



# Біотермодинаміка та масоперенос

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>163 Біомедична інженерія</i>
Освітня програма	<i>Медична інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>денна/ змішана дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС / 120 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР, реферат</i>
Розклад занять	<i>Згідно розкладу на сайті <a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i><b>Лектор:</b> к.б.н., доцент кафедри БМІ Калашнієова Лариса Євгеніївна, e-mail – <a href="mailto:doc_hom2000@yahoo.com">doc_hom2000@yahoo.com</a> <b>Практичні:</b> к.т.н., доцент кафедри БМІ Сичик Марина Михайлівна, e-mail – <a href="mailto:marina.sychik@gmail.com">marina.sychik@gmail.com</a>, <a href="mailto:sychykmm@gmail.com">sychykmm@gmail.com</a>, Telegram - <a href="https://t.me/Maryna_Sychuk">https://t.me/Maryna_Sychuk</a></i>
Розміщення курсу	<i>Платформа «Сікорський» - курс «Математичне моделювання біомедичних систем»</i>

### Розподіл годин

семестр	Лекції	Практичні	Лабораторні	Самостійна робота
<i>весняний семестр</i>	<i>36</i>	<i>36</i>		<i>48</i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Біотермодинаміка та масоперенос» належить до циклу професійної підготовки навчального плану підготовки бакалавра

Дисципліна «Біотермодинаміка та масоперенос» дає знання межі застосовності термодинаміки, класифікації термодінамічних параметрів, розмірності і порядки основних термодинамічних констант, поняття і параметрів, розмірності постулатів термодинаміки, основні закони термодинаміки і їх наслідки, основні характеристичні функції і умови рівноваги.

Дисципліна формує системні знання про зв'язок перетворення поживних речовин і вивільнення тепла, перетворення енергії при взаємодії живого організму з навколишнім середовищем.

**Мета** дисципліни «**Біотермодинаміка та масоперенос**» є формування у студентів встановлювати зв'язок між різноманітними фактами і явищами і, використовуючи методи біотермодинаміки

Дисципліна «**Біотермодинаміка та масоперенос**» є фундаментом для розуміння питань, про природу теплоти як міри руху матерії. Про силах, пов'язаних з теплою, про загальне значення закону збереження енергії і перетворення енергії, про мимовільних процесах і взаємоперетворення речовин

Володіти основними

дисципліна формує у студентів системні знання та вміння

Для вивчення дисципліни «**Біотермодинаміка та масоперенос**» необхідні:

– навички: знання основ методами термодинаміки а також навичками визначення термодинамічних параметрів і характеристичних функцій; знання шляхів і умови перетворення енергії в процесі метаболізму, аналізувати шляхи терморегуляції організмом та шляхи терморегуляції.

компетентності:

-здатність виконувати розрахунки термодинамічних параметрів фізико-хімічних процесів при розгляді їх фізико-хімічної сутності, а також при взаємодії живої системи з навколишнім середовищем; до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; навички використання інформаційних і комунікаційних технологій; здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

**Загальні компетентності** (ОП введено в дію Наказом ректора НОН/89/2021 від 19.04.2021 р.):

**ЗК 1** - Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

**ЗК 2** - Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК 3**- Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

**ЗК 6** - Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

**ЗК 7** - Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

**ЗК 8** - Здатність приймати обґрунтовані рішення.

**Спеціальні (фахові) компетентності** (ОП введено в дію Наказом ректора НОН/89/2021 від 19.04.2021 р.):

**ФК 3** - Здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу, моделювання, проектування та оптимізації медичних приладів і систем.

**ФК 4** Здатність забезпечувати технічні та функціональні характеристики систем і засобів, що використовуються в медицині та біології (при профілактиці, діагностиці, лікуванні та реабілітації)

**ФК 5** - Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем.

**ФК 11**- Здатність розуміти технічні і функціональні характеристики систем, методів і процедур, що використовуються в профілактиці, діагностиці та терапії.

**ФК 12**- Здатність розробляти, планувати і застосовувати математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів, систем і процесів в біології та медицині..

**Програмними результатами навчання після вивчення дисципліни «Біотермодинаміка та масоперенос є (ОП введено в дію Наказом ректора НОН/89/2021 від 19.04.2021 р.):**

**ПРН 1** -Розуміння фундаментально-прикладних, медико-фізичних та біоінженерних основ

**ПРН 5** -Знання методів і способів досліджень, що використовуються при проектуванні медичного обладнання.

**ПРН 6**- Знання методів дослідження об'єктів, аналізу і обробки експериментальних даних.

**ПРН 7** -Розуміння науково-технічних принципів, які покладено в основу новітніх досягнень в галузі біомедичної інженерії.

