

03-06-188S

СИЛАБУС	Мейджор: Комп'ютерне моделювання у біотехнологіях	
SYLLABUS	Major: Computer modelling in biotechnologies	
<i>Шифр за ОП</i> <i>Code in Degree Programme</i>	МД02	
<i>Освітній рівень</i> <i>Level of Education</i>	<i>Перший (бакалаврський)</i> <i>First (bachelor's)</i>	
<i>Галузь знань</i> <i>Field of Knowledge</i>	G	<i>Інженерія, виробництво та будівництво</i>
		<i>Engineering, production and construction</i>
<i>Спеціальність</i> <i>Field of Study</i>	G21	<i>Біотехнології та біоінженерія</i>
		<i>Biotechnology and Bioengineering</i>
<i>Освітня програма</i>	<i>Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика</i>	
<i>Degree Programme</i>	<i>Biotechnology, biorobotics and bioenergy</i>	

Силабус навчальної дисципліни «Мейджор: Комп'ютерне моделювання у біотехнологіях» для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика» спеціальності G21 «Біотехнології та біоінженерія». Рівне. НУВГП. 2026. 16 с.

ОП на сайті університету: <https://ep3.nuwm.edu.ua/36092/>

Розробник силабусу: Грицина Олександр Олексійович, к.т.н., доцент, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи

Силабус схвалений на засіданні кафедри
Протокол №9 від "11" березня 2026 року

Завідувач кафедри: Мартинов Сергій Юрійович, доктор технічних наук, професор.

Керівник (гарант) ОП: Бєдункова Ольга Олександрівна, доктор біологічних наук, професор, професор кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІ
Протокол №7 від "17" березня 2026 року

Голова науково-методичної ради з якості ННІ: Макаренко Руслан Миколайович, кандидат технічних наук, професор.

© Грицина О.О., 2026
© НУВГП, 2026

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ <i>навчальної дисципліни «Мейджор: Комп'ютерне моделювання у біотехнологіях»</i>	
Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Освітня програма	Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика (ID 81756)
Спеціальність	G21 Біотехнології та біоінженерія
Рік навчання, семестр	3 рік, 5 семестр
Кількість кредитів	4,5 кредитів ЄКТС
Лекції:	24 годин
Практичні заняття:	22 годин
Самостійна робота:	89 годин
Форма навчання	денна
Форма підсумкового контролю	залік
Мова викладання	державна
ІНФОРМАЦІЯ ПРО РОЗРОБНИКА	
	Грицина Олександр Олексійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи
Вікіситет	Грицина Олександр Олексійович
ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6390-7959
Як комунікувати	<u>email: o.o.hrytsyna@nuwm.edu.ua</u> Актуальні оголошення в системі MOODLE
ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ	
Мета та завдання	
<p>Мета дисципліни: Мета дисципліни «Мейджор: Комп'ютерне моделювання у біотехнологіях» — сформуванню у здобувачів бакалаврського рівня практичні та теоретичні компетентності для розробки, валідації та впровадження комп'ютерних моделей біотехнологічних процесів, що забезпечують оптимізацію технологічних режимів, проєктування апаратних рішень і підготовку технічних завдань для автоматизованих систем управління з урахуванням біологічних, математичних, інформаційних і етичних аспектів.</p> <p>Завдання дисципліни:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Опанування математичного апарату моделювання: забезпечити знання з диференціальних рівнянь, лінійної алгебри та чисельних методів, необхідних для формалізації та розв'язання динамічних задач біотехнології. • Формування навичок роботи з програмними інструментами: навчити використовувати мови програмування та спеціалізовані пакети (Python, NumPy/SciPy, pandas, Jupyter, COPASI/CellDesigner, прості CAD-інструменти) для 	

побудови, симуляції та візуалізації моделей.

• Розвиток умінь формалізації прикладних задач: навчити перетворювати технологічні та експериментальні задачі на математичні моделі; визначати змінні, параметри, граничні умови та припущення.

• Калібрування, валідація та аналіз невизначеності: сформулювати вміння виконувати ідентифікацію параметрів моделей згідно з експериментальними даними, оцінювати якість моделі, проводити аналіз чутливості та інтерпретувати результати з урахуванням похибок.

• Сприяння самостійному навчанню та адаптивності: виховувати здатність швидко опановувати нові інструменти, оновлювати знання і застосовувати їх у мінливих виробничих і наукових контекстах.

