



## ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КУЛЬТИВУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ В УМОВАХ МІКРОГРАВІТАЦІЇ

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Рівень вищої освіти **Перший (бакалаврський)**

<b>Галузь знань</b>	<i>13 – Механічна інженерія</i>
<b>Спеціальність</b>	<i>133 – Галузеве машинобудування</i>
<b>Освітня програма</b>	Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв
<b>Статус дисципліни</b>	<i>Навчальна дисципліна професійної та практичної підготовки (за вибором студентів)</i>
<b>Форма навчання</b>	<i>очна(денна)</i>
<b>Рік підготовки, семестр</b>	<i>4 курс, осінній семестр</i>
<b>Обсяг дисципліни</b>	<i>120 годин (4 кредити) Лекції – 36 годин, Практичні заняття – 36 годин, СРС – 48 годин</i>
<b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>	<i>Залік, ДКР</i>
<b>Розклад занять</b>	<i>4 години на тиждень (2 година лекційних та 2 години практичних занять)</i>
<b>Мова викладання</b>	<i>Українська</i>
<b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b>	<i>д.т.н., проф, зав. каф БТmal Мельник Вікторія Миколаївна 044-204-94-51, <a href="mailto:ymm71@i.ua">ymm71@i.ua</a> Практичні: ас. Косова Віра Петрівна 044-204-94-51, <a href="mailto:vera_62@ukr.net">vera_62@ukr.net</a></i>
<b>Розміщення курсу</b>	<i>Кампус, Google classroom</i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Культивування біологічних агентів, з метою отримання біологічно-активних речовин, біомаси та трансформації субстрату являє собою вагомий фактор для біотехнології. Для забезпечення ефективного біосинтезу потрібні знання та уміння щодо конструювання обладнання та підтримки комфортних гідродинамічних умов. Створення обладнання нового покоління для культивування біологічних об'єктів, що забезпечить роботу в умовах мікрогравітації, дозволить підняти та зміцнити знання студентів, з одної сторони, а також розширить горизонти їх свідомості у розумінні неосяжних дослідницьких перспектив. Матеріали, системи, пристрої та комплекси, створені на основі новітніх «Life-like» принципів, здатні нести унікальний запрограмований функціонал, що зберігає свою працездатність на відрізках часу, що багаторазово перевищують земні стандарти тривалості життя людини.

Мікрогравітація створює для біологічних об'єктів та біосинтезу як великі труднощі, а й великі переваги. Вони зумовлені, головним чином, невагомністю, що суттєво змінює перебіг фізико-хімічних процесів, на яких засновані багато біотехнологій.

Мікрогравітація створює особливі умови, важливі для біотехнологічних процесів:

- Редукує конвекції, викликані плавучістю, та виключає седиментацію (осадження під дією гравітаційних сил);
- Робить сили поверхневого натягу вище гравітаційних сил;
- Забезпечує перебіг процесів поза ємностями.

**Предметом** вивчення **навчальної дисципліни** є аналіз існуючого обладнання та проектування і створення нового, сучасного та інноваційного устаткування для культивування біологічних об'єктів в умовах мікрогравітації.

**Мета** вивчення дисципліни: придбання знань та навичок по підтримці, проектуванню та розробці обладнання, пов'язаного з температурним режимом, мінімальними градієнтом, процесами фазових переходів та ефективного біосинтезу.

*Відповідно до мети підготовка бакалаврів за даною спеціальністю вимагає посилення сформованих у студентів компетентностей:*

- Здатність проводити класифікацію ферментаційного обладнання з метою вибору типових конструкцій;
- Здатність застосовувати знання гідро- та тепломасообміну в умовах мікрогравітації;
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- Здатність здійснювати аналіз нормативної документації, необхідної для забезпечення інженерної діяльності в галузевому машинобудуванні;
- Здатність використовувати методології проектування обладнання для низько- та високотемпературних режимів в умовах мікрогравітації для продуктів біосинтезу;
- Здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для реалізації та контролю біологічно-активних речовин, біомаси та трансформації субстрату для виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення в умовах мікрогравітації;
- Здатність застосовувати інноваційне обладнання для ефективного біосинтезу в умовах мікрогравітації;

*Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни **Обладнання для культивування біологічних об'єктів в умовах мікрогравітації**, студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:*

- Вміти проектувати елементи технологічного обладнання та аналізувати їх роботу, яка пов'язана з біотехнологічними процесами;
- Вміти обґрунтувати вибір технології виробництва з урахуванням специфіки біологічних агентів;
- Вміти створити технологічні умови для отримання якісної мікробіологічної продукції;
- Вміти виконувати графічні креслення та ескізи у відповідності із вимогами стандартів єдиної системи конструкторської документації.
- Вміти застосовувати положення нормативних документів, що регламентують порядок проведення сертифікації продукції, атестації виробництва, вимоги до організації систем управління якістю на підприємствах, правила оформлення

технічної документації та ведення технологічного процесу, базуючись на знаннях, одержаних під час практичної підготовки

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

Дисципліна **Обладнання для культивування біологічних об'єктів в умовах мікрогравітації** допомагає інтегрувати знання, отримані при вивченні фахових дисциплін та природничо-наукової підготовки ("Математика", «Біологія», «Основи біотехнології», "Фізика", «Опір матеріалів», "Основи культивування мікроорганізмів") і використовувати їх у майбутній професійній діяльності. Вказана дисципліна є одною з визначальних у підготовці майбутнього бакалавра з галузевого машинобудування: знання, одержані при вивченні цієї дисципліни, необхідні для виконання курсових і дипломних проектів.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

*Розділ 1. Передферментаційні процеси та види біотехнологічних виробництв для різних типів біологічних об'єктів.*

*Тема 1.1. Вступ. Загальна характеристика біологічних агентів.*

*Тема 1.2. Основні типи біотехнологічних виробництв. Моделювання процесу культивування біологічних об'єктів.*

*Розділ 2. Обладнання для мікробіологічного синтезу та культивування біологічних об'єктів в умовах мікрогравітації.*

*Тема 2.1. Апарат для вирощування посівної культури глибинним методом (маточник).*

*Тема 2.2. Апарат для вирощування виробничих культур цвілевих грибів у рідких живильних середовищах.*

*Тема 2.3. Стерилізатори для сипких поживних середовищ, апарати для висівок.*

*Тема 2.4. Машини для завантаження обсімененого середовища в кювети*

## **Базова література**

1. Мікробіологія: підруч. Для студентів вищ.навч.закл / Н.І. Філімонова, Л.Ф. Сілаєва, О.М.Дика та ін.; за заг. ред. Н.І. Філімонової. – 2 вид. – Харків: НФаУ: Золоті сторінки, 2019. – 676 с.
2. Векірчик К.М. Мікробіологія з основами вірусології. – К.: Вища шк., 1987.-224с.
3. Сидоров Ю.І., Влязло Р.Й., Новіков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної та фармацевтичної промисловості. — Львів: Інтеллект-Захід, 2008. — 736 с.
4. Сидоров Ю. І. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технологічні розрахунки. Приклади і задачі. Основи проектування виробництв: Навч. посібник у 3-х част. / Ю. І. Сидоров, Р. Й. Влязло, В. П. Новіков — Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2004. — 240 с.
5. Математичне моделювання плівкових течій рідини по поверхні тіла обертання / І. С. Тонкошкур // Питання прикладної математики і математичного моделювання. - 2018. - Вип. 18. - С. 164-169. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppmtm\\_2018\\_18\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppmtm_2018_18_18)
6. Фізико-математичне моделювання складних систем / Під заг. ред. Я. Й. Бурака та

Є. Я. Чаплі / Бурак Я. Й., Кондрат В. Ф., Нагірний Т. С., Чапля Є. Я., Червінка К. А., Чернуха О. Ю. — Львів: СПОЛОМ, 2004. — 264 с.

7. Чапля Є. Я., Чернуха О. Ю. Математичне моделювання дифузійних процесів у випадкових і регулярних структурах. — Київ: Наукова думка, 2009. — 302 с. Головка Г.А. Установки для виробництва інертних газів.- Київ: Колос, 2006.-384 с.