**ПРН 8** -Володіння іноземною мовою в обсязі, достатньому для загального та професійного спілкування

**ПРН 10**- Знання основних фізичних і фізико-хімічних закономірностей функціонування біологічних об'єктів.

**ПРН 17** -Знання загальних відомостей про організм людини і його функції з позицій системного підходу та використання їх в біомедичній інженерії.

**ПРН 23** -Знання універсальних принципів будови складних біологічних систем, у тому числі, організму людини.

**ПРН 24**- Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, властивості газів і рідин, електроніки, інформатики, отримання та аналізу сигналів і зображень, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.

**ПРН 43** -Використання методів та засобів кількісної оцінки функціонування фізіологічних систем в практичній інженерній діяльності.

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

Навчальна дисципліна «Біотермодинаміка та масоперенос» належить до циклу професійної підготовки та має міждисциплінарний характер. Вона інтегрує відповідно до свого предмету знання з інших навчальних дисциплін: Кількісна фізіологія, Фізика; Біофізика.

За структурно-логічною схемою програми підготовки фахівця дисципліна «Біотермодинаміка та масоперенос» тісно пов'язана з іншими дисциплінами професійної підготовки: Лікувальна медична техніка; Методи та засоби діагностики патології людини, Фізіотерапевтичні медичні прилади; Переддипломною практикою та Дипломним проектуванням.

### **Зміст навчальної дисципліни**

Основні розділи та теми, що розглядатимуться в процесі вивчення курсу:

#### **Роділ 1. Основні характеристики біотермодинаміки.**

Тема 1.1. Основи і базові принципи системного підходу. Поняття системи. Класифікація і характеристика системи як цілого. Особливості живого організму як термодинамічної системи. Постулати біотермодинаміки

Тема 1.2. Термодинаміка біологічних процесів. Закони збереження енергії. Поняття роботи, вільної та загальної енергії системи. Термодинаміка біологічних процесів. Визначення ентальпії та, стандартної вільної енергії хімічної реакції

Тема 1.3. Основні види перенесення тепла в організмі. Температурне поле і температурний градієнт Терморегуляція та системи її контролю

Тема 1.4. Тепловий баланс організму. Регуляція температури тіла

Тема 1.5. Другий закон термодинаміки. Теорема Клаузіуса, ентропія, 2-я і 3-я формулювання другого закону термодинаміки. Термодинамічна теорія стійкості, необхідні і достатні умови для різних систем.

Тема 1.6. Нерівноважна термодинаміка: гіпотеза локальної рівноваги, Теорема перенесення і Рівняння балансу ентропії, виробництво ентропії.

Тема 1.7. Термодинамічні потенціали та їх біологічне значення

## **Роділ 2. Основні шляхи тепломасообміну в живих системах.**

Тема 2.1 Основи гемодинаміки. Робота серця. Біофізичні особливості реології крові.

Тема 2.2. Масообмін в легенях і тканинах

Тема 2.3. Основи дифузії в живому організмі. Мембранний масоперенос.

Тема 2.4. Водно-електролітний баланс організму. Механіми сорбції та десорбції

Тема 2.5. Начення воротних в'язків у енерго масообміні

## **3. Навчальні матеріали та ресурси**

Базова література:

1. Антонюк В. С., Біофізика і біомеханіка [Електронний ресурс] : підручник / В. С. Антонюк, М. О. Бондаренко, В. А. Ващенко та ін. ; НТУУ «КПІ». 2012 – 344 с

Режим доступу:

<https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/18652/1/Антоноук-биофизика.pdf>

2. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. Биофизика: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999. — 288 с.

Режим доступу:

<http://www.chelsma.ru/files/misc/antonovv.f.-biofizika.2000.pdf>

2. Ершов, Ю. А. Биотехнические системы медицинского назначения. В 2 ч. Часть 1. Количественное описание биообъектов : учебник для бакалавриата и магистратуры / Ю. А. Ершов, С. И. Щукин. — 2-е изд. испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 181 с.