Посилання на розміщення освітнього компонента на навчальній платформі Moodle

<https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=8330>

**Передумови вивчення
(місце освітнього компоненту в структурно-логічній схемі)**

Дисципліна «Мейджор: Комп'ютерне моделювання у біотехнологіях» є вибірковою. За своїм змістом дисципліна «Мейджор: Комп'ютерне моделювання у біотехнологіях» базується на досвіді і знаннях студентів, здобутих при засвоєнні дисциплін циклів загальної та фахової підготовки: «Вища математика», «Програмування», «Основи цифрових технологій», «Загальна біотехнологія», «Процеси та апарати біотехнологічних виробництв».

Компетентності

K01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

K10. Здатність використовувати знання з математики та фізики в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

K11. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

Програмні результати навчання (ПРН)

ПР17. Вміти скласти матеріальний баланс на один цикл виробничого процесу, специфікацію обладнання та карту постадійного контролю з наведенням контрольних точок виробництва.

ПР19. Вміти використовувати системи автоматизованого проектування для розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв.

ПР20. Вміти розраховувати основні критерії оцінки ефективності біотехнологічного процесу (параметри росту біологічних агентів, швидкість синтезу цільового продукту, синтезувальна здатність біологічних агентів, економічний коефіцієнт, вихід цільового продукту від субстрату, продуктивність, вартість поживного середовища тощо).

ПР21. Вміти формулювати завдання для розробки систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

ПР24. Вміти застосовувати інформаційні та комунікаційні технології для інформаційного забезпечення професійної діяльності та проведення досліджень прикладного характеру, проводити пошук та обробку науково-технічної інформації з різних джерел та застосовувати її для вирішення конкретних технічних і технологічних завдань, мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми.

Структура та зміст освітнього компонента

Освітня компонента: Модуль 1. Комп'ютерне моделювання у біотехнологіях
Змістовний модуль 1. Теоретичні основи та методи комп'ютерного моделювання

Тема №1. Вступ до комп'ютерного моделювання у біотехнологіях.

- Опис теми: роль моделювання в біотехнології; класи моделей; робочий цикл моделювання: від постановки задачі до валідації.
- Компетентності та програмні результати: K01, K04; ПР24, ПР19.

Тема №2. Математичні методи для біотехнологічного моделювання

- Опис теми: системи звичайних диференціальних рівнянь, лінійна алгебра, чисельні методи інтегрування та оптимізації; застосування до опису росту клітин і кінетики реакцій.

Тема №3. Формалізація біотехнологічних задач і побудова моделей.

- Опис теми: перетворення прикладної задачі на математичну модель: вибір змінних, параметрів, граничних умов і припущень; побудова блок-схем процесу.
- Компетентності та програмні результати: K01, K11; ПР17, ПР20.

Тема №4. Статистичні методи, налаштування та аналіз невизначеності.

- Опис теми: методи ідентифікації (налаштування) параметрів, критерії якості моделі, аналіз чутливості, оцінка похибок і довірчих інтервалів для параметрів моделі.
- Компетентності та програмні результати: K01, K04; ПР20, ПР24.

Тема №5. Представлення даних і візуалізація результатів моделювання.

- Опис теми: принципи підготовки вхідних даних, формати зберігання, методи візуалізації часових рядів, багатовимірних залежностей; звітування результатів.
- Компетентності та програмні результати: K04, K01; ПР24, ПР17.

Тема №6. Етичні, безпекові та нормативні аспекти моделювання.

- Опис теми: біоетичні питання моделювання біологічних систем, вимоги біобезпеки при роботі з даними та моделями; аналіз нормативної документації, що стосується інженерної діяльності.
- Компетентності та програмні результати: K04, K11; ПР24, ПР19.

Змістовний модуль 2. Прикладні інструменти, проектування та впровадження

Тема №7. Програмні середовища для моделювання та обробки даних

- Опис теми: огляд і практична робота з Python (NumPy, SciPy, pandas, Matplotlib), Jupyter Notebook, COPASI, CellDesigner; організація робочого простору та коду.
- Компетентності та програмні результати: K04, K01; ПР24, ПР19.

Тема №8. Моделювання росту мікроорганізмів і кінетики синтезу продукту:

- Опис теми: моделі Моно, логістичні та інші кінетичні підходи; розрахунок параметрів росту, продуктивності та виходу продукту; застосування до ферментаційних процесів.
- Компетентності та програмні результати: K01, K11; ПР20, ПР17.

Тема №9. Моделювання масообміну і гідродинаміки в біореакторах.

- Опис теми: опис переносу маси і тепла, вплив перемішування та геометрії апарата; чисельні підходи до розв'язання задач тепло- та масообміну; інтерпретація результатів для проектування.

Тема №10. Інтеграція моделей у проектування технологічних і апаратурних схем.

