



## СПЕЦІАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КОСМІЧНОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

<b>Рівень вищої освіти</b>	<b>Перший (бакалаврський)</b>
<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 БТm1 Мельник Вікторія Миколаївна 044-204-94-51, <a href="mailto:yymm71@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**

Створення обладнання для космічної біотехнології нового покоління сьогодні найчастіше стикається із проблемою збереження працездатності агрегатів та функціональних схем протягом десятків років. Водночас у природі можна побачити аналогічні приклади живих систем, які довели свою стабільність та стійку працездатність протягом багатьох тисячоліть. 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.

Космос створює для біотехнологічних процесів як великі труднощі, а й великі переваги. Вони зумовлені, головним чином, невагомістю, що суттєво змінює перебіг фізико-хімічних процесів, на яких засновані багато біотехнологій.

Невагомість створює особливі умови, важливі для біотехнологічних процесів:

- Редує 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 космічної біотехнології.

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

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

- *Здатність застосовувати знання тепломасообміну при заморожуванні та збереженні харчових продуктів;*
- *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 космічного простору для біотехнологічних продуктів різного призначення*
- *Здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для реалізації та контролю низько- та високотемпературних систем для виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення*
- *Здатність застосовувати інноваційне обладнання для виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення*

*Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни **Спеціальне обладнання для космічної біотехнології**, студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:*

- *Вміти проектувати елементи технологічного обладнання та аналізувати їх роботу, яка пов'язана з процесами фазових переходів;*
- *Вміти здійснювати вибір схем апаратів, машин, установок для реалізації задач технологічного процесу та розробляти і проектувати високо- та низькотемпературні системи, які базуються на фазових переходах;*
- *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 **Спеціальне обладнання для космічної біотехнології**, допомагає інтегрувати знання, отримані при вивченні фахових дисциплін та природничо-наукової підготовки ("Математика", "Фізика", «Опір матеріалів» "Теорія механізмів і машин") 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.** Біотехнічне обладнання для космічного модуля

Тема 1.1. Вступ. Біотехнічні системи життєзабезпечення в космічному модулі

Тема 1.2. Імітаційне обладнання. Неорбітальні дослідницькі платформи

Тема 1.3. Кріогенна техніка та технології

Тема 1.4. Обладнання для вирощування рослин у космосі

Тема 1.5. Обладнання для енергозабезпечення в космічному модулі

**Розділ 2.** Біореактори та обладнання для культивування біологічних об'єктів в умовах мікрогравітації, фото реактори, біопроектори та біосенсори

Тема 2.1. Магнітні 3D-біопринтери

Тема 2.2. Космічні біореактори. Біореактор Atmos.

**Розділ 3. Математичне моделювання впливу високочастотної вібрації на термодинамічні процеси в умовах мікрогравітації**

Тема 3.1. Математичне моделювання системи «тверда поверхня — рідина»

Тема 3.2. Математичне моделювання впливу високочастотної поступальної вібрації

Тема 3.3. Вплив високочастотної хаотичної вібрації на характер руху обмеженого об'єму рідини в слабких силових полях

Тема 3.4. Математичне моделювання оптимальних форм капілярної рідини

### **Базова література**

1. Сидоров Ю.І., Влязло Р.Й., Новіков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної та фармацевтичної промисловості. — Львів: Інтелект-Захід, 2008. — 736 с.
2. 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.
3. Біляков В.П. Кріогенна техніка та технологія.- Київ:Колос,2004 - 272 с. Архаров А.М. Кріогенні системи,- Київ: Висш. шк., 2004 - 464 с
4. Медична кондиціонуюча та кріогенна техніка: навчальний посібник / О. В. Щесюк, Ю. Г. Щербак, В. М. Запальський, М. О. Клименко, Л. Г. Нетюхайло. — Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. — 212 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/Ppmmm\\_2018\\_18\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppmmm_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.-