Режим доступу:

<https://docplayer.com/143551045-Biotekhnicheskie-sistemy-meditsinskogo-naznacheniya-chast-1-kolichestvennoe-opisanie-bioobektov.html>

3. Гарбузова В.Ю. Опорний конспект лекції з фізіології на тему ©.: Основи гемодинаміки/ СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МЕДИЧНИЙ ІНСТИТУТ КАФЕДРА ФІЗІОЛОГІЇ І ПАТОФІЗІОЛОГІЇ 2018/-556 с/

Режим доступу:

[https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/39240/1/Hemodynamics\\_Garbuzova.pdf](https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/39240/1/Hemodynamics_Garbuzova.pdf)

4. Корнющенко Г. С. Медична та біологічна фізика: практикум : навчальний посібник : у 2 ч. / Г. С. Корнющенко, У. С. Швець, Л. Ф. Суходуб. — Суми : Сумський державний університет, 2017. — Ч. 1. — 186 с

Режим доступу:

[https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/65176/1/Korniushchenko\\_medychna.pdf](https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/65176/1/Korniushchenko_medychna.pdf)

5. Огурцов А.Н. Фиико-химические основі биотехнологий. Биотермодинамика. Учеб. Пособие; Харьков, НТУ «ХПИ», 211.- 256 с

Режим доступу:

[http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/22/1/Biotermodynamika\\_Ogurtsov-2011.pdf](http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/22/1/Biotermodynamika_Ogurtsov-2011.pdf)

6. Сливко Е.І., Мельнікова О.З., Іванченко О.З., Біляк Н.С МЕДИЧНА І БІОЛОГІЧНА ФІЗИКА: Навчальний посібник для студентів спеціальності 222 «Медицина»/. - Запоріжжя, 2018.- 291 с.

Режим доступу:

[http://dspace.zsmu.edu.ua/bitstream/123456789/7798/4/Медична% 20і%20біологічна %20 фізика .pdf](http://dspace.zsmu.edu.ua/bitstream/123456789/7798/4/Медична%20і%20біологічна%20фізика.pdf)

7. ТруханЭ.М. Т77 Введение в биофизику: Учебное пособие. – М.: МФТИ, 2008.

Режим доступу:

[https://mipt.ru/dbmp/upload/97e/biophys\\_trukhan-arphlf43r09.pdf](https://mipt.ru/dbmp/upload/97e/biophys_trukhan-arphlf43r09.pdf)

8. Чалий О.В. Медична та біологічна фізика : Підручник для ВМНЗ III-IV р.а. [текст] 2015.- 384 с

Режим доступу:

<https://studfile.net/preview/1902522/>

### Додаткова література:

1. Владимиров Ю.А. Биофизика: Учебник.-~. М.: Медицина, 1983,. 272 с

Режим доступу:

[http://webirbis.kgmu.kz/irbis64r\\_11/books/http://webirbis.kgmu.kz/irbis64r\\_11/books/](http://webirbis.kgmu.kz/irbis64r_11/books/http://webirbis.kgmu.kz/irbis64r_11/books/)

2. Губанов Н.И. Утепбергенов А.А. Медична біофізикаМ.: «Медицина», - 1978. -336 с

Режим доступу:

[http://webirbis.kgmu.kz/irbis64r\\_11/books /Губанов\\_Н.\\_Мед\\_биофизика.pdf](http://webirbis.kgmu.kz/irbis64r_11/books /Губанов_Н._Мед_биофизика.pdf)

3.Медична та біологічна фізика. Частина І. Навчальний посібник для студентів І курсу вищих медичних навчальних закладів III-IV рівнів акредитації / В.І.Федів, О.І.Олар, О.Ю.Микитюк, В.Ф. Боечко, В.В. Паладюк // Чернівці, Вищий державний навчальний заклад України «Буковинський державний медичний університет», 2015. – 192 с.

4. Медична та біологічна фізика. Частина ІІ. Навчальний посібник для студентів І курсу вищих медичних навчальних закладів ІV рівня акредитації / В.І.Федів, О.І.Олар, О.Ю.Микитюк, В.Ф.Боечко, В.В. Паладюк // Чернівці, ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет», 2015. - 264 с.

5. Медична та біологічна фізика. Частина ІІІ. Навчальний посібник для студентів І курсу вищих медичних навчальних закладів ІІІ-ІV рівнів акредитації / В.І.Федів, О.І.Олар, О.Ю.Микитюк, Д.І. Остафійчук, В.Ф.Боечко// Чернівці, Вищий державний навчальний заклад України «Буковинський державний медичний університет», 2016. - 283 с. 4. Фізичні методи аналізу. Збірник лекцій. / В.М.Нагірняк.// Харків: PromArt. – 2018

6. Каграманов Г.Г. Диффузионные мембранные процессы: учебное пособие./ Г.Г. Каграманов. – М. РХТУ им. Менделеева, 2009. – 73с.