- Опис теми: перенесення результатів моделювання в CAD/CAE і САПР-середовища; складання спрощених апаратурних схем; специфікація обладнання на основі даних моделювання.
- Компетентності та програмні результати: K04, K01; ПР19, ПР17.

Тема №11. Формулювання завдань для автоматизованих систем управління.

- Опис теми: постановка технічного завдання для АСУ на основі моделі; вибір змінних для контролю, алгоритми регулювання, критерії оптимізації;

підготовка документації для розробників.

- Компетентності та програмні результати: K04, K01; ПР21, ПР19.
Тема №12. Оптимізація технологічних режимів і кейс-стаді впровадження.
- Опис теми: методи локальної та глобальної оптимізації, багатокритеріальна оптимізація, економічна оцінка процесів; розбір кейсу «від моделі до впровадження» з підготовкою короткого проєктного звіту.
- Компетентності та програмні результати: K01, K10; ПР20, ПР16 та ПР17.

Розподіл змістовних модулів і тем за годинами.

Тема	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Разом
Змістовний модуль 1.				
Тема 1. Вступ до комп'ютерного моделювання у біотехнологіях	2	-	7	9
Тема 2. Математичні методи для біотехнологічного моделювання	2	2	8	12
Тема 3. Формалізація біотехнологічних задач і побудова моделей	2	2	8	12
Тема 4. Статистичні методи, калібрування та аналіз невизначеності	2	2	8	12
Тема 5. Представлення даних і візуалізація результатів моделювання	2	2	7	11
Тема 6. Етичні, безпекові та нормативні аспекти моделювання	2	2	7	11
Разом змістовний модуль 1	12	10	45	67
Змістовний модуль 2.				
Тема 7. Програмні середовища для моделювання та обробки даних	2	2	8	12
Тема 8. Моделювання росту мікроорганізмів і кінетики синтезу продукту	2	2	8	12
Тема 9. Моделювання масообміну і гідродинаміки в біореакторах	2	2	7	11
Тема 10. Інтеграція моделей у проєктування технологічних і апаратурних схем	2	2	7	12
Тема 11. Формулювання завдань для автоматизованих систем управління	2	2	7	11
Тема 12. Оптимізація технологічних режимів і кейс-стаді впровадження	2	2	7	11
Разом змістовний модуль 2	12	12	44	68
Разом освітня компонента	24	22	89	135

Теми практичних занять.

№ з/п	Тема заняття та опис	Кількість годин
-------	----------------------	-----------------

1.	Тема №2. Математичні методи для біотехнологічного моделювання. Опис заняття: практичні вправи з розв'язання звичайних диференціальних рівнянь чисельними методами у Python або MATLAB; порівняння точності та стабільності алгоритмів.	2
2.	Тема №3. Формалізація біотехнологічних задач і побудова моделей. Опис заняття: робота над перетворенням прикладної задачі на математичну модель; складання блок-схем і вибір змінних та параметрів.	2
3.	Тема №4. Статистичні методи, налаштування та аналіз невизначеності. Опис заняття: ідентифікація параметрів моделі згідно з експериментальними даними (метод найменших квадратів, оптимізація), оцінка довірчих інтервалів та аналіз чутливості.	2
4.	Тема №5. Представлення даних і візуалізація результатів моделювання. Опис заняття: підготовка наборів даних, очищення та нормалізація; побудова інформативних графіків (часові ряди, фазові площини, теплові карти) у Matplotlib/Seaborn.	2
5.	Тема №6. Етичні, безпекові та нормативні аспекти моделювання. Опис заняття: аналіз біоетичних питань і вимог біобезпеки при моделюванні біологічних систем; розбір прикладів нормативних документів.	2
6.	Тема №7. Програмні середовища для моделювання та обробки даних. Опис заняття: встановлення та налаштування інструментів (Python, COPASI, CellDesigner, Jupyter); ознайомчі вправи з бібліотеками NumPy, SciPy, pandas.	2
7.	Тема №8. Моделювання росту мікроорганізмів і кінетики синтезу продукту. Опис заняття: реалізація моделей Моно та логістичних моделей у кодї; ідентифікація параметрів, аналіз продуктивності та виходу продукту.	2
8.	Тема №9. Моделювання масообміну і гідродинаміки в біореакторах. Опис заняття: чисельне моделювання задач переносу маси і тепла (модель змішувача, дифузія); аналіз впливу перемішування та геометрії апарата.	2
9.	Тема №10. Інтеграція моделей у проектування технологічних і апаратурних схем. Опис заняття: перенесення параметрів моделі в спрощену апаратурну схему; робота з CAD-схемою (FreeCAD або спеціалізований графічний редактор).	2
10.	Тема №11. Формулювання завдань для автоматизованих систем управління. Опис заняття: визначення контрольних змінних, встановлення критеріїв регулювання, підготовка технічного завдання для розробників АСУ.	2
11.	Тема №12. Оптимізація технологічних режимів і кейс-стаді впровадження.	2

