезпечити обґрунтування, реалізації та оптимізації проектно-конструкторських рішень в галузі; формулюванні задач моделювання, створення моделі об'єктів і процесів із використанням математичних методів й інформаційних технологій.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Теоретичні основи моделювання та оптимізації процесів фармацевтичних та біотехнологічних виробництв

Тема 1. Методи дослідження та аналізу. Основні методи моделювання та класифікація моделей

Тема 2. Основні визначення та завдання математичного моделювання.

Тема 3. Основні визначення та завдання комп'ютерного моделювання

Розділ 2. Комп'ютерне моделювання процесів фармацевтичних та біотехнологічних виробництв.

Тема 1. Моделювання механічних процесів.

Тема 2. Моделювання гідромеханічних процесів.

Тема 3. Моделювання теплообмінних процесів.

Тема 4. Моделювання масообмінних процесів.

Базова література

1. Бахрушин В.Є. Математичні основи моделювання систем: Навчальний посібник для студентів. - Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2009. - 224 с
2. Алямовский, А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов, А.И. Харитонович, Н.Б. Пономарев. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 800 с.
3. Каплун А.Б. ANSYS в руках инженера: Практическое руководство / А.Б. Каплун, Е.М. Морозов, М.А. Олферьева. - М.: Едиториал УРСС, 2003. - 272 с
<https://www.twirpx.com/file/2369895/>
4. В.И. Чуешов. Основы проектирования в химико-фармацевтической и биотехнологической промышленности [Текст]: В.И. Чуешов, Л.А. Мандрика, А.А. Сичкаръ и др.-Харьков: Изд-во НФаУ: Золотые страницы, 2004.-406 с.
5. Поперечний А. М., Потапов В. О., Корнійчук В. Г. Моделювання процесів та обладнання харчових виробництв. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 312 с

Додаткова

6. Проектування реакторів біотехнологічних та фармацевтичних виробництв [Електронний ресурс] : навчальний посібник / НТУУ «КПІ» ; уклад.: Л. І. Ружинська, І. А. Буртна, В. М. Поводзинський, В. Ю. Шибецький. – Електронні текстові дані (1 файл: 10,7 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2014. – 131 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/26741>
7. Введение в MATLAB: Учеб. пособие/ Л. А. Мироновский, К. Ю. Петрова; ГУАП. – СПб., 2006. – 164 с.: ил.
8. Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем: Учеб. пособие / Д.С. Дворецкий, С.И. Дворецкий, Е.И. Муратова, А.А. Ермаков. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. 80 с.
<http://window.edu.ru/resource/011/38011/files/tstu2005-058.pdf>

Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.nbuv.gov.ua>.
2. Національна парламентська бібліотека України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.nplu.kiev.ua>.
3. <http://bioengineering.kpi.ua/ua/studentam/biblioteka-fakhovoi-literatury>
4. <http://library.kpi.ua/>

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних знань з дисципліни «Комп'ютерне моделювання процесів фармацевтичного та біотехнологічного виробництва», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи аспірантів спільно з викладачем;
- формування у аспірантів необхідних навичок роботи з програмними пакетами MATLAB, ANSYS та SolidWorks ;
- коректно проводити логічні міркування, вибудовувати доведення математичних фактів, використовуючи, в тому числі, класичні методи доведення;
- розробляти алгоритми дослідження проектних танауково-дослідних задач.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Методи дослідження та аналізу. Основні методи моделювання та класифікація моделей. Література: [1, 5] СРС: Методологія комп'ютерного моделювання. Література: [8]	2
2	Основні визначення та завдання математичного моделювання. Література: [1] СРС: Математичні та кінетичні моделі біотехнологічних процесів Література: [8]	2
3	Основні визначення та завдання комп'ютерного моделювання. Література: [5] СРС: Моделювання на основі пасивного та активного експерименту. Література: [1]	2
4	Моделювання механічних процесів. Література: [4, 5] СРС: Моделювання процесів перемішування. Література: [4-6]	4
5	Моделювання гідромеханічних процесів. Література: [4, 5] СРС: Моделювання процесів осадження. Моделювання течії в'язкої рідини у роторно-плівковому випарному апараті. Література: [4-6]	10
6	Моделювання теплообмінних процесів. Література: [1, 11] СРС: Моделювання динаміки нагрівання та охолодження. Література: [4-6]	10
7	Моделювання масообмінних процесів. Література: [4, 5] СРС: Моделювання процесу адсорбції. Моделювання процесу сушіння Література: [3, 9]	9
	Всього	39

Практичні заняття

Зміст практичних занять і методика їх проведення забезпечують розвиток творчої активності особистості та розвивають наукове мислення, Тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку.

Основні завдання циклу практичних занять:

- допомогти аспірантам застосовувати системні методи розв'язання творчих задач, моделювати проблемні ситуації на базі системно-креативного підходу;
- навчити проводити теоретичні та експериментальні дослідження, математичне й комп'ютерне моделювання об'єктів і процесів галузевого машинобудування різної фізичної природи з різними масштабами швидкості;
- навчити їх працювати з сучасних програмних продуктів, реалізованих в математичних пакетах, для дослідження реальних технічних систем з використанням спеціальних методів, зокрема на

основі теорії різномасштабних процесів та розширення теорії матриць у напрямку побудови багатовимірних матричних об'єктів;

- формувати вміння вчитися самостійно.

