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
Львівський національний університету
імені Івана Франка
(протокол №1 від 01 вересня 2022 р.)

Завідувач кафедри
д.б.н., проф. Андрій БАБСЬКИЙ

СИЛАБУС
навчальної дисципліни «БІОФІЗИКА»,
що викладається в межах ОПП Біологія
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів спеціальності 091 Біологія

Львів-2022

Силабус курсу «Біофізика»

Назва курсу	Біофізика
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	09 Біологія, 091 Біологія
Викладачі курсу	**Бабський Андрій Мирославович** завідувач кафедри біофізики та біоінформатики, д.б.н., професор; **Бура Марта Володимирівна** доцент кафедри біофізики та біоінформатики, к.б.н., доцент; **Гарасим Наталія Петрівна** доцент кафедри біофізики та біоінформатики, к.б.н., доцент; **Генега Анастасія Богданівна** доцент кафедри біофізики та біоінформатики, к.б.н., доцент; **Шалай Ярина Романівна (заочна форма)** доцент кафедри біофізики та біоінформатики, к.б.н., доцент.
Контактна інформація викладачів	andriy.babsky@lnu.edu.ua marta.bura@lnu.edu.ua nataliya.harasym@lnu.edu.ua anastasiya.heneha@lnu.edu.ua Yaryna.Shalay@lnu.edu.ua
Консультації по курсу відбуваються	**Аудиторні консультації:** щосереди/щоп'ятниці, 13:30-15:00 (вул. Грушевського 4, корпус Львівського національного університету імені Івана Франка, біологічний факультет, III поверх, ауд. № 325 (викладацька)). **Онлайн-консультації**: через Zoom; за допомогою попередньої домовленості. Для погодження часу онлайн-консультацій слід писати на електронну пошту Бурої М.В. (I потік), Генеги А.Б. та Гарасим Н.П. (II потік), Шалай Я.Р. (заочна форма навчання).
Сторінка курсу	https://bioweb.lnu.edu.ua/course/biofizyka
Інформація про курс	Курс розроблено таким чином, щоб сформувати у студентів біофізичне мислення та базові знання, необхідні для сприйняття й розуміння сучасної біофізики; здатність кількісного опису складних біологічних явищ на основі точних експериментів та задовольнити інтерес до вивчення природних явищ. Особлива увага звернена на застосування точних і чутливих біофізичних методів досліджень, на вміння оцінити біофізичні параметри й вірно використати їх для побудови фізичних і математичних моделей біологічних об'єктів. Лекції присвячені детальному розгляду термодинаміки рівноважних та нерівноважних станів, молекулярній, клітинній біофізиці, механізмам мембранного транспорту, електрогенезу, м'язової та нем'язової форм рухливості, трансформації енергії в мембранах мітохондрій та пластид, основам фотобіології, біофізиці сенсорних і складних систем, радіаційній біофізиці.