	Опис заняття: застосування методів оптимізації (локальна, глобальна, багатокритеріальна) для налаштування режимів; економічна оцінка обраних варіантів.	
Разом освітня компонента		22
Теми завдань для самостійної роботи.		
№ з/п	Тема самостійної роботи та опис	Кількість годин
1.	Тема №1. Вступ до комп'ютерного моделювання у біотехнологіях. Опис завдання: підготувати короткий огляд (2–3 стор.) прикладів застосування комп'ютерного моделювання в біотехнології; описати робочий цикл моделювання і скласти список рекомендованих інструментів та ресурсів для курсу.	7
2.	Тема №2. Математичні методи для біотехнологічного моделювання. Опис завдання: реалізувати у Python або MATLAB розв'язання простої системи ЗДУ; підготувати короткий звіт із графіками та аналізом похибок.	8
3.	Тема №3. Формалізація біотехнологічних задач і побудова моделей. Опис завдання: на основі заданого опису ферментаційного процесу сформулювати математичну модель (змінні, параметри, граничні умови); побудувати блок-схему процесу та записати систему рівнянь; підготувати пояснювальну записку.	8
4.	Тема №4. Статистичні методи, калібрування та аналіз невизначеності. Опис завдання: виконати калібрування параметрів моделі Моно на синтетичних або наданих даних методом найменших квадратів; оцінити довірчі інтервали параметрів і провести локальний аналіз чутливості; оформити результати у вигляді таблиць і графіків.	8
5.	Тема №5. Представлення даних і візуалізація результатів моделювання. Опис завдання: підготувати набір даних (CSV), виконати очищення та нормалізацію; створити набір візуалізацій у Matplotlib/Seaborn; підготувати інтерактивний Jupyter-ноутбук із поясненнями.	7
6.	Тема №6. Етичні, безпекові та нормативні аспекти моделювання. Опис завдання: проаналізувати короткий кейс (модель, що стосується патогенних агентів) і скласти звіт з оцінкою етичних ризиків і вимог біобезпеки з пропозиціями щодо заходів мінімізації; додати перелік релевантних нормативних документів.	7
7.	Тема №7. Програмні середовища для моделювання та обробки даних. Опис завдання: встановити та налаштувати робоче середовище (Python + Jupyter), створити репозиторій Git; реалізувати просту модель у COPASI або еквіваленті й	8

	експортувати результати в CSV; підготувати інструкцію з кроками встановлення.	
8.	Тема №8. Моделювання росту мікроорганізмів і кінетики синтезу продукту. Опис завдання: змодельувати процес ферментації з обмеженим субстратом (модель Моно або логістична модель); провести серію симуляцій при різних початкових умовах і підготувати аналіз впливу початкової концентрації на продуктивність і вихід.	8
9.	Тема №9. Моделювання масообміну і гідродинаміки в біореакторах. Опис завдання: побудувати спрощену модель переносу маси (і за можливості тепла) для ідеально змішаного реактора; змодельувати вплив швидкості перемішування і геометричних параметрів на концентраційні профілі; оформити висновки з рекомендаціями.	7
10.	Тема №10. Інтеграція моделей у проєктування технологічних і апаратурних схем/ Опис завдання: на основі результатів моделювання скласти спрощену апаратурну схему (схематичний CAD або креслення); підготувати специфікацію основного обладнання та обґрунтування вибору параметрів.	7
11.	Тема №11. Формулювання завдань для автоматизованих систем управління. Опис завдання: розробити технічне завдання для АСУ ферментаційного процесу: визначити контрольні та регульовані змінні, алгоритми регулювання, вимоги до датчиків і виконавчих механізмів; підготувати блок-схему управління.	7
12.	Тема №12. Оптимізація технологічних режимів і кейс-стаді впровадження. Опис завдання: провести оптимізацію ключових параметрів моделі (наприклад, швидкість подачі субстрату, температура) за критерієм максимального виходу при обмеженні витрат; підготувати коротку дорожню карту впровадження оптимального режиму на пілотній установці.	7
Разом освітня компонента		89

Форми та методи навчання

Форми навчання:

- **Лекції (24 год.):** інтерактивні лекції з використанням мультимедіа, короткими кейс-завданнями та запитаннями для обговорення; акцент на формуванні концептуальної бази та методології моделювання. Підтримують академічну свободу через відкриту дискусію та представлення різних підходів.