**Додаткова**

8. Мандзак Т. І., Савула Я. Г. Математичне моделювання і числовий аналіз адвекції-дифузії у неоднорідних середовищах. — Львів: Сплайн, 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. Кріогенна техніка: основи теорії і розрахунку циклів кріогенних установок : навч. посіб. / В. М. Арсеньєв, В. М. Козін. — Суми : Сумський державний університет, 2021. — 272 с.
12. 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>
13. Кордюм Є. Л., Чепмен Д. К. Рослини в космосі. — Київ: Академперіодика, 2007. — 215 с.
14. Clément G. *Fundamentals of space medicine*. — Springer, 2011. — Т. 23.
15. 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.
16. Horneck G., Klaus D.M., Mancinelli R.L. *Space microbiology*// *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. — 2010. — Т. 74. — №. 1. — С. 121-156.
17. 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.
18. Paul A. L. et al. *Fundamental plant biology enabled by The Space Shuttle*// *American journal of botany*. — 2013. — Т. 100. — №. 1. — С. 226-234.
19. 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.
20. Rothschild L. J. *What Synthetic Biology Can Do for Astrobiology* // *LPI Contributions*. — 2010. — Т. 1538. — С. 5565.
21. Schulze-Makuch D. *The 100-Year Starship Symposium—A Historic Meeting*// *Astrobiology*. — 2012. — Т. 12. — №. 1. — С. 1-2.
22. Smith C. M. *Starship Humanity* // *Scientific American*. — 2012. — Т. 308. — №.1. — С. 38-43.

**Інформаційні ресурси**

23. <https://ecotech.news/iryna-kovalchuk.html>
24. [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 *Спеціальне обладнання для космічної біотехнології*, 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, чітко і адекватне їх формулюваннях);
- 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. Біотехнічне обладнання для космічного модуля Тема 1.1. Вступ. Біотехнічні системи життєзабезпечення в космічному модулі Лекція 1-2. Вступ. Біотехнічні системи життєзабезпечення в космічному модулі: переробка відходів, генерація кисню, виробництво продуктів харчування, штучна їжа. Новаторське космічне обладнання PHENIX [[1, 2, 4, 13-16]. СРС – Дослідження прогнозованості та ліквідації наслідків аварій у гермооб'єктах [1, 2, 4, 13-16]	4
2	Тема 1.2. Імітаційне обладнання. Неорбітальні дослідницькі платформи Лекція 3. Способи досягнення умов мікрогравітації. Кліностатування. Вертикальні стенди. Біосателіти. Центрифуги. Наземні стимулятори Неорбітальні дослідницькі платформи в умовах ізольованих автономних гермооб'єктів. Методи та засоби оперативного токсикоз-гігієнічного контролю середовища перебування. Космічні лабораторії та космічні хаби. [1, 2, 4, 13-16] СРС – Фундаментальні та прикладні дослідження з космічної і гравітаційної біотехнології сьогодення [1, 2, 4, 13-16]	2
3	Тема 1.3. Кріогенна техніка та технології Лекція 4. Кріогенні та молекулярні методи в космічній біотехнології та фармації. Барокамери та кріотермостати. Техніка підтримки необхідного температурного режиму з мінімальним градієнтом [1, 2, 4, 13-16]. СРС - Генноінженерні лінії поліекстремофільних організмів на КА [[1, 2, 4, 13-16]	2
4	Тема 1.4. Обладнання для вирощування рослин у космосі	2