Режим доступу: <http://membranemsk.ru/Diffus.pdf>

7. Нестерова О.А. Бабков А. С., ПопковВ.И. Химия в медицине. М.; Идательство Юрайт, 2017, - 403 с

Режим доступу:

[https://books.google.com.ua/books?id=5iskEAAAQBAJ&pg=PA13&lpg=PA13&dq=source=bl&ots=RQTx1\\_eTM0&sig=ACfU3U0rBMDN](https://books.google.com.ua/books?id=5iskEAAAQBAJ&pg=PA13&lpg=PA13&dq=source=bl&ots=RQTx1_eTM0&sig=ACfU3U0rBMDN)

## Навчальний контент

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

№	Тема	Програмні	Основні завдання
---	------	-----------	------------------

з/п		результати навчання	Контрольний захід	Термін виконання
1.	Основи і базові принципи системного підходу. Поняття термодинамічної системи, характеристики термодинамічної системи	ПРН 1 ПРН5 ПРН 6 ПРН 7	Практична робота 1	1-ий тиждень
2.	Особливості живого організму як термодинамічної системи. Постулати біотермодинаміки.	ПРН 8 ПРН 9 ПРН 17 ПРН 23	Практична робота 2	2-ий тиждень
3.	Термодинаміка біологічних процесів. Закони збереження енергії. Визначення ентальпії та, стандартної вільної енергії хімічної реакції,.	ПРН 8 ПРН 9 ПРН 17 ПРН 23	Практична робота 3	3-ий тиждень
4.	Основний обмін. Методи калориметрії Визначення основного обміну в нормі по таблицям Гарріса-Бенедикта та по дихальному коефіцієнту.	ПРН 1 ПРН 8 ПРН 10 ПРН 17	Практична робота 4	4-ий тиждень
5.	Основні види перенесення тепла в організмі. Температурне поле і температурний градієнт.	ПРН 1 ПРН 23 ПРН 24 ПРН 43	Практична робота 5	5-ий тиждень
6.	Терморегуляція та системи її контролю. .	ПРН 1 ПРН 23 ПРН 24 ПРН 43	Практична робота 6	6-ий тиждень
7.	Тепловий баланс організму. Регуляція температури тіла.	ПРН 1 ПРН 23 ПРН 24 ПРН 43	Практична робота 7 Тест 1	7-ий тиждень
8.	Другий закон термодинаміки Теорема Клаузіуса, 2-е і 3-е формулювання другого закону термодинаміки. Поняття ентропії. Термодинамічна теорія стійкості, необхідні і достатні умови для різних систем. Теорія дисипації енергії	ПРН 8 ПРН 10 ПРН 17 ПРН 23	Практична робота 1 Тест 2	8-ий тиждень
9.	Відкриті біологічні системи, закони термодинаміки і термодинамічні потенціали Нерівноважна термодинаміка: гіпотеза локальної рівноваги, Теорема перенесення і Рівняння балансу ентропії, виробництво ентропії. Теорема Пригожина	ПРН 8 ПРН 10 ПРН 17 ПРН 23	Практична робота 9	9-ий тиждень
10	Основні термодинамічні потенціали їх значення для біологічної системи	ПРН 8 ПРН 10 ПРН 17 ПРН 23	Практична робота 10	10-ий тиждень
11.	Властивості рідин. Закон Ньютона для в'язкості 2Ньютонівські та неньютонівські рідини. Основи гемодинаміки. Характер руху крові у судинах. В'язкість крові Віскозиметрія. Класифікація та сфери	ПРН 1 ПРН 8 ПРН 10 ПРН 17 ПРН 23	Практична робота 11	11-ий тиждень

	застосування віскозиметрів			
12	Робота серця. Реєстрація і підтримка роботи серця Біофізичні особливості роботи серця	ПРН 1	Практична робота 12	12-ий тиждень
13	Масообмін в легенях і тканинах	ПРН 10 ПРН 17 ПРН 23 ПРН 43	Практична робота 13	13-ий тиждень
14	Основи дифузії в живому організмі. Масоперенос через клітинну мембрану.	ПРН 10 ПРН 17 ПРН 23 ПРН 24 ПРН 43	Практична робота 14	14-ий тиждень
15	Водно-електролітний баланс організму. Фізіологія нирок. Орбіція, десорбція	ПРН 10 ПРН 17 ПРН 23 ПРН 24	Практична робота 15 Тест3	15-ий тиждень
16	Значення зворотних зв'язки у енерго масообміну у біологічній системі Знаходження рушійних сил і узагальнених швидкостей біологічних процесів з позицій енергодінаміки	ПРН 10 ПРН 17 ПРН 23 ПРН 24	Практична робота 16 МКР	16-ий тиждень
17	Реферат		Практична робота 17	17-ий тиждень
18			Залік	18-ий тиждень

## 10. Самостійна робота студента

Одним з основних видів семестрового контролю під час опанування навчальної дисципліни «**Біотермодинаміка та масоперенос**» є написання реферату.