#### **Додаткова**

8. Мандзак Т. І., Савула Я. Г. Математичне моделювання і числовий аналіз адвекції-дифузії у неоднорідних середовищах. — Львів: Слайн, 2009. — 148 с.
9. Ярослав Лопушанський. Медична і біологічна фізика. Збірник задач і запитань. Вінниця. «Нова книга», 2010 – 583 с.
10. Василенко І. А. Збірник задач та вправ для вивчення термодинамічних процесів. Навч. посіб./ І.А. Василенко, С. О. Куманьов, О. А. Півоваров – Д.: Акцент ПП, 2014. – 249 с.
11. 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>
12. Clément G. *Fundamentals of space medicine*. – Springer, 2011. – Т. 23.
13. Friedman L., Garber D., Heinsheimer T. *Evolutionary Lightsailing Missions for the 100-Year Starship* // *Journal of the British Interplanetary Society*. – 2013. – Т. 66. – С. 252-259.
14. Horneck G., Klaus D.M., Mancinelli R.L. *Space microbiology* // *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. – 2010. – Т. 74. – №. 1. – С. 121-156.
15. Kelly J. R. et al. *Measuring the activity of BioBrick promoters using an in vivo reference standard* // *Journal of biological engineering*. – 2009. – Т. 3. – №. 1. – С. 4.
16. Paul A. L. et al. *Fundamental plant biology enabled by The Space Shuttle* // *American journal of botany*. – 2013. – Т. 100. – №. 1. – С. 226-234.
17. Race M. S. et al. *Synthetic biology in space: considering the broad societal and ethical implications* // *International Journal of Astrobiology*. – 2012. – Т. 11. – №. 02. – С. 133-139.
18. Rothschild L. J. *What Synthetic Biology Can Do for Astrobiology* // *LPI Contributions*. – 2010. – Т. 1538. – С. 5565.

#### **Інформаційні ресурси**

19. <https://ecotech.news/iryna-kovalchuk.html>
20. [https://ecotech.news/technology/383-shtuchnij-intelekt-neminuche-stane-novim-vidom-rozumnikh-istot.html#google\\_vignette](https://ecotech.news/technology/383-shtuchnij-intelekt-neminuche-stane-novim-vidom-rozumnikh-istot.html#google_vignette)

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

**Лекційні заняття**

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни **Обладнання для культивування біологічних об'єктів в умовах мікрогравітації**, рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів і зразків;
- викладання матеріалів лекцій чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

**4. Лекційні заняття**

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Розділ 1. Передферментаційні процеси та види біотехнологічних виробництв для різних типів біологічних об'єктів. Тема 1.1. Вступ. Загальна характеристика біологічних агентів. Лекція 1. Вступ. Загальні характеристики базових груп біологічних агентів, що є продуцентами біологічно-активних речовин та біомаси у загальній та фармацевтичній біотехнології. Типи ферментерів та виділення цільових продуктів культивування біологічних агентів [1-3, 9, 11]. СРС – Функціональне призначення та принципи роботи обладнання	2
2	Тема 1.2. Основні типи біотехнологічних виробництв. Моделювання процесу культивування біологічних об'єктів. Лекція 2-3. Способи культивування мікроорганізмів. Культивування тваринних і рослинних клітин. Особливості культивування тваринних клітин. Стадії біотехнологічних виробництв. Мікроорганізми, біологічні об'єкти. Вплив фізичних та хімічних факторів оточуючого середовища на біологічну активність [1-3, 5, 9, 11]. СРС – Фенотип міцеліальних грибів. Дріжджі. Фенотипічні ознаки	4
3	Лекція 4. Напівбезперервне та безперервне культивування біологічних агентів. Моделювання безперервних процесів. Математична модель напівбезперервного культивування [1-3, 9, 11]. СРС – Задати граничні умови для безперервного моделювання та пояснити окреслені границі	2
4	Розділ 2. Обладнання для мікробіологічного синтезу та культивування біологічних об'єктів в умовах мікрогравітації. Тема 2.1. Апарат для вирощування посівної культури глибинним методом (маточник). Лекція 5-6. Принципи роботи обладнання в умовах мікрогравітації. Апарати	4