	<i>Лекція 5. Апарати та обладнання біотехнології у космічних місіях. Технології зеленого конвеєра. Проект «MELiSSA: Micro-Ecological Life Support System Alternative». Космічні оранжереї [1, 2, 4, 13-16] СРС – Системи вирощування на орбитальній станції "Скайлеб" NASA [1, 2, 4, 13-16]</i>	
5	<i>Тема 1.5. Обладнання для енергозабезпечення в космічному модулі Лекція 6. Система регенерації води. Системи масообміну та енергообміну у космічному модулі. Обладнання для вирощування мікроводоростей [1, 5]. СРС –аналіз сучасного стану обладнання для забезпечення безперебійної роботи обладнання на космічній станції [1, 5].</i>	2
6	<i>Розділ 2. Біореактори та обладнання для культивування біологічних об'єктів в умовах мікрогравітації, фотобіореактори, біопроектори та біосенсори Тема 2.1. Магнітні 3D-біопринтери для вирощування живих тканин Лекція 7-8. Технологія біодруку на КА. 3D-біопринтери та біопечать у космічних польотах. 3D-біопринтери для друку позаклітинних матриксів, обробки факторами росту та іншими ферментами з нанесенням клітинних конгломератів в умовах мікрогравітації [1, 2, 4, 13-22] СРС – Обладнання та технології безматриксного формування в умовах мікрогравітації</i>	4
7	<i>Тема 2.2. Космічні біореактори для переробки відходів життєдіяльності. Біореактор Atmos Лекція 9. Біореактори та обладнання для культивування біологічних об'єктів в умовах мікрогравітації. Класифікація біореакторів. Процеси масштабування у біореакторах. Біореактори у космічних місіях з тривимірною колагеновою матрицею, заселеною стовбуровими клітинами. Біореактор «Atmos». [1, 2, 4, 13-22]. СРС - комплексні установки для культивування мікроорганізмів в асептичних умовах для КА</i>	4
8	<i>Розділ 3. Математичне моделювання впливу високочастотної вібрації на термодинамічні процеси в умовах мікрогравітації Тема 3.1. Математичне моделювання системи «тверда поверхня — рідина» Лекція 10-11. Математичне моделювання системи «тверда поверхня — рідина», методи дослідження об'єктів. Просторова безхвильова плівкова течія нелінійної рідини по поверхні твердого тіла. Отримання емпіричних даних. Статистичні характеристики об'єктів [1, 2, 4, 13-22]</i>	4
9	<i>Тема 3.2. Математичне моделювання впливу високочастотної поступальної вібрації Лекція 12-13. Побудова поліноміальних моделей із застосуванням методу найменших квадратів й інструмента Trendline. Моделі масопереносу в складних технологічних та біологічних системах під впливом високочастотної вібрації [5-8] СРС – Моделювання складного характеру руху течії в умовах мікрогравітації [5-8]</i>	4
10	<i>Тема 3.3. Вплив високочастотної хаотичної вібрації на характер руху обмеженого об'єму рідини в слабких силових полях Лекція 14-15. Моделі масопереносу в складних технологічних системах під</i>	4

	<i>впливом хаотичної вібрації в обмеженому об'ємі. Побудова моделей, що описуються довільною нелінійною залежністю від однієї змінної [5-8]. СРС - Моделювання складного характеру руху течії в умовах мікрогравітації [5-8].</i>	
11	<i>Тема 3.4. Математичне моделювання оптимальних форм капілярної рідини Лекція 16-17. Побудова моделей, що описуються довільною нелінійною залежністю від кількох змінних. Побудова нелінійних математичних моделей. Однофакторний та комбінаційний дисперсійний аналіз. [5-8]. СРС - Моделювання складного характеру руху течії в умовах мікрогравітації [5-8].</i>	2
12	<i>Лекція 18. Залік</i>	2
	<i>Всього годин</i>	36

### Практичні заняття

У системі професійної підготовки студентів по дисципліні **Спеціальне обладнання для космічної біотехнології**, 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 для космічної біотехнології
- вміння проектувати та розраховувати фотобіореактори, 3D-реактори, кліностати.
- застосовувати сучасні методи тепломасообміну;
- вміння розраховувати та проектувати системи розділення газових сумішей та скраплення;
- розраховувати моделі на моделювати перспективі конструкції та схеми;
- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області спеціального обладнання для космічної біотехнології;
- 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	<b>Розділ 1.</b> Біотехнічне обладнання для космічного модуля Тема 1.1. Вступ. Біотехнічні системи життєзабезпечення в космічному модулі	4