Реферат - це вид письмової роботи, виклад на певну тему, відомості для якого зібрані з різних джерел при використанні актуальної літератури по темі. Реферат є формою перевірки знань студента за темами курсу. Реферат це самостійне навчально-наукове дослідження студента, яке виконується з певної тематики, що здійснюється поза навчальним процесом.

### Приблизна тематика рефератів:

1. Особливості біологічних організмів як термодинамічних систем
2. Перший закон термодинаміки в біосистемах.
3. Другий закон термодинаміки відносно біосистеми.
4. Тепломасообмін людини з навколишнім середовищем.
5. Поняття ентальпії. Тепловий закон Гессе.
6. Роль термодинаміки в рішенні біомедичних проблем.
7. Методи колориметрії.
8. Термодинамічні характеристики транспорту речовин через мембрану
9. Особливості фільтрації
10. Основи гемодинаміки.
11. Основні закони перебігу крові по судинах.
12. Терморегуляція людини
13. Теплової комфорт і енергетичний баланс людини.

14. Класифікація видів енергії Бріллюена

15. Оборотні і необоротні термодинамічні процеси.

Реферат виконується згідно з вимогами, у термін, зазначений викладачем.

**Структура роботи:**

Титульний аркуш реферату повинен мати такий зміст: назва університету; назва факультету; назва кафедри;

**Титульний аркуш** - це перша сторінка, на якій вказується міністерство; назва навчального закладу, в якому виконується робота; назва факультету (кафедри); назва спеціальності, назва освітньо-професійної програми, назва навчальної дисципліни; тема реферату; прізвище та ім'я студента, курс, номер академічної групи, рік.

За титульним аркушем слідує детальний план (зміст) реферату, в якому треба виділити вступ, розділи основного змісту (основні теми, що вивчалися), їх підрозділи (за потребою), висновок, список використаних джерел. У змісті праворуч позначаються номери сторінок початку кожного питання. Кожен розділ починається з нової сторінки.

**Зміст** - сторінка роботи, яка містить назву та номери початкових сторінок усіх розділів, підрозділів та пунктів; заголовки змісту повинні точно повторювати заголовки в тексті і розміщуються один під одним (перелік умовних позначень при необхідності).

**Вступ** - обґрунтовується актуальність теми, її практична значущість; визначається об'єкт, предмет, мета і завдання дослідження; розглядаються методи, за допомогою яких воно проводилось; розкривається структура роботи, її основний зміст. Огляд повинен бути систематизований аналізом теоретичної, методичної й практичної новизни, значущості, переваг та недоліків робіт.

**Розділи і підрозділи основної частини** - проаналізований і систематизований матеріал викладається відповідно до змісту у вигляді окремих розділів і підрозділів (глав і параграфів); кожний розділ висвітлює самостійне питання, а підрозділ окрему частину цього питання; відмічається головна ідея, а також тези кожного підрозділу; розкривається теорія питання та досвід практичної роботи.

**Висновки** - підсумок проведеної роботи, подаються у вигляді окремих лаконічних положень, які відповідають поставленим завданням; відмічається не тільки позитивне та недоліки, а також і конкретні рекомендації щодо їх усунення;

**Список використаної літератури (5-10)** - відображає обсяг використаних джерел та ступінь вивчення досліджуваної теми; містить бібліографічний опис джерел, використаних студентом під час роботи над темою.

**Додатки** - не є обов'язковим елементом і не входять до основного ліміту обсягу роботи, однак підвищують рівень довіри до результатів роботи, свідчать про їхню достовірність; містять допоміжний матеріал у вигляді зразків анкет, тестів, таблиць допоміжних цифрових даних, схем, графіків, карт, ілюстрованого матеріалу та ін.

Загальний обсяг реферату роботи в залежності від обраної теми може варіюватися від 20 до 25 сторінок основного тексту (за узгодженням з викладачем). Обсяг реферату визначається вмінням студента стисло і водночас вичерпно пояснити та проаналізувати наукові інформаційні ресурси

Обов'язкова вимога: чітке посилання на джерела інформації. Всі цифри, факти, думки вчених, цитати, формули повинні мати посилання у вигляді [2] (цифра означає номер джерела у наведеному в кінці творчої роботи списку літератури. Список використаних джерел (не менше 10 джерел) оформляється згідно з діючими правилами. Якщо інформація взята з мережі Інтернет, потрібно, як і для звичайної літератури, вказати автора, назву статті, а потім навести адресу



сайту в Інтернет.

Реферат оцінюється за критеріями: логічності плану; повноти й глибини розкриття теми; правильності формулювання заключень та висновків; оформлення; обґрунтування власної думки студента з цього питання у вигляді висновку.