Коротка анотація курсу	Дисципліна «Біофізика» є нормативною дисципліною зі спеціальності 091 Біологія для освітньої програми бакалавра, яка викладається в 5 семестрі в обсязі 5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою). Тривалість курсу: обсяг курсу 150, самостійних 54, аудиторних 96 (для заочної форми навчання – 5 кредитів, обсяг курсу 150, самостійних 120, аудиторних 30). Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів: **1. Термодинаміка. Молекулярна біофізика.** **2. Біофізика клітинних процесів та складних систем.** У **першому модулі** розкрито загальні принципи термодинамічного аналізу складних систем з використанням законів класичної термодинаміки і термодинаміки нерівноважних процесів, кінетичного аналізу складних систем; вивчають будову та властивості біологічних макромолекул та сучасні біофізичних методів дослідження для ідентифікації біомакромолекул. У **другому модулі** вивчають організацію і принципи функціонування організмів (від клітинного до організменного рівня); механізми мембранного транспорту, електрогенезу, принципи м'язової та нем'язової форм рухливості, трансформації енергії в мембранах мітохондрій та пластид, основи фотобіології, властивості сенсорного відчуття і його зв'язок із свідомістю.
Мета та цілі курсу	Метою викладання навчальної нормативної дисципліни "Біофізика" – сформувати у студентів біофізичне мислення та базові знання, необхідні для сприйняття й розуміння сучасної біофізики; елементарні експериментальні навички кількісного опису складних біологічних явищ на основі точних методі та задовольнити інтерес до вивчення природних явищ. Особлива увага звернена на застосування сучасних і чутливих біофізичних методів досліджень, на вміння оцінити біофізичні параметри й вірно використати їх для побудови фізичних і математичних моделей біологічних об'єктів.
Література для вивчення дисципліни-логії	**Основна література:** 1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура І.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА / Під редакцією П.Г.Костюка. – К.: Оберіг, 2001. – 544 с. 3. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с. – (Серія «Біологічні Студії»). 4. *Бабський А, Іккерт О, Манько В.* Основи біоенергетики: підручник [для студ. вищ. навч. закл.] – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2019. – 312 с. – (Серія «Біологічні студії»). 5. *Костюк П.Г. та др. Биофизика.* – К.: «Высшая школа», 1988. – 504 с. 6. *Деркач М.П.* Основи біофізики. - Вид-во Львівського ун-ту, 1967. – 159с. 7. *Рубин А.Б.* Биофизика 1, 2 том. – М.: «Высшая школа», 1987. 8. *Посудін Ю.І.* Біофізика: Підручник.– Київ, 2016. – 451 с. 9. *Літнарович Р.М.* Біофізика. Медична фізика, теоретична і прикладна фізика. Збірник задач. МЕГУ, Рівне, 2011.- 39 с. http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/17359 10. *Азнакаєв Е.Г.* Біофізика. Навч.посібник.- К.:Книжкове вид-во НАУ, 2005.- 308 с. 11. *Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М.* Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003. 591 с. 12. *Зима В.Л.* Біофізика. Збірник задач. − К.: Вища шк., 2001. – 124 с. **Додаткова література:** 13. *Санагурський Д.І.* Об'єкти біофізики: Монографія. – Львів. Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 522 с. 14. *Гойда Е.А.* Биофизические аспекты раннего онтогенеза животных. – К.: Наукова думка. – 1993. – 224 с.

	15. *Клевець М.Ю.* Фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем. – В кн.: Фізіологія людини і тварин: Навч. пос. – Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 2000. – С.168-188. 16. *Гамалея Н.Ф.* Лазери в медицині. – Київ, Здоров'я. – 1988. – 43 с. 17. *Болдырев А.А.* Биологические мембраны и транспорт ионов. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 208 с. 18. *Владимиров Ю.А., Потапенко А.Я.* Физико-химические основы фотобиологических процессов.– М.:Высшая школа.– 1989.– 252 с. 19. *Владимиров Ю.И., Аргаков А.И.* Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. – М.: Наука. – 1972. – 252 с. 20. *Feliks Jaroszyk*. Biofizyka podrecznik dla studentov, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2008. 21. *Zofia Jozwiak, Grzegorz Bartosz.* Biofizyka-wybrane zagadnienia wraz z cwiczeniami, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2008. 22. *Швець, О.Ю. Небеснюк, З.А. Ніконова, А.О. Ніконова.* Біофізика. Навч.посібн. /Запоріжжя.- Видавництво ЗДІА, 2008. – 306 с. 23. *Hristos Glavinas, Peter Krajcsi, Judit Cserepes and Baldzs Sarkadi* The Role of ABC Transporters in Drug Resistance, Metabolism and Toxicity // Current Drug Delivery, 2004, 1, 27-42 24. *Lutz Schmitt and Robert Tampef* Structure and mechanism of ABC transporters// Current Opinion in Structural Biology 2002, 12:754-760. 25. *Mary Luckey*. Membrane Structural Biology: With Biochemical and BiophysicalFoundations // Cambridge University Press, 2008. ‑ 344 pp. **Інформаційні ресурси** 26. https://vulms.vu.edu.pk/Courses/BIO503/Downloads/Book-Introduction%20to%20Molecular%20Biophysics.pdf 27. Meyer B. Jackson, Molecular and Cellular Biophysics, 2006, 524 p. 28. Glaser "Biophysics" 29. *Романовский Ю.М. и др.* Математическая биофизика. М.: Наука, 1984.djvu
Тривалість курсу	**Денна форма навчання:** один семестр (150 год) **Заочна форма навчання:** два семестри (150 год)
Обсяг курсу	**Денна форма навчання** (див. табл. 1): 96 години аудиторних занять. З них: 64 годин лекцій; 32 годин лабораторних занять; 54 години самостійної роботи. **Заочна форма навчання** (див. табл. 2): 30 години аудиторних занять. З них: 20 годин лекцій; 10 годин лабораторних занять; 120 години самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен: - ***знати*** основні поняття, теорії та закони біологічної фізики; класифікацію, методи роботи, властивості біофізичних систем; особливості механізмів трансформації різних видів енергії в живих системах; біомеханічні основи рухових дій і рухової діяльності; основи перетворення енергії в живому організмі; принципи теорії проникності, особливості протікання явищ дифузії, теплопровідності, електропровідності в мембранній структурі; сутність особливості протікання збудження по нервовому волокні; фундаментальну і сучасну біофізичну літературу. - **вміти** застосовувати знання у практичній діяльності; володіти основами системного підходу до аналізу складних явищ; застосовувати на практиці знання механізмів трансформації різних видів енергії в живих системах; пояснити основні