	для мікробіологічного синтезу та вирощування посівних культур. Маточник [3, 4, 10, 12-17] СРС – Охарактеризувати основні моменти, які впливають на роботу обладнання при невагомості	
5	Лекція 7. Інокулятори для підготування посівного матеріалу. Теплові та гідродинамічні умови роботи. [3, 4, 10, 12-17] СРС – принцип роботи інокулятора в умовах космічного простору.	2
6	Тема 2.2. Апарат для вирощування виробничих культур цвілевих грибів у рідких живильних середовищах. Лекція 8-9. Ферментери та біореактори для вирощування виробничих культур цвілевих грибів у рідких живильних середовищах. Ферментер для вирощування кормових дріжджів. Ферментер для вирощування цвілевих грибів на штучних середовищах [3, 4, 10, 12-17] СРС – основні технологічні параметри, які забезпечують безперебійну роботу ферментеру в умовах мікрогравітації	4
7	Тема 2.3. Стерилізатори для сипких поживних середовищ, апарати для висівок. Лекція 10-11. Стерилізатори для сипких поживних середовищ, апарати для висівок. Принцип роботи стерилізаторів, конструкційні особливості, температурний режим, допоміжне обладнання [3, 4, 10, 12-17]. СРС - параметри термічної стерилізації поживних середовищ	4
8	Тема 2.4. Машина для завантаження обсімененого середовища в кювети Лекція 12. Апаратне забезпечення обладнання, дозатори, особливості кювет [3, 18-20]	2
9	Лекція 13-14. Біореактор з тривимірною колагеновою матрицею. Принцип використання, особливості роботи біореактора, забезпечення екологічної «чистоти» модуля. [3, 4, 10, 12-17] СРС – Пояснити, як мікрогравітація впливає на процеси, які протікають всередині клітини	4
10	Лекція 15. Біореактор « Atmos» з ціанобактерією штама Anabaena sp. PCC 7938. Конструкційні особливості роботи біореактора, забезпечення технологічних умов, підходи до удосконалення конструкцій [3, 4, 10, 12-17].	2
11	Лекція 16-17. Комп'ютерне моделювання конструкції біореактора в умовах мікрогравітації [5-8]. СРС – Провести комп'ютерне моделювання біореактору в умовах мікрогравітації за індивідуальним завданням	4
12	Лекція 18. Залік	2
	Всього годин	36

### Практичні заняття

У системі професійної підготовки студентів по дисципліні **Обладнання для культивування біологічних об'єктів в умовах мікрогравітації**, практичні заняття займають 50 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації бакалавра по спеціальності галузеве машинобудування. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають наукове мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, Тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку.



Основні завдання циклу практичних занять:

- допомогти студентам набути навичок розрахунку спеціального обладнання в умовах мікрогравітації;
- вміння проектувати та розраховувати біореактори, ферментери, інокулятори та фітотрони.
- застосовувати сучасні методи тепломасообміну;
- вміння розраховувати та проектувати системи розділення рідин та газових сумішей;
- розрахувати моделі на моделювати перспективі конструкції та схеми;
- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області спеціального обладнання в умовах моделювання мікрогравітації;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опанувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Тема 1.2. Основні типи біотехнологічних виробництв. Моделювання процесу культивування біологічних об'єктів. Практичне заняття 1-2. Математична обробка та встановлення граничних умов біологічного об'єкту за допомогою програми MATLAB & Simulink. [1, 4-6] СРС – Індивідуальне завдання.	4
2	Тема 2.1. Апарат для вирощування посівної культури глибинним методом (маточник). Практичне заняття 3-5. Розрахунок апарату для вирощування посівної культури глибинним методом (маточник). Розрахунок механічної міцності, розрахунок корпусу маточника на зовнішній тиск, тепловий розрахунок маточника. Комп'ютерне моделювання розрахунку корпусу апарату при навантаженні у 1 g. [3-6, 9-13]. СРС – Індивідуальне завдання.	6
3	Тема 2.2. Апарат для вирощування виробничих культур цвілевих грибів у рідких живильних середовищах. Практичне заняття 6-7. СРС - Розрахунок форсунки для введення повітря у ферментатор. Комп'ютерне проектування навантаження на вал перемішуючого пристрою при 2g. СРС – Індивідуальне завдання.	4
4	Практичне заняття 8-9. Розрахунок та моделювання корпусу ферментера для вирощування цвілевих грибів на штучних середовищах на зовнішнє навантаження в умовах мікрогравітації. Тепловий розрахунок обладнання. СРС – Індивідуальне завдання.	4
5	Тема 2.3. Стерилізатори для сипких поживних середовищ, апарати для висівок. Практичне заняття 10. Визначення витрати пари для стерилізації висівок [3-6, 9-13]. СРС – Індивідуальне завдання.	2
6	Практичне заняття 11. Розрахунок стерилізатора для висівок на	2

