



# Основи моделювання в біотехнологічній галузі

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

|   |   |
|---|---|
| Рівень вищої освіти                               | Другий (магістерський)  |
| Галузь знань                                      | 16 Хімічна та біоінженерія  |
| Спеціальність                                     | 162 Біотехнологія та біоінженерія   |
| Освітня програма                                  | Біотехнології   |
| Статус дисципліни                                 | Вибіркова   |
| Форма навчання                                    | Очна(денна)/змішана   |
| Рік підготовки, семестр                           | 5 курс, весняний семестр  |
| Обсяг дисципліни                                  | 5 (120 годин)   |
| Семестровий контроль/<br>контрольні заходи        | Залік   |
| Розклад занять                                    | 2 години на тиждень (1 година лекційних та 1 комп'ютерних практикумів)  |
| Мова викладання                                   | Українська  |
| Інформація про<br>керівника курсу /<br>викладачів | Лектор: к.т.н., доц. каф БТ та І Шибецький Владислав Юрійович<br>044-204-94-51, v.shybetzky@gmail.com<br>к.т.н., доц. каф БТ та І Костик Сергій Ігорович<br>044-204-94-51, kostyksergey@ukr.net |
| Розміщення курсу                                  | Кампус, Google classroom  |

### Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна ґрунтується на знаннях, одержаних студентами при вивченні навчальних дисциплін, а саме – математика; фізика; механіка матеріалів і конструкцій; теорія механізмів і машин; деталі машин; теоретична механіка; теорія автоматичного керування; процеси, апарати та машини галузі

**Метою** вивчення дисципліни «Комп'ютерне моделювання обладнання фармацевтичного та біотехнологічного виробництва» є формування у студентів здатностей: працювати самостійно та у складі команди, мотивуючи на досягнення спільної мети; визначати техніко-економічну ефективність машин, процесів, устаткування й організації галузевого машинобудування та їхніх складників на основі застосовування аналітичних методів і методів комп'ютерного моделювання; застосовувати та вдосконалювати наявні кількісні математичні, наукові й технічні методи, а також комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування; втілювати передові інженерні розробки для отримання практичних результатів; складати описи принципів дії та будови проєктованих виробів і об'єктів з обґрунтуванням прийнятих технічних рішень; розробляти технічні завдання на проєктування і виготовлення машин, приводів, обладнання, систем і нестандартного устаткування та засобів технологічного оснащення, вибирати обладнання й технологічне оснащення

Відповідно до освітньої програми дисципліна має забезпечувати:

#### Загальні компетентності:

- Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми;

- Здатність приймати обґрунтовані рішення.

### **Спеціальні (фахові) компетентності**

- Здатність створювати, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні, наукові й технічні методи та комп'ютерні програмні засоби, застосовувати системний підхід для розв'язання інженерних задач галузевого машинобудування, зокрема, в умовах технічної невизначеності;
- Здатність здійснювати пошук оптимальних рішень при вирішенні задач наукових досліджень, проектування, обслуговування та модернізації обладнання з використанням комп'ютерних технологій, CAD-систем та інших прикладних програм.

### **Програмні результати навчання**

- Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі
- Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи
- Знання і розуміння про межі можливостей математичного, програмного та інформаційного забезпечення проектування об'єктів і процесів у фармацевтичній та біотехнологічній галузі
- Мати навички виконання теоретичних і експериментальних досліджень нового та вже існуючого обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв.

