

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Біологічний факультет
Кафедра біофізики та біоінформатики

Затверджено

на засіданні кафедри
біофізики та біоінформатики
біологічного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 19 від 05 квітня 2023 р.)

Завідувач кафедри,

д.б.н., проф. *Бабський* Андрій БАБСЬКИЙ

Силабус із навчальної дисципліни
«Біофізичні засади енергетичного метаболізму» (англ. мовою),
що викладається в межах ОПП Біофізика
другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 091 – Біологія та біохімія

Львів 2023

**Силабус курсу «Біофізичні засади енергетичного метаболізму»
(англ. мовою) для ОПП «Біофізика»
2023–2024 н.р.**

Назва курсу	Біофізичні засади енергетичного метаболізму (англ. мовою)
Адреса викладання курсу	вул. Грушевського 4, 79005 Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	біологічний факультет, кафедра біофізики та біоінформатики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	091 Біологія та біохімія
Викладачі курсу	Завідувач кафедри біофізики та біоінформатики, д.б.н., проф. Бабський Андрій Мирославович
Контактна інформація викладачів	andriy.babsky@lnu.edu.ua
Консультації по курсу відбуваються	Щосереди, 11:00–12:00 год (вул. Грушевського 4, ауд. 324)
Інформація про курс	Програма вивчення курсу «Біоенергетичні засади енергетичного метаболізму (англ. мовою)» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістра спеціальності 091 Біологія та біохімія, яка викладається в I семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською кредитно-трансферною системою).
Коротка анотація курсу	Цей англomовний курс передбачає цикл лекцій для поглиблення знань про сучасні методи клітинної біоенергетики, особливості функціонування окисно-відновного дихального ланцюга та формування протонного градієнта як форми зберігання енергії, про функціональну та структурну організацію циклу Кребса, різних теорій спряження дихання та окисного фосфорилування, фізичних механізмів синтезу АТФ, роль активних форм кисню в нормі і патології, про транспорт іонів та інших речовин крізь біологічні мембрани, біоенергетику фотосинтезу, особливості біоенергетики бактерій, енергетику різних видів руху, біоенергетичні засади різних фізіологічних функцій. Курс також містить практичні роботи у формі семінарів спрямованих на розширення знань про біофізичні засади енергетичних механізмів та удосконалення наукової розмовної і письмової англійської мови.
Мета та цілі курсу	Поглибити знання магістрів-біофізиків у розумінні механізмів утворення, запасання та використання різних форм енергії у живих організмах та удосконалити рівень наукової англійської мови на прикладі вивчення біоенергетичних механізмів.
Література для вивчення дисципліни	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hawking S., Mlodinov L. A Briefer History of Time. Харків: КСД, 2018. 2. Hawking S. The Illustrated Theory of Everything. New Millennium Press, 2019. 3. Keller P. Basic Principles of MR Imaging. Milwaukee, Wis: General Electric Company, 1988. 4. Nelson D., Cox M. Lehningers Principles of Biochemistry.

	<p>New York: W.H. Freedom and Co., 2005</p> <p>5. Lowen A. Bioenergetics: The Revolutionary Therapy That Uses the Language of the Body to Heal the Problems of the Mind, 1994</p> <p>6. Sherwood L. Human Physiology: From Cells to Systems, 9th edition, Brooks/Cole, Cengage Learning, 2016.</p> <p>7. Widmaier E. et al. Vander's Human Physiology. 11th Ed. New York, McGraw-Hill, 2008</p> <p>8. Wehrli F. Advanced MR Imaging Techniques. Milwaukee: General Electric Company, 1988</p> <p>9. Wolfe J. Cellular Thermodynamics. In: Encyclopedia of Life Sciences, Macmillan Publishers Ltd, Nature Publishing Group, 2002</p> <p>10. Кайку М. Фізика майбутнього. Львів: Літопис, 2017</p>
Тривалість курсу	один семестр
Обсяг курсу	120 год, з яких 32 год лекційних занять, 16 год практичних занять та 72 год самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення курсу студент повинен на підставі даних сучасної англomовної наукової літератури:</p> <p>знати особливості термодинаміки рівноважних та нерівноважних живих систем та молекулярні механізми енергетики живої клітини, проблематику механізмів спряження дихання та окисного фосфорилування, особливості про- та антиоксидантного метаболізму, роль енергетичних процесів у формуванні електрохімічного мембранного потенціалу та у транспортних системах клітинних мембран;</p> <p>вміти використовувати отримані знання у розумінні механізмів адаптації чи патологічних змін організму і грамотно описувати отримані експериментальні дані, готувати літературний огляд та обговорення результатів за написання тез, статей та кваліфікаційних робіт англійською мовою.</p> <p>Курс забезпечує набуття таких компетентностей та програмних результатів навчання:</p> <p>ЗК04. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).</p> <p>ЗК05. Здатність розробляти та керувати проектами.</p> <p>ФК01. Здатність користуватися новітніми досягненнями біології, необхідними для професійної, дослідницької та/або інноваційної діяльності.</p> <p>ФК03. Здатність користуватися сучасними інформаційними технологіями та аналізувати інформацію в галузі біології і на межі предметних галузей.</p> <p>ФК04. Здатність аналізувати і узагальнювати результати досліджень різних рівнів організації живого, біологічних явищ і процесів.</p> <p>ФК06. Здатність прогнозувати напрямки розвитку сучасної біології на основі загального аналізу розвитку науки і технологій.</p> <p>ФК07. Здатність діагностувати стан біологічних систем за результатами дослідження організмів різних рівнів організації.</p> <p>ФК11. Розуміння біофізичних та молекулярних механізмів функціонування різних видів клітин, субклітинних структур, тканин, органів та організму в цілому за нормальних умов та патологічних станів, та за впливу зовнішніх чинників.</p> <p>ФК12. Здатність відповідно до поставленої задачі, самостійно</p>