	<i>механічну міцність при зовнішньому навантаженні. СРС – Індивідуальне завдання.</i>	
7	<i>Практичне заняття 12-13. Розрахунок та конструювання дозатора для завантаження обміненного середовища [3-6, 9-13]. СРС – Індивідуальне завдання.</i>	4
8	<i>Практичне заняття 14-15. Розрахунок та моделювання ферментера для вирощування кормових дріжджів в умовах мікрогравітації. [3-6, 9-13]. СРС – Індивідуальне завдання.</i>	4
9	<i>Практичне заняття 16-18. Математичне моделювання апарату за заданими граничними умовами. Змоделювати регуляцію активності біологічного об'єкту в умовах мікрогравітації. [3-6, 9-13]. СРС – Індивідуальне завдання.</i>	6
	<i>Всього годин</i>	36

## **5 Самостійна робота студента**

*Самостійна робота займає 40 % часу вивчення кредитного модуля, включаючи і підготовку до заліку. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування знань в областях, що не увійшли у перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі.*

*Метою виконання домашньої роботи студентів в рамках підготовки майбутнього фахівця зі спеціальності 133 – Галузеве машинобудування є удосконалення їх практичної підготовки, набуття та поглиблення навичок активної творчої інженерної роботи, а також виробничо-технологічної та проектної діяльності в галузі високотехнологічних процесів фармацевтичних, мікробіологічних та біотехнологічних виробництв. На прикладі розрахунків типового обладнання майбутні спеціалісти мають оволодіти основними поняттями і закономірностями рівнянь динаміки, методами розрахунку основних деталей і вузлів спецобладнання, глибоко аналізувати сучасні підходи до розробки та впровадження новітніх технологічних рішень, знати основні правила оформлення конструкторської документації, вміти користуватися державними стандартами, виробничою документацією і іншими нормативними документами професійної діяльності, використовувати сучасні засоби розрахунків і проектування. Виконання ДКР дасть змогу студентам самостійно розв'язувати задачі конструювання реакторів та їх проектування.*

*Питання, що винесені на самостійне вивчення, орієнтовані на розвиток інтелектуальних умінь, професійних здатностей, підвищення творчого потенціалу студента і полягає в самостійному пошуку, аналізі та структуруванні, науково технічної інформації*



№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
	Контроль і керування процесами культивування мікроорганізмів в біореакторах та ферментерах. Процеси тепло- і масопереносу в біореакторах.	10
	Фундаментальні та прикладні дослідження з космічної і гравітаційної біотехнології сьогодення. Способи досягнення умов мікрогравітації.	8
	Математичне моделювання складних біотехнологічних процесів в позаземних умовах	12
	Комплексні установки для культивування мікроорганізмів в асептичних умовах для КА	8
	ДКР	8
	Підготовка до заліку	2
	Всього годин	48

## Політика та контроль

### 6. 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

- 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, 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 не доброчесної 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>

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

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

Семестр	Начальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи	
	кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	ДКР	Семестрова атестація
7	4	120	36	36	---	48	1	залік

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за:

- 1) Виконання та захист 18-ти задач на практичних заняттях – 72 бали.
- 2) ДКР – 28 балів.

### Система рейтингових балів

#### 1. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів на практичних заняттях дорівнює  $18 \times 4 = 72$  бали.

- «відмінно» - виконання 100% задач під час заняття та самостійної роботи студента (СРС) – 3,8 - 4 балів.

