МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Біологічний факультет

Затверджено
на засіданні кафедри фізіології людини і тварин
біологічного факультету
Львівський національний університету
імені Івана Франка
(протокол № 8 від 22 березня 2023 р.)

Завідувач кафедри _____
д.б.н., проф. Володимир МАНЬКО

СИЛАБУС
нормативної навчальної дисципліни
«БІОЕНЕРГЕТИКА»,
що викладається в межах освітньо-професійної програми
ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН
другого (магістерського) рівня вищої освіти
для здобувачів спеціальності 091 Біологія та біохімія

Львів-2023

Силабус курсу «Біоенергетика»
2023–2024 н.р.

Назва курсу	Біоенергетика
Адреса викладання курсу	вул. Грушевського 4, 79005 Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	біологічний факультет, кафедра фізіології людини і тварин
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	09 Біологія / 091 Біологія та біохімія
Викладачі курсу	Завідувач кафедри біофізики та біоінформатики, професор кафедри фізіології людини і тварин, д.б.н. 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)
Сторінка курсу	https://bioweb.lnu.edu.ua/employee/babskyj-a-m
Інформація про курс	Дисципліна «Біоенергетика» є нормативною дисципліною зі спеціальності 091 Біологія та біохімія, освітньо-професійної програми Фізіологія людини і тварин, другого (магістерського) рівня вищої освіти, яка викладається у другому семестрі в обсязі 4-ох кредитів (за Європейською кредитно-трансферною системою).
Коротка анотація курсу	Курс дає широкі знання про перебіг біоенергетичних процесів за нормальних і патологічних фізіологічних процесів, він націлений на поглиблення знань із біоенергетики та формування розуміння взаємодії біоенергетичних процесів і фізіологічних функцій організму на різних рівнях. Програма навчальної дисципліни включає два змістових **модулі:** 1. Сучасні підходи до вивчення питань біоенергетики. 2. Біоенергетичне забезпечення фізіологічних функцій у нормі та за патологічних відхилень. У першому модулі розглядають сучасні фізико-хімічні підходи до вивчення біоенергетичних процесів та молекулярні механізми трансформації енергії у живих системах – від молекули до біогеоценозів. У другому модулі вивчають яку роль відіграють біоенергетичні процеси у забезпеченні чи формуванні нормальних і патологічних фізіологічних функцій.
Мета та цілі курсу	**Метою** викладання навчальної дисципліни "Біоенергетика" є ознайомлення магістрів з новітніми проблемами вивчення біоенергетичного забезпечення фізіологічних функцій та роллю енергетичних процесів у розвитку адаптаційних чи патологічних станів організму. **Ціллю** курсу є поглиблення комплексного розуміння механізмів трансформації енергії та регуляції енергетичних процесів за впливу чинників різної етіології, усвідомлення визначальної ролі енергетичних процесів у фізіологічних реакціях і використання отриманих знань для розуміння механізмів адаптації чи патологічних змін організму.
Література для вивчення дисципліни	**Основна література:**

	1. Бабський А., Іккерт О., Манько В. Основи біоенергетики: підручник [для студ. вищ. навч. закл.] – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2019. – 312 с. 2. Клевець М. Ю., Манько В. В., Гальків М. О. та ін. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем): підручник: [для студ. вищ. навч. закл.] /– Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 304 с. 3. Бабський А.М. Функціональний стан клітин і вміст Na^+ за гіпоксії та канцерогенезу. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, – 2018. – 180 с. 4. Бабський А.М., Шалай Я.Р. Біологічні основи неоплазії. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, – 2023. – 234 с. 5. Нельсон Д.Л., Кокс М.М. Основи біохімії за Ленінджером (Nelson DL, Cox MM. Lehninger Principles in Biochemistry, 4th ed.) Львів: БаК, 2015. – 2156 с. 6. Гордій С.К., Іккерт О.В., Кургалюк Н.М., Ткаченко Г.М. Нейротрансміттери та ефективність дихання секреторних тканин. – Львів: Вид-во ЛНУ, 2006. – 241 с. 7. Nicholls D. Bioenergetics, 4th Edition, Academic Press, 2013. – 434 p. **Додаткова література:** 8. Ганонг В.Ф. Фізіологія людини. Підручник. – Львів: БаК, 2002. – 784 с. 9. Lowen A. Bioenergetics: The Revolutionary Therapy That Uses the Language of the Body to Heal the Problems of the Mind, 1994. 10. Sherwood, Lauralee. Human Physiology: From Cells to Systems, 9th edition, Brooks/Cole, Cengage Learning, 2016. - 912 p. 11. Widmaier, E. et al. (2007). Vander's Human Physiology. 11th Ed. New York, McGraw-Hill, 2008 - 770 p.
Обсяг курсу	120 год, з яких 32 год лекцій, 16 год практичних занять та 72 год самостійної роботи
Очікувані (програмні) результати навчання	У процесі навчання здобувачі набудуть такі компетентності: ЗК02. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології. ЗК04. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів). ФК1. Здатність користуватися новітніми досягненнями біології, необхідними для професійної, дослідницької та/або інноваційної діяльності. ФК3. Здатність користуватися сучасними інформаційними технологіями та аналізувати інформацію в галузі біології і на межі предметних галузей. ФК11. Здатність розуміти та застосовувати сучасні експериментальні та діагностичні методи для дослідження фізіологічних процесів на різних рівнях організації живого: клітинному, тканинному, органному та організмовому. ФК12. Здатність розуміти та пояснювати основні причини виникнення онкологічних трансформацій, особливості фізіології неоплазм, роль апоптозу у нормальних фізіологічних процесах та при лікуванні раку, роль біоенергетичних процесів за фізіологічних та патологічних процесів. ФК14. Здатність розуміти фізіологічні критерії оцінки здоров'я людини та чинники, що визначають і впливають на стан здоров'я людини та шляхи адаптації організму до умов навколишнього середовища. Програмні результати навчання: ПР2. Використовувати бібліотеки, інформаційні бази даних, інтернет ресурси для пошуку необхідної інформації. ПР6. Аналізувати біоенергетичні 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. ПР7. Описувати й аналізувати принципи структурно-функціональної організації, механізми регуляції та адаптації організмів до впливу різних чинників.