Граничний термін подання реферату на перевірку: 13-14-й тиждень навчання. Обов'язкова усна доповідь на 3-5 хвилин за обраною темою.

Реферат не перевіряється на плагіат, але повинна відповідати вимогам академічної доброчесності. У разі виявлення академічної не доброчесності, робота анулюється і не перевіряється.

## Політика та контроль

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

#### Відвідування занять

Відвідування лекційних занять не є обов'язковим. Відвідування практичних занять є бажаним, оскільки на них відбувається написання експрес-контрольних робіт / тестових завдань, а також відбувається захист практичних робіт.

Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

#### Пропущені контрольні заходи

Пропущені контрольні заходи (захист практичних робіт) обов'язково відпрацьовуються на наступних заняттях за умови виконання завдання, яке заплановано на поточному занятті, або на консультаціях.

Пропущення написання модульної контрольної роботи та експрес-контрольних не відпрацьовуються.

Розрахунково-графічна робота, яка подається на перевірку з порушенням терміну виконання оцінюється зі зменшенням кількості вагових балів.

#### Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Штрафні бали*	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Активна аудиторна робота у формі трьох додаткових відповідей на поставлене питання.	1 бал (за кожен обґрунтовану додаткову відповідь)	Несвоєчасне виконання та захист практичної роботи	Від -0,5 бали до -5 балів (залежить від терміну здачі)
Самостійна поглиблена теоретична підготовка за темою практичного заняття	3 балів	Несвоєчасне виконання та здача реферату	Від -2 балів до -20 балів (залежить від терміну здачі)

\* якщо контрольний захід був пропущений з поважної причини (хвороба, яка підтверджена довідкою встановленого зразку) – штрафні бали не нараховуються.

#### Академічна доброчесність

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>.

#### Норми етичної поведінки

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>.

### **Процедура оскарження результатів контрольних заходів**

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студент має право оскаржити результати контрольного заходу згідно затвердженого положення Про апеляції в КПІ імені Ігоря Сікорського (затверджено наказом №НОН/128/2021 від 20.05.2021 р.) - <https://osvita.kpi.ua/index.php/node/182>

### **Інклюзивне навчання**

Навчальна дисципліна «Біотермодинаміка та масоперенос» може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, окрім студентів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

### **Дистанційне навчання**

Дистанційне навчання відбувається через Платформу дистанційного навчання «Сікорський».

Дистанційне навчання через проходження додаткових он-лайн курсів за певною тематикою допускається за умови погодження зі студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання пройти он-лайн курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у навчальній дисципліні.

Список курсів пропонується викладачем після виявлення бажання студентами (оскільки банк доступних курсів поновлюється майже щомісяця).

Студент надає документ, що підтверджує проходження дистанційного курсу (у разі проходження повного курсу) або надає виконані практичні завдання з дистанційного курсу та за умови проходження усної співбесіди з викладачем за пройденими темами може отримати оцінки за контрольні заходи, які передбачені за вивченими темами (експрес-контрольні / тестові завдання, практичні роботи).

Виконання практичних робіт, а також виконання розрахунково-графічної роботи, здійснюється під час самостійної роботи студентів у дистанційному режимі (з можливістю консультування з викладачем через електронну пошту, соціальні мережі).

### **Навчання іноземною мовою**

Навчання англійською мовою здійснюється лише для студентів-іноземців.

За бажанням студентів, допускається вивчення матеріалу за допомогою англійськомовних онлайн-курсів за тематикою, яка відповідає тематиці конкретних занять.

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

### **Система оцінювання (поточний контроль):**

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Тестові завдання	45	15	3	45
2.	Відповіді на практичних заняттях	30	5	6	30
3.	Модульна контрольна робота	15	15	1	15
4.	Реферат	25	25	1	10

5.	Залікова робота <sup>1</sup>	90	90	1	90
	Всього				100

Здобувач отримує позитивну залікову оцінку за результатами роботи в семестрі, якщо має підсумковий рейтинг за семестр не менше 60 балів та виконав умови допуску до семестрового контролю, які визначені РСО.3

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи або співбесіди.

Після виконання залікової контрольної роботи, якщо оцінка за залікову контрольну роботу більша ніж за рейтингом, здобувач отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи.

Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом, застосовується «жорстка» РСО – попередній рейтинг здобувача (за винятком балів за семестрове індивідуальне завдання) скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи. Цей варіант формує відповідальне ставлення здобувача до прийняття рішення про виконання залікової контрольної роботи, змушує його критично оцінити рівень своєї підготовки та ретельно готуватися до заліку.