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

Дисципліна «Комп'ютерне моделювання обладнання фармацевтичного та біотехнологічного виробництва» забезпечує роботу над магістерською дисертацією, переддипломну практика та виконання магістерської дисертації.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Тема 1. Гідродинамічні процеси перемішування газорідних компонентів

Тема 2. Структурна сітка

Тема 3. Масштабування при комп'ютерному моделюванні

Тема 4. Розбиття сітки поверхневого шару

Тема 5. Задання граничних умов процесу для здійснення моделювання

Тема 6. Математичні моделі та системи рівнянь

Тема 7. Розбиття граничних умов по потокам

Тема 8. Створення 3D-моделей складальних одиниць та деталей

Тема 9. Моделювання складових частин апаратів

Тема 10. Комп'ютерне моделювання процесів з встановленням робочих граничних умов

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Базова література:**

1. X. Chen and Y. Liu, Finite Element Modeling and Simulation with ANSYS Workbench, CRC press, 2018.
2. ANSYS Help System, ANSYS Mechanical User's Guide, vol. 3304, Release 15, ANSYS, Inc., 2012.
3. ANSYS 2020 R1, ANSYS DesignXplorer User's Guide, vol. 15317, ANSYS, Inc., 2021.
4. G. Grebenişan and N. Salem, "The multi-objective genetic algorithm optimization, of a superplastic forming process, using Ansys®," in MATEC Web of Conferences, vol. 126, 2017.
5. Kohnke, P.C., ANSYS, I., 1999. ANSYS Theory Reference: Release 5.6. ANSYS Incorporated.
6. Ю.І. Сидоров, Р.Й. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Частина III. Основи проектування мікробіологічних виробництв. [Текст]: підручник/ Ю.І. Сидоров, Р.Й. Влязло, В.П. Новіков. – Львів, Видання національного університету «Львівська політехніка». 2004р. – 199с.
7. А.П. Каплун, Е.М. Морозов, М.А. Олферова ANSYS в руках інженера: практичне керівництво. – М.: Едіторіал УУРС, 2003. –272 с

### **Додаткова література:**

8. Madenci, E., Guven, I., 2015. The Finite Element Method and Applications in Engineering Using ANSYS®. Springer US, Boston, MA. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7550-8>.

9. Korobiichuk, I.; Mel'nick, V.; Shybetskyi, V.; Kostyk, S.; Kalinina, M. Optimization of Heat Exchange Plate Geometry by Modeling Physical Processes Using CAD. Energies 2022, 15, 1430. <https://doi.org/10.3390/en15041430>.

10. A. Gauchia, B. L. Boada, M. J. L. Boada, and V. Diaz, "Integration of MATLAB and ANSYS for advanced analysis of vehicle structures," MATLAB applications for the practical engineer, vol. 2017, 2014.

11. ДСТУ 3278-95 Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Основні терміни та визначення.

12. Севаст'янов І. В. Теорія технічних систем. [Текст]: навчальний посібник. Ч1 / І. В. Севаст'янов- Вінниця, ВНТУ, 2004- 125с.

13. Севаст'янов І. В. Теорія технічних систем. [Текст]: навчальний посібник. Ч2 / І. В. Севаст'янов- Вінниця, ВНТУ, 2004- 72с.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Лекційні заняття

| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань<br>(перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)                          | Годин |
|-------|--|-------|
| 1     | Вступ. Поняття моделювання. Класифікація моделей. Гідродинамічні процеси перемішування газорідних компонентів Література [5, 6, 7, 10]             | 1     |
| 2     | Генерелізація сітки. Структурна сітка. Література [1,2, 3]   | 1     |
| 3     | Масштабування в пакеті середовища ANSYS. Література [1, 2, 3]  | 2     |
| 4     | Розбиття сітки поверхневого шару в пакеті середовища ANSYS. Література [1, 2, 3]   | 2     |
| 5     | Задання граничних умов процесу для здійснення моделювання обладнання фармацевтичного та біотехнологічного виробництва. Література [1, 2, 3, 4, 10] | 2     |
| 6     | Задання граничних умов процесу для виконання математичної моделі та системи рівнянь. Література [1, 2, 3, 4, 9, 10]                                | 2     |
| 7     | Розбиття граничних умов по потокам. Вплив моделювання на якість та розмір сітки. Література [1, 2, 3, 4, 9]  | 2     |
| 8     | Створення 3D-моделей складальних одиниць та деталей. Література [4, 5, 6, 7]   | 2     |
| 9     | Моделювання 3D-складових частин апаратів Література [5, 6, 7, 10]  | 2     |
| 10    | Робочі граничні умови Література [1, 2, 3, 4, 9]   | 2     |
|       | Всього   | 18    |