	<i>Практичне заняття 1-2. [2] Розрахунок модульної культивуваційної системи EMCS ( інкубатор) для експериментів з рослинами: контроль складу газів повітря, систему для видалення етилену, автоматичну подачу води, контроль вологості на рівні контейнерів, освітлення</i>	
2	<i>Тема 1.2. Імітаційне обладнання. Неорбітальні дослідницькі платформи Практичне заняття 3. Розрахунок товщини стінки центрифуги. Перевірка на міцність та стійкість. [3-4, 9-13]. СРС – Визначити нормативне допустиме напруження <math>\sigma</math> обичайки апарата високого тиску при <math>2.6 \text{ В n} = \text{та } 1.5 \text{ Т n} =</math>; <math>415 \sigma \text{ В} = \text{МПа}</math> та <math>368 \sigma \text{ Т} = \text{МПа}</math>.</i>	2
3	<i>Практичне заняття 4. Розрахунок напружень і переміщень у диску, що обертається [2]. СРС - Визначити нормативне допустиме напруження * <math>\sigma</math> обичайки апарата високого тиску при <math>2.6 \text{ В n} = \text{та } 1.5 \text{ Т n} =</math>; <math>415 \sigma \text{ В} = \text{МПа}</math> та <math>368 \sigma \text{ Т} = \text{МПа}</math>.</i>	2
4	<i>Практичне заняття 5-6. Розрахунок барабану на жорсткість. Розрахунок відносних прогинів барабану, та перевірка виконання умов жорсткості [3-4, 9-13]. СРС: Розрахувати на жорсткість барабан сушарки, яка має дві опорні станції, якщо зовнішній діаметр барабана <math>1000 \text{ Dз} = \text{мм}</math>, довжина барабана <math>L = 4000 \text{мм}</math>, товщина стінки барабану <math>S = 7,0 \text{ мм}</math>, коефіцієнт заповнення барабана <math>\psi = 0,15</math>, насипна щільність матеріалу, який обробляється <math>400 \rho \text{ м} = \text{кг/м}^3</math>, маса корпусу барабану з насадкою <math>900 \text{ тк} = \text{кг}</math>.</i>	4
5	<i>Практичне заняття 7. Розрахунок контрольованих умов культивування об'єктів за допомогою бортової центрифуги при гравітації <math>1g</math>. [3-4, 9-13]. СРС – Індивідуальне завдання.</i>	2
6	<b>Розділ 2. Біореактори та обладнання для культивування біологічних об'єктів в умовах мікрогравітації, фотореактори, біопроцесори та біосенсори</b> <i>Тема 2.2. Космічні біореактори. Біореактор Atmos. Практичне заняття 8. Розрахунок коефіцієнту масопереносу в біореакторі при механічному диспергуванні газу в рідині [1, 2, 4, 13-22]. СРС - Виконання розрахунків за індивідуальним завданням [1, 2, 4, 13-22]</i>	2
7	<i>Практичне заняття 9. Розрахунок об'єму культуральної рідини в умовах мікрогравітації у біореакторі [1, 2, 4, 13-22]</i>	2
8	<i>Практичне заняття 10. Розрахунок розміру краплин в умовах мікрогравітації [1, 2, 4, 13-22]. СРС - Виконання розрахунків за індивідуальним завданням [1, 2, 4, 13-22]</i>	2
9	<i>Практичне заняття 11. Розрахунок культиватору для асептичних умов роботи в умовах мікрогравітації [1, 2, 4, 13-22]. СРС - Виконання розрахунків за індивідуальним завданням [1, 2, 4, 13-22]</i>	2