**Календарний контроль (КК)** - проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Метою проведення календарного контролю є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами.

Критерій		Перший КК	Другий КК
Термін календарних контролів		8-ий тиждень	14-ий тиждень
Поточний рейтинг		≥ 24 балів	≥ 40 балів
Умови отримання позитивного результату з календарного контролю	Виконання практичних робіт	КП №№1-4	+
		КП №№5-8	-
	Експрес-контрольні роботи / тестові завдання	Мінімум по 5 будь-яким лекціям	+
		Мінімум по 9 будь-яким лекціям	-
	Модульна контрольна робота	Оцінена МКР	-
Реферат	Оцінений реферат	-	

У разі виявлення академічної не добросовісності під час навчання – контрольний захід не зараховується.

### Семестрова атестація студентів

Обов'язкова умова допуску до екзамену		Критерій
1	Поточний рейтинг	RD ≥ 32
2	Отримання позитивної оцінки за реферат	Більше 8 балів
3	Захищено всі практичні роботи	Більше 0 балів
4	Написання не менше 2 тестових завдань	Більше 14 балів

<sup>1</sup> Враховується в суму рейтингу разом з оцінкою за РГР у разі, якщо студент не набрав 60 балів за семестр або він хоче покращити свою оцінку.

Результати оголошуються кожному студенту окремо у присутності або в дистанційній формі (е-поштою). Також фіксуються в системі «Електронний кампус»

Необов'язкові умови допуску до екзамену:

1. Активність на практичних заняттях.
2. Позитивний результат першої атестації та другої атестації.
3. Відвідування лекційних занять.

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка за університетською шкалою
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

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

Перелік запитань для підготовки до модульної контрольної роботи, а також для підготовки до заліку наведено у додатку 1.

Дистанційне навчання через проходження додаткових он-лайн курсів за певною тематикою допускається за умови погодження зі студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання пройти он-лайн курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у навчальній дисципліні.

Список курсів пропонується викладачем після виявлення бажання студентами (оскільки банк доступних курсів поновлюється майже щомісяця).

Студент надає документ, що підтверджує проходження дистанційного курсу (у разі проходження повного курсу) або надає виконані практичні завдання з дистанційного курсу та за умови проходження усної співбесіди з викладачем за пройденими темами може отримати оцінки за контрольні заходи, які передбачені за вивченими темами (експрес-контрольні / тестові завдання, практичні роботи).

### Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

**Складено** кандидат біологічних наук, доцент кафедри БМІ Калашнікова Лариса Євгенівна

кандидат технічних наук, доцент кафедри БМІ Сичик Марина Михайлівна

**Ухвалено** кафедрою біомедичної інженерії (протокол № \_\_\_ від \_\_\_\_\_)

**Погоджено** Методичною комісією факультету біомедичної інженерії (протокол № \_\_\_ від \_\_\_\_\_)

***Перелік запитань для підготовки до модульної контрольної роботи,  
а також для підготовки до заліку***

- 1. Визначити поняття системи. Які ще класифікації систем вам відомі?*
- 2. Що вивчає біотермодинаміка?. Які є обмеження для термодинаміки?*
- 3. Що вивчає термодинаміка рівноважних і нерівноважних процесів?*
- 4. Які термодинамічні особливості організації живих систем вам відомі?*
- 5. Що таке термодинамічні властивості? Які термодинамічні параметри. Які типи параметрів ви знаєте?*
- 6. Що таке термодинамічні функції? Охарактеризувати термодинамічних функцій.*
- 7. Що таке термодинамічний процес? Які типи термодинамічних процесів ви знаєте?*
- 8. Що таке оборотний і необоротний процес?*
- 9. Які термодинамічні стану ви знаєте?*
- 10. Що таке стаціонарний стан? Які основні характеристики цього стану?*
- 11. Охарактеризувати правило знаків?*
- 12. Охарактеризувати перший закон термодинаміки в застосуванні до біологічних систем*
- 13. Що таке ентальпія системи? Охарактеризувати закон Гессе.*
- 14. Метод калориметрії. Види методу і їх характеристика.*
- 15. Що таке теплобачення. Механізми терморегуляції - загальна характеристика.*
- 16. Охарактеризувати температуру тіла - внутрішню температуру і температуру оболонки*
- 17. Механізми тепловиділення.*
- 18. Механізми зменшення тепла в тілі. Внутрішній і зовнішній тепловий потік. Що таке вторинна і первинна теплота тіла?*
- 19. Що таке фізична терморегуляції?*
- 20. Механізми контролю температури тіла.*
- 21. Нейрогуморальні механізми термогенеза.*
- 22. Фактори термогенеза.*
- 23. Назвіть основні гемодинамічні показники руху крові по судинах. Дайте їм визначення.*
- 24. Що таке в'язкість рідини. Яка різниця між ньютонівської і неньютоновської рідиною. Фактори, які впливають на в'язкість крові.*
- 25. Що таке ентропія системи. Які процеси вона характеризує. Другий закон термодинаміки. Ентропія стаціонарного стану.*
- 26. Які зміни можливі для ентропії відкритих систем?*
- 27. Що таке градієнт? Які види градієнтів характерні для біологічної системи?*
- 28. Види руху крові по судинах: ламінарний і турбулентний. Дати визначення. Як розраховується швидкість руху?*