	ПР14. Дотримуватись норм академічної доброчесності під час навчання та провадження наукової діяльності, знати основні правові норми щодо захисту інтелектуальної власності. Знати та розуміти основні концепції, теорії та загальну структуру біологічної науки. ПР15. Уміти планувати фізіологічний експеримент, в який залучено дослідження біоенергетичних параметрів організму, органів, клітин чи мітохондрій. ПР16. Уміти критично осмислювати теорії, принципи, методи біоенергетичної галузі для вирішення практичних задач і проблем. ПРН17.Розуміти сучасні методи дослідження клітин (на клітинному і субклітинному рівні), фізіологічних систем та цілого організму. ПР18. Вміти вирішувати проблеми у галузі клітинної фізіології, біоенергетики та системної фізіології за різних функціональних станів організму людини і тварин. Після завершення цього курсу студент буде: **знати** сучасні уявлення про особливості термодинаміки рівноважних та нерівноважних живих систем та молекулярні механізми енергетики живої клітини, проблематику механізмів спряження дихання та окисного фосфорилювання, особливості про- та антиоксидантного метаболізму, роль енергетичних процесів у формуванні електрохімічного мембранного потенціалу та у транспортних системах клітинних мембран **вміти** використовувати отримані знання у розумінні механізмів адаптації чи патологічних змін організму, які мають стосунок до тематики дисертаційної роботи; вміти опрацьовувати сучасну україномовну та англомовну літературу із прикладної біоенергетики; підготувати і представити на семінарі інформацію про механізми функціонування біоенергетичних систем за різних функціональних станів, брати участь у дискусії з колегами та викладачем.
Ключові слова	біоенергетика, фізіологічні функції, АТФ, мітохондрії, мітохондріальні хвороби
Формат курсу	Очний
Теми	Наведено у табл. 1
Підсумковий контроль, форма	Іспит наприкінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу магістранти потребують базових знань із загальної фізіології людини і тварин, біохімії, термодинаміки, клітинної фізіології, біофізики мембран та фізіології дихання.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Лекція, презентація (ілюстрації, демонстрації), розповідь, пояснення, дискусія
Необхідне обладнання	Персональний комп'ютер підключений до інтернету з можливістю проведення занять on-line на платформах ZOOM та Microsoft Teams, загальновживані комп'ютерні програми і операційні системи, проектор
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: • практичні заняття: 25 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 25 (презентація та рецензування наукової доповіді); • контрольні заміри (два модулі): 25 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 25. Іспит студент здає у вигляді усного опитування (три питання у білеті, 50 % семестрової оцінки,), максимальна кількість балів – 50. **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. **Відвідування занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та 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. **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. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.
Питання до модульних контролів (замірів знань)	1) Ентропія. Ентальпія. Поняття вільної енергії. 2) Загальні правила метаболізму. Обмін речовини та енергії. 3) Принцип адитивності у біоенергетиці. 4) АТФ як джерело запасання енергії. 5) Перша стадія гліколізу. 6) Друга стадія гліколізу. Синтез АТФ. 7) Енергетична цінність фосфоенолпірувату і 1,3-дифосфогліцерату. 8) Ключові ферменти гліколізу. 9) Пентозофосфатний шлях окислення глюкози. 10) Роль Ca2+ у функціонуванні циклу Кребса. 11) Термодинамічні засади у біоенергетиці. Закони термодинаміки. 12) Структура і функції сукцинату і сукцинатдегідрогенази. 13) Енергетичне забезпечення руху війок та джгутиків. 14) Гормонально-субстратні системи регуляції енергетичних процесів. 15) Теорія стресу. Вплив катехоламінів на дихання та синтез АТФ у клітині. 16) Вплив ацетилхоліну на дихання та синтез АТФ у клітині. 17) Терапевтична дія сукцинату та інших субстратів циклу Кребса. 18) Регуляція циклу лимонної кислоти. 19) Функціональна роль ацетил-КоА. 20) Компоненти циклу лимонної кислоти як біосинтетичні інтермедіати. 21) Піруватдегідрогеназний комплекс. 22) Функціональна та структурна організація циклу Кребса. 23) Теплопродукція м'язів. Калоригенний ефект. 24) Роль гліколізу і глікогенолізу у м'язовому скороченні. 25) Роль фосфокреатину в енергетичному обміні та у скороченні м'язів. 26) Роль іонів Ca2+ у скороченні м'язів. 27) Енергетична роль аденілаткіназної реакції у м'язах. 28) Роль АТФ у скороченні м'язів. 29) Розміри, форма та ультраструктура мітохондрій. 30) Розподіл і локалізація мітохондрій в клітині. 31) Окисно-відновні реакції у біоенергетичних процесах. 32) Нікотинові і флавінові дегідрогенази. 33) Мітохондріальна ДНК. 34) Будова дихального ланцюга мітохондрій. 35) Цитохроми мітохондрій. 36) Гліколіз за умов дефіциту кисню. 37) Енергетика серця. 38) Спадкові мітохондріальні хвороби. 39) Метод диференційного центрифугування за виділення мітохондрій. 40) Полярографічний метод вивчення мітохондріального дихання 41) pH-метрія за дослідження окисного фосфорилювання та транспорту Ca2+ у мітохондріях. 42) Регуляторна роль аденілаткінази 43) Порушення біоенергетичних процесів у ракових клітинах. 44) АМФ-чутлива кіназа за низькоенергетичних станів організму. 45) Мітохондрії і пошкодження серця за ішемії/реперфузії. 46) Мітохондрії і рак. 47) Роль мітохондрій у розвитку панкреатиту. 48) Біоенергетичні процеси за нейродегенеративних пошкоджень.

Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

Схема курсу «Біоенергетика»

Тиждень	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Термін виконання
Модуль 1. Сучасні підходи до вивчення питань біоенергетики				
1	Сучасні методи клітинної біоенергетики.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 5 год	Keller P. Basic Principles of MR Imaging. Milwaukee, Wisconsin: General Electric Company, 1988.	1 тиждень
2	Дихальний ланцюг.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 5 год	Babcock GT, Wickstrem M. Oxygen activation and the conservation of energy in cell respiration. Nature. 1992; 356: 301-309.	1 тиждень
3	Цикл трикарбонових кислот.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 5 год	Lane N. Life Ascending: The Ten Great Inventions of Evolution. NY: WW Norton & Co.., 2009	1 тиждень
4	Спряження дихання та окисного фосфорилювання.	Лекції – 4 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 4 год	Khan S. Rotary chemioscmic mashines. BBA. 1997; 1322: 86-105.	1 тиждень
5	Синтез АТФ.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 5 год		1 тиждень
6	Мітохондрії й активні форми оксигену.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 5 год	Дробот ЛБ та ін. Reactive oxygen species in signal transduction. Укр. біохім. журн. 2013; 85: 209-217.	1 тиждень
7	Транспорт іонів та інших речовин крізь біологічні мембрани.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4 год	Манько ВВ. Системи транспортування Ca^{2+} у секреторних клітинах екзокринних залоз. Львів, 2011. 217 с.	1 тиждень
8	Біоенергетика фотосинтезу.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4 год		1 тиждень
9	Особливості біоенергетики бактерій.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4 год		1 тиждень
10	Бурштинова біоенергетика.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год,	Kondrashova MN et al. Succinic acid as a	1 тиждень

		самостійна робота – 4 год	physiological signal molecule. In: Signal Molecules and Behavior, Eds. W Winlow et al. Manchester: University Press, 1991; 204-301.	
Модульна к/р 1				
Модуль 2. Біоенергетичне забезпечення фізіологічних функцій у нормі та за патологічних відхилень.				
11	Вплив гормонів на дихання у мітохондріях різних органів.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4 год		1 тиждень
12	Енергетика руху.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 5 год	Opie LH. The Heart. Physiology and Metabolism. NY: Raven Press. 1991; 513 p.	1 тиждень
13	Біоенергетичні основи секреторних і нейрогормональних процесів.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4 год		1 тиждень
14	Гормонально-субстратно-нуклеотидні системи.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4 год		1 тиждень
15	Порушення біоенергетичних процесів і мітохондріальні хвороби.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 5 год	Lowen A. Bioenergetics: The Revolutionary Therapy That Uses the Language of the Body to Heal the Problems of the Mind, 1994	1 тиждень
16	Мітохондрії як «мішень» дії за терапевтичних підходів до лікування.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 5 год		1 тиждень
Модульна к/р 2				

Автор Андрій БАБСЬКИЙ

«Погоджено»
Голова методичної ради
біологічного факультету

_____Віталій ГОНЧАРЕНКО

"___15__"____березня__2023 р.

Гарант ОПП

_____Оксана ІККЕРТ

«14»_____03._____2023 р.