- «добре» - виконання 80% задач під час заняття та СРС – 3 – 3,7 балів.

- «задовільно» - виконання  $\geq 50\%$  задач під час заняття та СРС – 2,4 – 2,9 балів.

- «незадовільно» - невиконання задач (СРС) – 0 балів.

-

#### 2. Домашня контрольна робота:

Ваговий бал – 28. Кількість контрольних робіт – 1. Максимальна кількість балів - 28 балів.

- «відмінно», повне виконання завдань контрольної роботи (не менше 90% потрібної інформації) – 26,6-28 балів;

- «добре», достатньо повне виконання завдань контрольної роботи (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 21 – 26,5 балів;

- «задовільно», неповне виконання завдань контрольної роботи (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 16,8– 20,9 бали;

- «незадовільно», невиконання завдань контрольної роботи (не відповідає вимогам на 16,8 балів) – 0 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 30-балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 36 балів. За результатами 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 88 балів.

Максимальна сума балів складає 100. Необхідною умовою допуску до заліку є виконання всіх практичних завдань та ДКР і рейтинг не менше 60 балів.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 40 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку в системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу. При цьому семестровий рейтинг онуляється і до балів за виконання залікової роботи

додаються тільки бали за ДКР і ця рейтингова оцінка є остаточною. Завдання залікової роботи складається з чотирьох завдань різних розділів робочої програми з переліку, що наданий у методичних рекомендацій до засвоєння кредитного модуля. Кожне завдання контрольної роботи ( $r_1, r_2, r_3, r_4$ ) оцінюється у 25 балів відповідно до системи оцінювання:

–«відмінно», повне виконання завдань контрольної роботи (не менше 90% потрібної інформації) – 25-22,5 балів;

–«добре», достатньо повне виконання завдань контрольної роботи (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 22-18,5 балів;

–«задовільно», неповне виконання завдань контрольної роботи (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 18-15 балів;

–«незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 15 балів) – 0 балів.

Сума балів за кожне з чотирьох запитань контрольної роботи переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## **8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

### **Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль**

1. Температурні напруження та їх урахування при розрахунку на міцність
2. Які конструкції обладнання присутні у космічному модулі та на космічних станціях?
3. Як впливає робота фотобіореактора на стан загазованості на космічних станціях?
4. Які біореактори використовуються для очищення повітря на космічному апараті?
5. Періодичне культивування біологічних агентів як основний процес культивування БА
6. Фізіолого-біохімічні процеси, як основа культивування біологічних агентів
7. Міцеліальні гриби у промисловій мікробіології для синтезу БАР
8. Основні фізичні процеси, що реалізуються при глибинному культивуванні БА
9. Конструкційні особливості ферментерів з введенням енергії механічними перемішувачами
10. Конструкційні особливості ферментерів з введенням енергії компримованим газом
11. Конструкційні особливості ферментерів з введенням енергії рідиною фазою
12. Ферментаційне обладнання у вирішенні задач охорони оточуючого природнього середовища
13. Кінетична модель розвитку періодичної популяції.
14. Напівбезперервні системи біосинтезу.
15. Рівняння напівбезперервного та безперервного біосинтезу.

16. Класифікація безперервних систем (по типу керування).
17. Саморегуляція безперервних систем.
18. Базові принципи вибору устаткування для біосинтезу.
19. Біотехнологічні принципи класифікації ферментаційного обладнання.
20. Опишіть конструктивні особливості реакторів зі стікаючою плівкою.  
Реактори із висхідною плівкою..
21. Опишіть гідродинаміку потоку в реакторах зі стікаючою плівкою.  
Реактори із висхідною плівкою..
22. Опишіть конструктивні особливості реакторів із висхідною плівкою.  
Гідродинаміка потоку.

***Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):***

***Складено:***

*Зав. кафедри, д.т.н., професор Мельник В.М.  
асистент Косова В.П.*

*Ухвалено кафедрою біотехніки та інженерії (протокол № 13 від 19 . 06. 2024р.)  
Погоджено Методичною комісією факультету біотехнології і біотехніки  
(протокол № 19 від 28.06.2024 р.)*