- **Практичні заняття / воркшопи (22 год.):** робота в Jupyter, COPASI, CAD-середовищах; поєднання демонстрацій і самостійних вправ у малих групах; впровадження парного програмування та ротації ролей. Сприяють студентоцентрованому навчанню через активну практику та миттєвий зворотний зв'язок.

- **Індивідуальні та групові консультації:** регулярні зустрічі для супроводу проєктів, розв'язання технічних питань і методологічних розборів; можливість менторської підтримки від галузевих експертів. Підтримують персоналізацію навчання.

Методи навчання і викладання:

- *Проектно-орієнтоване навчання (PjBL): студентські команди реалізують мініпроекти з чіткими етапами та проміжним зворотним зв'язком; оцінювання за результатами проекту та захистом. Підтримує ПРН через практичну інтеграцію знань.*

- *Проблемно-орієнтоване навчання (PBL): робота над реальними технічними або етичними проблемами; студенти самостійно формулюють гіпотези, збирають дані та пропонують рішення. Розвиває автономію та навички самостійного навчання.*

- *Кейс-метод: структурований аналіз прикладів впровадження моделей у біотехнології; групова дискусія з розподілом ролей (інженер, регулятор, менеджер). Формує міждисциплінарне мислення і вміння аргументувати рішення.*

- *Парне програмування і код-рев'ю: спільна розробка скриптів у парах, взаємне рецензування коду; впровадження стандартів якості. Підвищує якість програмних продуктів і комунікативні навички.*

Інструменти, обладнання, програмне забезпечення

Комп'ютерний клас (667 ауд.), ПК: ASUS U500MA AMD Ryzen 3- 5300G в кількості 15 шт., Проектор: EPSON H390B - 1 шт. (2011 р.) ПЗ: MS Office або LibreOffice, Google Docs, Google Tables, Google Slides, інші спеціалізовані програми.

Порядок оцінювання програмних результатів навчання/результатів навчання

Форма підсумкового контролю – залік. Освітня компонента оцінюється за національною та 100-бальною шкалою. Здобувачі вищої освіти: отримують від викладача та/або силабус інформацію про порядок здійснення семестрового поточного та підсумкового контролю на початку вивчення освітньої компоненти; семестровий поточний контроль передбачає перевірку практичних робіт та самостійної роботи студентів, результатів тестування модульних контролів на університетській платформі MOODLE.

Контрольні завдання для семестрового підсумкового контролю складаються у кількості, достатній для досягнення максимальної об'єктивності оцінки рівня підготовленості здобувача вищої освіти, що проходить контроль, але не менше 100 завдань на 1 кредит.

Розподіл балів:

<i>Тема</i>	<i>Лекції</i>	<i>Практичні заняття</i>	<i>Самостійна робота</i>	<i>Разом</i>
<i>Змістовний модуль 1.</i>				
<i>Тема 1. Вступ до комп'ютерного моделювання у біотехнологіях</i>	-	-	0-1	0-1
<i>Тема 2. Математичні методи для біотехнологічного моделювання</i>	-	0-5	0-1	0-6
<i>Тема 3. Формалізація біотехнологічних задач і побудова моделей</i>	-	0-5	0-1	0-6
<i>Тема 4. Статистичні методи, калібрування та аналіз невизначеності</i>	-	0-5	0-1	0-6
<i>Тема 5. Представлення даних і візуалізація результатів моделювання</i>	-	0-5	0-1	0-6
<i>Тема 6. Етичні, безпекові та нормативні аспекти моделювання</i>	-	0-4	0-1	0-5
<i>Разом змістовний модуль 1</i>	-	0-24	0-6	0-30

Модульний контроль 1	0-20			
Змістовний модуль 2.				
Тема 7. Програмні середовища для моделювання та обробки даних	-	0-4	0-1	0-5
Тема 8. Моделювання росту мікроорганізмів і кінетики синтезу продукту	-	0-4	0-1	0-5
Тема 9. Моделювання масообміну і гідродинаміки в біореакторах	-	0-4	0-1	0-5
Тема 10. Інтеграція моделей у проєктування технологічних і апаратурних схем	-	0-4	0-1	0-5
Тема 11. Формулювання завдань для автоматизованих систем управління	-	0-4	0-1	0-5
Тема 12. Оптимізація технологічних режимів і кейс-стаді впровадження	-	0-4	0-1	0-5
Разом змістовний модуль 2	-	0-24	0-6	0-30
Разом змістовні модулі 1, 2		0-48	0-12	0-60
Модульний контроль 2	0-20			
Разом модульний контроль 1,2	0-40			
Разом освітня компонента	0-100			

Максимальна кількість балів, яку студент може одержати за виконання практичного заняття, становить 4–5 балів. Оцінювання здійснюється за такими критеріями:

90–100% балів — вільне володіння теоретичним матеріалом за темою, правильне та своєчасне виконання практичного завдання, зразкове оформлення звіту та своєчасний захист роботи.