	<p>вибирати біофізичні методи досліджень із урахуванням особливостей біологічних об'єктів, планувати та проводити етапи виконання науково-технічних розробок в галузі біофізики.</p> <p>ПРН01. Володіти державною та іноземною мовами на рівні, достатньому для спілкування з професійних питань та презентації результатів власних досліджень.</p> <p>ПРН02. Використовувати бібліотеки, інформаційні бази даних, інтернет ресурси для пошуку необхідної інформації.</p> <p>ПРН06. Аналізувати біологічні явища та процеси на молекулярному, клітинному, організменному, популяційно-видовому та біосферному рівнях з точки зору фундаментальних загальнонаукових знань, а також за використання спеціальних сучасних методів досліджень.</p> <p>ПРН07. Описувати й аналізувати принципи структурно-функціональної організації, механізмів регуляції та адаптації організмів до впливу різних чинників.</p> <p>ПРН13. Дотримуватися основних правил біологічної етики, біобезпеки, біозахисту, оцінювати ризики застосування новітніх біологічних, біотехнологічних і медико-біологічних методів та технологій, визначати потенційно небезпечні організми чи виробничі процеси, що можуть створювати загрозу виникнення надзвичайних ситуацій.</p> <p>ПРН14. Дотримуватись норм академічної доброчесності під час навчання та провадження наукової діяльності, знати основні правові норми щодо захисту інтелектуальної власності.</p> <p>ПРН16. Критично осмислювати теорії, принципи, методи з різних галузей біології для вирішення практичних задач і проблем.</p> <p>ПРН17. Встановлювати та аргументувати нові залежності та закономірності між параметрами та характеристиками складних біофізичних систем.</p> <p>ПРН18. Аналізувати відомі принципи та механізми структурно-функціональної організації, регуляції та адаптації організмів.</p> <p>ПРН21. Критично осмислювати та аналізувати основні напрямки сучасної практичної біофізики, для вирішення актуальних проблем.</p>
Ключові слова	Біоенергетика, мітохондрії, гліколіз, окисне фосфорилування, АТФ, мембранний потенціал (Bioenergetics, mitochondria, glycolysis, oxidative phosphorylation, ATP, membrane potential)
Формат курсу	Очний: проведення лекцій, практичних/семінарських робіт та консультації для кращого розуміння тем.
Теми	Наведено у табл. 1
Підсумковий контроль	Залік у кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань із фізики, біофізики, біохімії, біоенергетики, англійської мови.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Лекція, презентація (ілюстрація, демонстрація), розповідь, пояснення, дискусія
Необхідне обладнання	Персональний комп'ютер підключений до інтернету з можливістю проведення занять on-line на платформах ZOOM та Microsoft Teams, загальнонавчавні комп'ютерні програми і операційні системи, проектор
Критерії оцінювання	Оцінювання проводять за 100-бальною шкалою. Бали

<p>(окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<p>нараховують за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • практичні (семінарські) заняття: 50 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 50; • контрольний замір (модуль): 50 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 50. <p>Бали на практичних заняттях: студент має підготувати одну доповідь, яка оцінюється у 30 балів (якість презентації, науковий і мовний рівень матеріалу та володіння ним, відповіді на питання) та одну рецензію на доповідь колеги-студента, яка оцінюється в 15 балів (невелика співдоповідь, актуальність обраної теми, зміст доповіді та оформлення презентації, мовний рівень). Активність в обговоренні розглянутих тем оцінюється у 5 балів. Всього: 30 + 15 + 5 = 50 балів.</p> <p>Бали за модуль: студенти пишуть одну модульну контрольну роботу, яка оцінюється у 50 балів (20 тестових завдань в системі Moodle). Приготування до модуля передбачає самопідготовку в системі Moodle (кількість дозволених проб 3).</p> <p>Академічна доброчесність: очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків визначених для виконання усіх видів письмових робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<p>Питання до модульних контролів (замірів знань)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modern methods of cellular bioenergetics. 2. Polarography and pH-metry. 3. Nuclear magnetic resonance: spectroscopy + tomography. 4. New data on the functional and structural organization of the Krebs cycle. 5. Hypothetical and experimental bases for chemical, conformational and chemiosmotic conjugation theories.