№ з/п	Назва теми заняття	
1	Методи математичного опису об'єкту Література: [5, 8] СРС. Виконати математичне моделювання об'єкту дослідження в MATLAB. Література: [4, 6, 7]	2
2	Перевірка адекватності математичної моделі за допомогою комп'ютера . Література: [1, 5] СРС: Виконати комп'ютерне моделювання для перевірки математичного моделювання в програмному пакеті SolidWorks. Література: [2]	2
3	Моделювання основного процесу наукового дослідження. Література: [1, 4, 5] СРС: Виконати моделювання основного процесу наукового дослідження аспіранта в програмному пакеті ANSYS. Література: [3]	9
	Всього годин	13

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота займає 65 % часу вивчення кредитного модуля, включаючи і підготовку до заліку. Головне завдання самостійної роботи аспірантів – це опанування наукових знань в областях, що не увійшли у перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Розділ 1. Теоретичні основи моделювання та оптимізації процесів фармацевтичних та біотехнологічних виробництв.		
1	Основи теорії подібності, види подібності. Теореми та критерії подібності. Методи математичного опису об'єкта Література: [1, 5]	6
Розділ 2. Комп'ютерне моделювання процесів фармацевтичних та біотехнологічних виробництв.		
2	Моделювання на основі пасивного та активного експерименту. Література: [1]	6
3	Моделювання процесів перемішування. Модель ідеального перемішування. Модель ідеального витіснення. Моделювання процесу фільтрування Література: [2-6]	10
4	Методи моделювання теплообмінників. Моделювання процесів охолодження. Література: [2-6]	20
5	Моделювання процесу екстрагування. Моделювання кінетики масоперенесення. Моделювання кінетики тепло перенесення. Література: [2-6]	18
6	Виконати моделювання основного процесу наукового дослідження аспіранта Література: [2-6]	30
7	Підготовка до заліку	8
	Всього годин	98

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Аспіранти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- заохочувальні та штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, аспіранти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здача заліку за іншого аспіранта; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Політика академічної поведінки і етики

Аспіранти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	МКР	РР	Семестровий контроль
3	5	150	39	13	–	98	-	–	залік

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

Рейтинг аспіранта з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за роботу на практичних заняттях.

Семестровим контролем є залік.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

Повнота та ознаки виконання завдання	Бали	
Завдання виконане в повній мірі	15	20
Незначні недоліки за пунктом 1	13-14	16-19
Несвоєчасне виконання завдання	10-12	14-15

Несвоєчасне виконання завдання, недоліки за п. 1	2-9	8- 13
Неякісне виконання завдання	1	7
Невиконання завдання	0	0

Виконання завдань на практичних заняттях.

Ваговий бал на 1 - 2 практичних заняттях складає по 10 балів; на практичних заняттях 3-6 – по 20 балів.

Критерії оцінювання виконання практичного завдання

Таким чином рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R = 2 \times 10 + 4 \times 20 = 100 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний аспірант» має набрати 30 балів. На першій атестації (8-й тиждень) аспірант отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 15 балів.

За результатами навчальної роботи за 13 тижнів навчання «ідеальний аспірант» має набрати 80 балів. На другій атестації (14-й тиждень) аспірант отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 38 балів.

Максимальна сума балів складає 100. Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів.

Необхідною умовою допуску до заліку є рейтинг, що складає не менше 40 % від рейтингової шкали (R), тобто 40 балів.

Аспіранти, які набрали протягом семестру рейтинг менше 0,6 R, а також ті, хто хоче підвищити загальний рейтинг, виконують залікову контрольну роботу. При цьому всі бали, що були ними отримані протягом семестру, скасовуються. Завдання контрольної роботи містять запитання, які відносяться до різних розділів кредитного модуля. Перелік залікових запитань наведено у Розділі 9.

Для отримання залікової оцінки, сума всіх отриманих протягом семестру рейтингових балів **R** переводиться згідно з таблицею:

Кількість балів	Оцінка
95...100	відмінно
85...94	дуже добре
75...84	добре
65...74	задовільно
60...64	достатньо
RD < 60	незадовільно
Не виконані умови допуску	не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Види моделювання
2. Необхідні умови для вирішення завдань оптимізації з використанням модуля SolidWorks Simulation і SolidWorks Flow Simulation
3. Необхідні умови для вирішення завдань оптимізації з використанням модуля SolidWorks Simulation.
4. Необхідні умови для статичного аналізу конструкцій на міцність та стійкість в пакеті SolidWorks розширення Static
5. Необхідні умови для моделювання теплообміну в пакеті SolidWorks розширення Thermal
6. Необхідні умови для моделювання гідродинаміки в пакеті SolidWorks розширення Flow
7. Основні прийоми при побудові 3D-моделей конструкцій обладнання фармацевтичного та біотехнологічного виробництва

8. Класифікація способів задання граничних умов масообмінних процесів
9. Основні критеріальні рівняння моделювання гідродинаміки в ємнісному обладнанні
10. Розбиття сітки поверхневого шару елементів конструкції
11. Моделювання процесів перемішування.
12. Моделювання на основі пасивного та активного експерименту

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доц., к.т.н., Шибецький В.Ю.

ас. Воробйова О.В.

Ухвалено кафедрою біотехніки та інженерії (протокол № 3 від 13.10.2020)

Погоджено Методичною комісією факультету біотехнології і біотехніки (протокол № 2 від 23.10.2020р.)