70–89% балів — достатнє володіння теоретичним матеріалом, правильне виконання практичного завдання, акуратне оформлення звіту та своєчасний захист роботи.

33–69% балів — задовільний рівень володіння теоретичним матеріалом, виконання практичного завдання та оформлення звіту з певними зауваженнями; своєчасний або з незначним запізненням захист роботи.

0–32% балів — низький рівень володіння теоретичним матеріалом, неповне виконання практичного завдання або оформлення звіту з суттєвими помилками, захист роботи на рівні до 50% або несвоєчасне подання матеріалів.

У заліковій відомості результати навчання просявляються за двома шкалами: 100-бальною та національною.

Шкала оцінювання змістових модульних контролів:

- Змістовий модуль №1 — 20 балів;
- Змістовий модуль №2 — 20 балів. Усього за змістові модулі — 40 балів.

Структура оцінки поточного контролю та підсумкового контролю знань (залік) здійснюється за трьома рівнями складності, що відображено в таблицях:

1. Рівень 1 — достатній рівень складності;
2. Рівень 2 — рівень складності вище достатнього;
3. Рівень 3 — високий рівень складності.

Таблиця формування тестового завдання поточного контролю знань (змістовні модулі 1 і 2).

Рівень складності	Загальна	Оцінка завдань,	Час на виконання,
-------------------	----------	-----------------	-------------------

завдань	кількість завдань	балів		хвилин	
		за одне	загальна	на одне	загальний
Достатнього рівня складності	12	1	0-12	1,5	18
Вище достатнього рівня складності	5	1	0-5	2,5	12
Високого рівня складності	3	1	0-3	3,5	10
	20	X	0-20	X	до 40

Загальні вимоги до контрольних завдань семестрового підсумкового контролю у формі заліку.

Рівень складності завдань	Загальна кількість завдань	Оцінка завдань, балів		Час на виконання, хвилин	
		за одне	загальна	на одне	загальний
Достатнього рівня складності	30	0,9	0-27	1,5	45
Вище достатнього рівня складності	9	1	0-9	3	27
Високого рівня складності	1	4	0-4	8	8
	40	X	0-40	X	до 80 хвилин

В заліковій відомості результати навчання проставляються за двома шкалами - 100-бальною та національною.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою
60-100	зараховано
0-59	не зараховано

Умови отримання додаткових балів:

- участь у науковій університетській конференції (підготовка доповіді за темами освітньої компоненти) до 5 балів;
- участь у Всеукраїнській науковій конференції (підготовка доповіді за темами освітньої компоненти) до 10 балів;
- підготовка наукової публікації за темою освітньої компоненти – до 15 балів.
- підготовка наукової роботи на конкурс наукових робіт за темою освітньої компоненти – до 15 балів.

Рекомендована література (основна, допоміжна)

Основна:

1. 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>
2. Бахрушин В.Є. Математичні основи моделювання систем: Навчальний посібник для студентів. - Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2009. - 224 с
3. Поперечний А. М., Потапов В. О., Корнійчук В. Г. Моделювання процесів

та обладнання харчових виробництв. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 312 с.

4. Різниченко Г.Ю. *Лекції по математичним моделям в біології*. - НІЦ «Регулярна та хаотична динаміка», 2011. - 146 с.

5. Шушура, О. М. *Комп'ютерне моделювання [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Цифрові технології в енергетиці» спец. 122 Комп'ютерні науки / О. М. Шушура, Л. О. Левченко, А. І. Онисько ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електрон. текст. дані (1 файл: 2,51 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 197 с.*

Допоміжна:

6. Saharan, Vikas Anand, editor. *Computer Aided Pharmaceuticals and Drug Delivery: An Application Guide for Students and Researchers of Pharmaceutical Sciences*. 1st ed. 2022., Springer Nature Singapore, 2022, <https://doi.org/10.1007/978-981-16-5180-9>.

7. Rainer, Alberto, and Lorenzo Moroni, editors. *Computer-Aided Tissue Engineering: Methods and Protocols*. 1st ed. 2021., Springer US, 2021, <https://doi.org/10.1007/978-1-0716-0611-7>.

8. Lorek, Paweł, and Tomasz Rolski. *Lectures on Monte Carlo Theory*. 1st ed. 2025., Springer Nature Switzerland, 2025, <https://doi.org/10.1007/978-3-032-01190-9>.