#### Комп'ютерні практикуми

Основні цілі комп'ютерних практикумів – закріпити знання, отриманні при вивченні теоретичного курсу. Набути навичок 3D-моделювання машин та особливостей моделювання процесів в устаткуванні галузевого машинобудування та їхніх складників на основі застосування аналітичних методів і методів комп'ютерного моделювання.

| № з/п | Назва комп'ютерного практикуму  | Кіл-ть ауд. годин |
|-------|---|-------------------|
| 1     | Вступ до моделювання гідродинаміки процесів перемішування газорідних компонентів в ємнісному обладнанні фармацевтичного та біотехнологічного виробництва.   | 2                 |
| 2     | Створення-розбиття на елементи сітки структурних складових апаратів. Методи побудови сітки. Масштабування сітки. Розбиття сітки поверхневого шару елементів | 2                 |

|   |   |    |
|---|---|----|
|   | конструкції   |    |
| 3 | Основи задання граничних умов процесу для здійснення моделювання обладнання фармацевтичного та біотехнологічного виробництва                  | 2  |
| 4 | Математичні моделі та системи рівнянь для задання граничних умов процесу.   | 2  |
| 5 | Розбиття граничних умов по потокам газорідних компонентів в обладнанні та встановлення особливостей конструкцій                               | 2  |
| 6 | Проведення комп'ютерного моделювання складових частин апаратів з завданням експериментальних граничних умов                                   | 2  |
| 7 | Комп'ютерне моделювання процесів ємнісного обладнання фармацевтичного та біотехнологічного виробництва з встановленням робочих граничних умов | 2  |
| 8 | Модульна контрольна робота  | 2  |
| 9 | Залік   | 2  |
|   | Всього  | 18 |

#### 6. Самостійна робота студента

| № з/п | Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу                    | Кіль-ть год |
|-------|---|-------------|
| 1     | Особливості встановлення програмного середовища ANSYS   | 6           |
| 2     | Вибір необхідних програмних пакетів в середовищі ANSYS  | 6           |
| 3     | Базові операції та функції при роботі в пакеті середовища ANSYS Fluid Flow (CFX)                                    | 4           |
| 4     | Базові операції та функції при роботі в пакеті середовища ANSYS Fluid Flow (Fluent)                                 | 4           |
| 5     | Базові операції та функції при роботі в пакеті середовища ANSYS Hydrodynamic Diffraction                            | 4           |
| 6     | Базові операції та функції при роботі в пакеті середовища ANSYS Fluid Flow (Polyflow)                               | 4           |
| 7     | Основні методи побудови сітки, вибір оптимальної конфігурації   | 4           |
| 8     | Класифікація способів задання граничних умов масообмінних процесів  | 4           |
| 9     | Основні прийоми при побудові 3D-моделей конструкцій обладнання фармацевтичного та біотехнологічного виробництва     | 4           |
| 10    | Здійснення форматування трьох основних виглядів при переході від 3D-моделі до 2D-моделі                             | 4           |
| 11    | Основні критеріальні рівняння моделювання гідродинаміки в ємнісному обладнанні                                      | 2           |
| 12    | Вибір оптимальних граничних умов та встановлення особливостей введення одиниць розмірностей при проведенні процесів | 6           |
| 13    | Обробка результатів моделювання обладнання фармацевтичного та біотехнологічного виробництва                         | 6           |
| 14    | Виконання ДКР   | 20          |
| 15    | Підготовка до заліку  | 6           |

Програмою передбачене виконання модульної контрольної роботи. Метою контрольних робіт є перевірка засвоєння студентами теоретичних знань та практичних навичок, отриманих на лекціях та практичних заняттях. Питання до МКР наведені у Розділі 9.