	6. Rotational catalysis of ATP synthesis. 7. Pro- and antioxidant mechanisms of lipid peroxidation. 8. Ca ²⁺ -transport systems in mitochondria. 9. Transport of substrates into mitochondria 10. Therapeutic effects of succinate. 11. The effects of hormones on mitochondrial respiration, oxidative phosphorylation and oxidation of substrates in the adaptation of the body to stress. 12. Comparative characteristics of the energy of skeletal and cardiac muscles. 13. Bioenergetic bases of secretory and neurohormonal processes. 14. Hormonal-substrate-nucleotide systems. 15. Hereditary and "non-hereditary" mitochondrial diseases. 16. Mitochondria as a "target" of action in therapeutic approaches to treatment. 17. Free energy and equilibrium constants. Entropy, enthalpy etc.. 18. ATP as a source of energy storage. 19. Electron flux as a source of biological energy: 20. Nicotine dehydrogenases. Flavin dehydrogenases. 21. Electron-transport chain in mitochondria. 22. Energy storage in the proton gradient. Sodium gradient as a form of energy storage. 23. ATPase and oxidative phosphorylation. 24. Theories of coupling of respiration and oxidative phosphorylation. 25. The structure and role of ATPase. 26. Transport of adenine nucleotides. 27. Adenylate Kinase and AMP Signaling Networks. 28. Biophysical bases of motion. 29. Energy sources for muscle work. Glycolysis during muscle contraction. 30. Bioenergetics of white and red muscles. 31. The role of phosphocreatine in muscles. 32. The movement of lashes and flagella. 33. Energetics of photosynthesis Proton and electron cycles in thylakoids. 34. Light and dark phase of the photosynthesis. 35. Features of bioenergetics in aerobic and anaerobic bacteria. 36. General characteristic and sources of Reactive Oxygen Species. Processes of lipid peroxidation.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1. Схема курсу «Біоенергетичні засади енергетичного метаболізму» (англ. мовою)

	<i>Назви лекцій і тем практичних занять</i>	лек	пр	ср
1	Bioenergetics and thermodynamics. Thermodynamic basics in bioenergetics. Free energy and equilibrium constants. Entropy, enthalpy etc.. Additivity of changes in standard free energy.	2	1	4
2	ATP as a source of energy storage. Energy transfer from ATP: two stages of ATP hydrolysis. ATP and bioluminescence. Other macroergic	2	1	5

	compounds.			
3	Electron flux as a source of biological energy. Methods of electron transfer. Restorative potential. Nicotine dehydrogenases. Flavin dehydrogenases.	2		4
4	Respiratory (electron-transport) chain of mitochondria. Electron transfer reactions in mitochondria. Universal electron acceptors and transporters. Multi-enzyme complexes of the respiratory chain. Energy storage in the proton gradient.	2	2	5
5	ATPase and oxidative phosphorylation.	2		4
6	Chemical, conformational and chemiosmotic theories of coupling of respiration and oxidative phosphorylation. Prof. Peter Mitchell.	2	2	5
7	Structure of ATPase. The structure and role of the F ₁ domain. The structure and role of the F ₀ domain. The mechanism of oxidative phosphorylation. Transport of adenine nucleotides.	2	2	4
8	Adenylate Kinase and AMP Signaling Networks. Adenylate kinase as a bridge between energy generation and utilization sites.	2		5
9	Methods of cellular bioenergetics. Isolation of mitochondria and cells. Evaluation of enzyme activity. Polarography. pH-metry. Positron emission tomography.	2	2	4
10	Nuclear magnetic resonance: spectroscopy + tomography.	2		5
11	Biophysical bases of motion. Mechanism of muscle contraction. Energy sources for muscle work. Glycolysis during muscle contraction.	2	2	4
12	Bioenergetics of white and red muscles.	2		5
13	ATP hydrolysis and oxidative phosphorylation. The role of phosphocreatine. Muscle heat production. Heart energy. The movement of lashes and flagella.	2		4
14	Energetic of photosynthesis. General information about photosynthesis. Physico-chemical bases of photosynthesis. Efficiency of photosynthesis. Integration of photosynthesis in chloroplasts. Proton and electron cycles in thylakoids.	2	2	5
15	Features of bioenergetics in aerobic and anaerobic bacteria.	2		4
16	Are free radicals healthy? General characteristic and sources of Reactive Oxygen Species. Processes of lipid peroxidation. Antioxidative defense of cells.	2	2	5
	Всього	32	16	72

Автор

Бабський

Андрій БАБСЬКИЙ

[Signature]

«Погоджено»
Голова методичної ради
біологічного факультету

Віталій ГОНЧАРЕНКО

«15» лютого 2023 р.

Гарант ОПП

[Signature]

Марта Бюра

«15» лютого 2023 р.