9. Fouillaud, Mireille, and Laurent Dufossé. *Microbial Secondary Metabolites and Biotechnology*. Edited by Mireille Fouillaud and Laurent Dufossé, MDPI - Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2022, <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-3247-9>.

10. Dulf, Eva H, and Cristina I Muresan. *Applications of Mathematical Models in Engineering*. MDPI - Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2022, <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-3848-8>.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka> (<http://www.nuwm.edu.ua/MySql/>).

2. Цифровий репозиторій НУВГП / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ep3.nuwm.edu.ua>.

3. YouTube Канал освітньої програми «Біотехнології» [YouTube Channel Biotech NUWEE](#).

4. ResearchGate: [ResearchGate](#) - Соціальна мережа для вчених і дослідників, де можна знайти наукові статті.

5. Google Scholar: [Google Scholar](#) - Пошукова система для наукової літератури.

6. Bioenergy International. Посилання: [Bioenergy International](#).

7. National Center for Biotechnology Information (NCBI). Посилання: [NCBI - National Center for Biotechnology Information](#).

8. European Federation of Biotechnology (EFB). Посилання: [EFB - European Federation of Biotechnology](#).

ПОЛІТИКИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

Перелік соціальних, «м'яких» навичок (soft skills)

Перелік ключових соціальних навичок, які формує дисципліна:

- Критичне мислення: вміння аналізувати аргументи, оцінювати релевантність джерел і формулювати обґрунтовані висновки на основі аналізу моделей, даних та публікацій.

- Комунікація наукових і технічних ідей: чітке й переконливе подання

результатів моделювання різним аудиторіям: колегам, інженерам, менеджерам і стейкхолдерам.

- **Проблемно-орієнтоване мислення:** здатність формулювати проблему, генерувати гіпотези, підбирати методи моделювання та перевіряти рішення експериментально або чисельно.

- **Етична відповідальність і професійна доброчесність:** усвідомлення етичних аспектів моделювання біологічних систем, дотримання принципів біобезпеки та уникнення конфліктів інтересів.

- **Адаптивність і самостійне навчання:** здатність швидко опанувати нові інструменти, бібліотеки та методи, самостійно оновлювати знання відповідно до потреб проєкту.

- **Навички міждисциплінарної комунікації:** вміння адаптувати технічні результати для представлення менеджерам, економістам і регуляторам задля прийняття обґрунтованих рішень.

Дедлайни та перескладання

Ліквідація академічної заборгованості та реалізація повторного вивчення дисципліни здійснюються згідно з «Порядком ліквідації академічних заборгованостей у НУВГП». Посилання на відповідний документ: <https://ep3.nuwm.edu.ua/30369/>.

Процедура перездачі модулів здійснюється згідно з: <https://ep3.nuwm.edu.ua/36427/>.

Оголошення стосовно термінів здачі частин освітньої компоненти публікуються на сторінці даної дисципліни на платформі MOODLE.

Неформальна та інформальна освіта

Неформальна освіта:

- **Вебінари та онлайн-курси:** участь у тематичних вебінарах і коротких курсах від університетів та представників індустрії; забезпечує оперативне оновлення знань і практичних навичок.

- Акцент: K04, K01; ПР24.

- **Конференції та наукові семінари:** відвідування наукових і професійних заходів для обміну досвідом та налагодження контактів; сприяє ознайомленню з передовими підходами.

- Акцент: K01, K11; ПР19.

- **Майстер-класи та інтенсиви:** короткі практичні сесії з опанування інструментів моделювання (COPASI, Python, CAD); концентрована практика під експертним супроводом.

- Акцент: K04; ПР24, ПР19.

Інформальна освіта:

- **Самоосвіта через книги та журнали:** систематичне читання фахової літератури для поглиблення теоретичної бази та вивчення методів.

- Акцент: K10, K11; ПР20.

- **Онлайн-ресурси та блоги:** відстеження технічних блогів, тьюторіалів і документації бібліотек (NumPy, SciPy, COPASI) для практичного опанування інструментів.

- Акцент: K04; ПР24.

- **Відеолекції та навчальні канали:** перегляд тематичних лекцій і демонстрацій (Jupyter-ноутбуки, приклади коду) для візуального засвоєння методів.

- Акцент: K04, K05.

- **Онлайн-спільноти та форуми:** участь у дискусіях на платформах (Stack Overflow, GitHub, ResearchGate) для розв'язання технічних питань і обміну кодом.

- Акцент: K04, K01.

• Код-челенджі та онлайн-платформи з практичними завданнями: виконання вправ на спеціалізованих ресурсах (реалізація алгоритмів, оптимізація моделей) для закріплення навичок програмування.