Протягом семестру студенти виконують домашню контрольну роботу (ДКР), яка являє практичну розробку, виконану студентом, і має на меті підтвердити його уміння самостійно вирішувати задачі інженерного рівня.

Основні завдання виконання домашньої контрольної роботи :

- систематизація, закріплення і розширення теоретичних знань, отриманих у процесі навчання та їх практичне використання при вирішенні конкретних інженерних, наукових, виробничих питань пов'язаних з дослідженням та проектуванням обладнання біотехнологічної галузі;
- розвиток навичок самостійної роботи, оволодіння методикою комп'ютерного моделювання процесів, що протікають в обладнанні біотехнологічної галузі;
- використання сучасних інформаційних технологій для розв'язання задач, які передбачені завданням.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Студенти 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

Штрафні бали в рамках навчальної дисципліни передбачені за запізнення здачі практичних завдань.

#### Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти 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 студента; 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

Студенти 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)

**Поточний контроль:** виконання комп'ютерних практикумів, написання МКР, виконання ДКР

**Календарний контроль:** провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

**Семестровий контроль:** залік.

**Умови допуску до семестрового контролю:** зарахування усіх комп'ютерних практикумів, виконання МКР, виконання ДКР

1. Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання комп'ютерних практикумів – 42 балів
- 2) контрольна робота – 18 балів.
- 3) домашня контрольна робота – 40 балів

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Виконання комп'ютерних практикумів, максимальне значення  $7 \times 6 = 42$  бали:

- «відмінно», вчасне правильне виконання завдання комп'ютерного практикуму – 6 балів;
- «добре», вчасне виконання завдання комп'ютерного практикуму з неточностями – 5-4 балів;
- «задовільно», невчасне виконання завдання комп'ютерного практикуму – 3 бали;
- «незадовільно», невиконання завдання комп'ютерного практикуму – 0 балів.

2.2. Контрольна робота, максимальне значення 18 балів:

- «відмінно» - виконання 100% задачі під час заняття – 18-16 бали.
- «добре» - виконання 80% задачі під час заняття – 15-13 бали.
- «задовільно» - виконання  $\geq 50\%$  задачі під час заняття – 12-10 бал.
- «незадовільно» - невиконання задачі під час заняття – 0 балів.

2.3. Домашня контрольна робота (1 бал) – 40 балів:

- «відмінно», виконані всі вимоги до ДКР – 40 - 36 балів;
- «добре», виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 35-30 балів;
- «задовільно», є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 29-24 балів;
- «незадовільно», не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

За запізнення з поданням ДКР на перевірку нараховується штрафні бали(-5).

2.4. Залікова контрольна робота оцінюється із 60 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з двох запитань з переліку, що наданий у додатку до робочої програми КМ.

Кожне питання оцінюється з 30 балів за такими критеріями:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 30 -27 балів;
- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності – 26-23 балів;
- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 22-18 балів;
- «незадовільно» - незадовільна відповідь – 0 балів.

3. Умовою першої атестації є отримання не менше 17 балів та виконання всіх комп'ютерних практикумів (на час атестації). Умовою другої атестації – отримання не менше 46 балів, виконання всіх комп'ютерних практикумів (на час атестації) та робота на лекціях.

4. Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, за умови зарахування комп'ютерних практикумів, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею. Якщо сума балів менш ніж 60, але МКР, ДКР та комп'ютерні практикуми зараховано, студент виконує залікову контрольну роботу. У цьому разі сума балів за ДКР переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

5. Студент, який у семестрі отримав не менш ніж 60 балів, але бажає підвищити свій результат, може прийняти участь у заліковій контрольній роботі. У цьому разі остаточний результат складається із балів, що отримані на заліковій контрольній роботі та балів з ДКР.

6. Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок.