29. Назвати основні закони гемодинаміки. Що вони демонструють?
30. Назвати основні рушійні сили гемодинаміки.
31. Як визначається сила серця. Основний показник роботи серця. Види роботи серця. Що служить мірою роботи серця
32. Залежність Лапса для визначення тиску серця.
33. Що таке трансмуральний тиск?
34. Які параметри крові визначають особливості її в'язкості?
35. Як визначається швидкість руху води через капілярну сітку?
36. Що таке число Рейнольдса. Що воно показує?
37. Назвати особливості системи кровообігу як гемодинамічної системи.
38. Назвати властивості еритроцитів, які впливають на гемодинаміку крові.
39. Як змінюється в'язкість крові в залежності від діаметра судини?
40. Які основні кількісні характеристики течії неньютоновських рідин?
41. Охарактеризувати основний закон дифузії. Дати характеристику. Що таке швидкість дифузії
42. Що таке осмос? Кількісне визначення осмотичного потоку.
43. Що таке фільтрація? Кількісне визначення фільтраційного потоку.
44. Дати порівняльну характеристику осмотичному, онкотичному і фільтраційному тиску.
45. Як визначається швидкість клубочкової фільтрації? Від яких параметрів вона залежить?
46. Типи потоку повітря в дихальних трубках (дихальних шляхах)
47. Типи опору дихальних шляхів- дати визначення та спосіб їх розрахунку?
48. Назвіть основні гемодинамічні показники руху крові по судинах? Надайте їм визначення.
49. Що таке гідродинамічний супротив в судинах? Як він визначається?
50. Що таке в'язкість рідини? Яка різниця між ньютонівською і неньютоновською рідиною?
51. Назвати фактори, які впливають на в'язкість крові.
52. Що таке ентропія системи? Які процеси вона характеризує?
53. Охарактеризувати другий закон термодинаміки.
54. Які зміни можливі для ентропії відкритих систем?
55. Охарактеризувати ентропію стаціонарного стану.
56. Що таке градієнт? Які види градієнтів характерні для біологічної системи?
57. Що таке закон нерозривному струменя?
58. Надати функціональну класифікацію кровоносних судин.
59. Назвати основні показники гемодинаміки.
60. Що таке пульсова хвиля? Які показники враховуються при розрахунку швидкості пульсової хвилі?
61. Надати порівняльну характеристику потоку крові в артеріях і венах
62. Охарактеризувати потік крові в капілярах.
63. Назвати основні закони гемодинаміки. Що вони демонструють?
64. Що таке гемодинамічний опір?

65. Як визначається сила серця?
66. Залежність Лапса для визначення тиску серця?
67. Який основний показник роботи серця?
68. Охарактеризувати види роботи серця.
69. Як визначається потужність серця?
70. Які параметри крові визначають особливості її в'язкості?
71. Як визначається швидкість руху води через капілярну сітку?
72. Які є особливості системи кровообігу як гемодинамічної системи?
73. Назвати властивості еритроцитів, які впливають на гемодинаміку крові
74. Дати характеристику транспорту речовин через мембрану
75. Що таке фільтрація. Кількісне визначення фільтраційного потоку
76. Види трансцелюлярной транспорту
77. Як визначається швидкість клубочкової фільтрації. Від яких параметрів залежить
78. Назвіть рушійні сили фільтраційного процесу при фільтрації
79. Що таке осмотичний тиск?
80. Що таке онкотичний тиск?
81. Що таке фільтраційний тиск?
82. Назвати активні і пасивні процеси в перенесенні газів.
83. Охарактеризувати роботу дихання.
84. Типи потоку повітря в дихальних трубках (дихальному шляху)
85. Що таке коефіцієнт дифузії Крога? Чим визначається опір дифузії?
86. Що таке парціальний рух речовини, його кількісне визначення?
87. Назвати і дати визначення легневим об'ємами. Що таке об'ємна швидкість потоку газу?
88. З чого складається нирковий фільтр?
89. Які механізми канальцевої реабсорбції?