10	<i>Розділ 3. Математичне моделювання впливу високочастотної вібрації на термодинамічні процеси в умовах мікрогравітації Тема 3.1. Математичне моделювання системи «тверда поверхня — рідина» Практичне заняття 12-13. Математичне модулювання течії рідини у трубопроводі під впливом високочастотної вібрації [5-8]</i>	4
11	<i>Тема 3.2. Математичне моделювання впливу високочастотної поступальної вібрації Практичне заняття 14-15. Математичне модулювання ламінарної течії рідини у трубопроводі під впливом поступальної вібрації [5-8]</i>	4
12	<i>Тема 3.3. Вплив високочастотної хаотичної вібрації на характер руху обмеженого об'єму рідини в слабких силових полях Практичне заняття 16-18. Математичне та комп'ютерне моделювання біореактора з тривимірною колагеновою матрицею при високочастотній хаотичній вібрації [5-8]</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, набуттята 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, 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, аналізу та структуруванні, науково технічної інформації*

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
	Генерація кисню. Переробка відходів за допомогою анаеробного зброджування з подальшим метанотрофним зростанням <i>Mmethylococcus capsulatus</i> для отримання біомаси	8
	Фундаментальні та прикладні дослідження з космічної і гравітаційної біотехнології сьогодення	8
	Технології циклічного застосування тиску, тканинної інженерії при відновленні органів, що пройшли кріоконсервацію. Генноінженерні лінії поліекстремофільних організмів	8
	Способи досягнення умов мікрогравітації. Кліноштатування. Вертикальні стенди	8
	Комплексні установки для культивування мікроорганізмів в асептичних умовах для КА	6
	<i>ДКР</i>	8
	<i>Підготовка до заліку</i>	2
	<i>Всього годин</i>	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 та 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 рекомендаціях 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 системи життєзабезпечення відомі?
3. Які конструкції обладнання присутні у космічному модулі та на космічних станціях?
4. Як впливає робота фотобіореактора на стан загазованості на космічних станціях?
5. Які біореактори використовуються для очищення повітря на космічному апараті?
6. Як 3D-біореактор впливає на розвиток біотехнологічної галузі?
7. Що вивчає криогенна техніка? У чому полягає її відмінність від холодильної техніки.
8. Технологія низькотемпературного очищення повітря від домішок методом .
9. Технологія виробництва «сухого» льоду методом виморажування із газових сумішів.
10. Накресліть та охарактеризуйте схему та цикл простої системи зрідження газів з одноразовим дроселюванням (система Лінде – Хемпсона). Як визначити питому витрату роботи на зрідження, ексергетичний ККД та вихід зрідженого газу для цієї системи?

11. Опишіть конструкції теплообмінників, використовуваних у криогенних системах (змійовикові, пластинчасто-ребристі та ін.).
12. Які втрати роботи спостерігаються під час роботи турбокомпресорів та турбодетандерів?
13. Опишіть вплив руху течії при впливі високочастотної вібрації в умовах мікрогравітації.
14. Чи впливає ламінарний рух течії на скучення частинок рідини у трубопроводі?
15. Особливості адгезії твердого CO<sub>2</sub> до виморажувальної поверхні.
16. Обладнання для перекачки зріджених газів.
17. Сховища для зріджених газів. Особливості конструкції
18. Особливості кисневого устаткування.
19. Кисневі компресори та насоси.
20. Низькотемпературні технології транспортування продуктів споживання.
21. Холодильні камери зберігання продуктів споживання
22. Біологічні аспекти зберігання плодів та овочів в умовах модифіцированого газового середовища.
23. Конструктивні особливості медичних «кріосаун».
24. Технології використання скидного холоду.
25. Класифікація кріостатів.

***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 № 6 від .06. 2024р.)***

***Погоджено Методичною комісією факультету біотехнології і біотехніки (протокол № 19 від 28.06.2024 р.)***