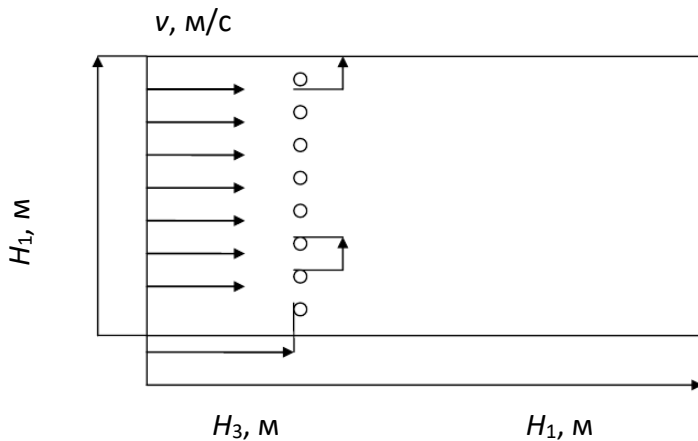
| Бали                                    | Оцінка за університетською шкалою |
|---|-----------------------------------|
| 100 ... 95                              | відмінно                          |
| 94 ... 85                               | дуже добре                        |
| 84 ... 75                               | добре                             |
| 74 ... 65                               | задовільно                        |
| 64 ... 60                               | достатньо                         |
| менше 60                                | незадовільно                      |
| Є не зараховані практичні роботи та ДКР | не допущено                       |

### 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

#### Запитання до МКР

Двовимірний потік рідини рухається між двома паралельними нескінченно широкими горизонтальними площинами довжиною  $H_2$ , м. Відстань між площинами  $H_1$ , м. Вхідна швидкість потоку  $v$ , м/с при атмосферному тиску і температурою  $t$ , °C. На виході системи задано надлишковий тиск  $a$  атмосфера. Потік води зустрічає перешкоду з  $b$  горизонтальних довгих стрижнів з діаметром  $D$ , розташованих поперек потоку  $H_3$ , м.

Визначити поле розподілу швидкості рідких частинок в потоці і поле розподілу кінетичної турбулентної енергії.



| Варіант | $H_1, м$ | $H_2, м$ | $H_3, м$ | $v, м/с$ | $t, °C$ | $a$ | $b$ | $D, м$ |
|---------|----------|----------|----------|----------|---------|-----|-----|--------|
| 1       | 8        | 100      | 15       | 0,5      | 20      | 1   | 8   | 0,4    |
| 2       | 7        | 80       | 20       | 0,9      | 30      | 2   | 6   | 0,35   |
| 3       | 10       | 120      | 25       | 0,6      | 50      | 0,8 | 12  | 0,2    |
| 4       | 9        | 130      | 18       | 0,7      | 60      | 1,5 | 8   | 0,45   |
| 5       | 12       | 110      | 30       | 1        | 72      | 2,2 | 10  | 0,6    |
| 6       | 8        | 90       | 16       | 0,4      | 40      | 1,4 | 7   | 0,5    |
| 7       | 7        | 100      | 22       | 0,8      | 36      | 1,4 | 7   | 0,45   |
| 8       | 10       | 115      | 46       | 0,6      | 48      | 0,8 | 11  | 0,25   |
| 9       | 9        | 130      | 18       | 0,7      | 60      | 1,5 | 8   | 0,45   |
| 10      | 12       | 110      | 30       | 1        | 72      | 1,8 | 11  | 0,6    |

### Тематика ДКР

Теми ДКР присвячені розв'язанню задач пов'язаних з вивченням нових та вдосконаленням існуючого обладнання біотехнологічної галузі і повинні бути направлені на проведення досліджень в таких напрямках:

- моделювання процесів в новому обладнанні біотехнологічної галузі;
- інтенсифікація, поліпшення якості, збільшення виходу продукту, зменшення витрат енергії та сировини, використання нових фізичних методів впливу на процеси біотехнологічної галузі;
- поліпшення конструктивних параметрів обладнання біотехнологічної галузі.

### Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доцент Шибєцький В.Ю.

Ухвалено кафедрою біотехніки та інженерії (протокол № 16 від 24.06.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету біотехнології і біотехніки (протокол № 10 від 30.06.2022 р.)