- Акцент: K04, K10; ПР24.

Правила академічної доброчесності

Академічна доброчесність — невід’ємна складова освітнього процесу та професійної етики в галузі біотехнологій і біоінженерії. Дотримання цих правил забезпечує якість освіти, довіру до результатів навчання та формує професійні стандарти поведінки.

1. Загальні положення:

- Відповідальність — кожен здобувач освіти відповідає за чесність і достовірність власних навчальних результатів.
- Прозорість — вимоги до оформлення робіт, критерії оцінювання та дедлайни мають бути відомі заздалегідь.
- Етичність — дотримання правил цитування, повага до колег і викладачів, відмова від недоброчесних практик.

2. Оформлення робіт і цитування:

- Оригінальність — письмові роботи, звіти та проєктні матеріали повинні бути виконані особисто здобувачем.
- Цитування — при використанні чужих ідей, даних або текстів необхідно робити коректні бібліографічні посилання згідно з вимогами закладу або чинних стандартів.
- Самоплагіат — повторне використання власних раніше поданих робіт без посилання вважається порушенням.
- Перевірка на плагіат — викладач має право перевіряти роботи за допомогою програмних засобів; результати перевірки враховуються при оцінюванні.

3. Поведінка під час занять і контрольних заходів:

- Активна участь і повага — студенти заохочуються до дискусій, але зобов’язані дотримуватися етикету спілкування.
- Самостійність виконання — контрольні роботи, тести та інші індивідуальні завдання виконуються самостійно, якщо інше не дозволено викладачем.
- Заборона несанкціонованих засобів — під час контрольних заходів заборонено використовувати шпаргалки, неузгоджені електронні пристрої та інші допоміжні матеріали.
- Недопущення обміну відповідями — забороняється обмін відповідями або іншою допомогою під час оцінювань.

4. Порушення академічної доброчесності.

Порушення включають, але не обмежуються: плагіатом, списуванням, фабрикацією або фальсифікацією даних, самоплагіатом, наданням неправдивої інформації та корупційними діями з метою впливу на оцінювання.

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватись академічної доброчесності, основи якої викладено в наступних документах: 1. Стаття 42. Закон України «Про освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> . 2. Стаття 1. Закон України «Про вищу освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> . 3. Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті водного господарства та природокористування. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/28552/> та решти локальних документів НУВГП, що стосуються правил дотримання академічної доброчесності: <https://nuwm.edu.ua/nuwm/yakist-osvity/akademichnadobrochesnist/>.

Вимоги до відвідування

Загальні положення:

- *Обов'язковість відвідування* - відвідування лекцій і практичних занять є обов'язковим для досягнення програмних результатів курсу.
- *Активна участь* - студенти мають брати участь у дискусіях, воркшопах і командних сесіях; участь враховується при формуванні підсумкової оцінки.
- *Пунктуальність* - приходити завчасно; запізнення фіксується викладачем і може вплинути на оцінювання участі.

Категорії пропусків і підтвердження:

- *Об'єктивні причини* - хвороба (медична довідка), академічна мобільність, офіційні відрядження, виклики від університету; вимагають документального підтвердження.
- *Інші поважні причини* - сімейні обставини, участь у наукових/професійних заходах; підтверджуються відповідними документами.
- *Неповажні пропуски* - відсутність підтвердження або необґрунтоване пропущення занять; можуть вплинути на підсумкову оцінку.

Відпрацювання пропущених занять:

- *Лекції* - самостійне опрацювання матеріалу з використанням розміщених ресурсів; за потреби - консультація з викладачем.
- *Практичні заняття* - відпрацювання за індивідуальним графіком, узгодженим з викладачем; студент отримує індивідуальне завдання, еквівалентне пропущеному практикуму.
- *Терміни відпрацювання* - зазвичай до двох тижнів після повернення; для академічної мобільності - узгоджено до початку від'їзду.

Отримання індивідуальних завдань і консультації:

- *Звернення за завданням* - студент особисто домовляється з викладачем під час занять, на консультації або електронною поштою.
- *Терміни виконання* - встановлюються при видачі індивідуального завдання; несвоєчасне виконання може вплинути на оцінку.
- *Графік консультацій* - оприлюднюється на першому занятті та на навчальній платформі; можливі додаткові менторські сесії за потреби.

Автор

Олександр ГРИЦИНА

Доцент

Затверджено

в.о. Проректор з науково-педагогічної та навчальної роботи

Валерій СОРОКА

документ підписаний КЕП
 Номер документа СИЛ №557
 Підписувач Сорока Валерій Степанович
 Сертифікат 3FAA9288358EC00304000009B6C3700C8C2C100