	принципи сучасних біофізичних методів дослідження та ідентифікації біомакромолекул; вирішувати тестові завдання; уміти синтезувати знання в нових ситуаціях; уміти проводити енергетичний аналіз деяких біологічних процесів; уміти здобувати нові знання, використовуючи сучасні інформаційні освітні технології.
Ключові слова	Біофізика, термодинаміка, плазматична мембрана, мембранний потенціал, клітина, транспорт, електрогенез, фотобіологія, трансдукція, відчуття.
Формат курсу	очний/заочний **Очна (денна) форма** навчання передбачає постійний особистий (лабораторні заняття) контакт та дистанційні заняття (лекції) науково-педагогічного працівника і студента. Студенти денної форми навчання зобов'язані відвідувати навчальні заняття згідно з розкладом та своєчасно виконувати навчальні завдання згідно з робочою програмою. **Заочна форма навчання** – це навчання, яке поєднує в собі риси самостійного й очного навчання. Характеризується етапністю. На першому етапі відбувається отримання бази знань і методики для самостійного засвоєння навчальної інформації та формування умінь (настановча сесія), на другому етапі студент-заочник самостійно засвоює навчальний матеріал, виконує заплановані індивідуальні завдання, а на третьому – проводиться безпосередня перевірка результатів навчання.
Теми	Наведено у таблиці 1-2
Підсумковий контроль, форма	**Очна (денна) форма** Усний іспит в кінці 5 семестру. **Заочна форма навчання** Усний іспит в кінці 5 семестру. Екзаменаційні білети.
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з фізики, хімії, математики, фізіології, зоології, екології, а також природничих дисциплін, достатніх для аналізу механізмів трансформації різних видів енергії в живих системах.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Основними формами навчання є **лекційна** подача матеріалу, проведення **лабораторних занять**, а також **організація** самостійної роботи студентів. Вивчення дисципліни супроводжується інеформаційними, ілюстративними та проблемними методами навчання. **Лекції** супроводжуються демонстрацією основних положень, таблиць з використанням мультимедійних засобів. На **лабораторних заняттях** здійснюється роз'яснення сутності завдань і підходів до їх вирішення, а також вирішення проблемних питань. Для активізації навчального процесу передбачено застосування сучасних навчальних технологій, таких як проблемні лекції, робота в малих групах (метод «мозгового штурму»). При використанні проблемних лекцій пропонуються питання для самостійного розмірковування. Задаються питання, які заставляють студента шукати розв'язання проблемних ситуацій. Робота в малих групах використовується переважно на **лабораторних** заняттях і створює можливості для участі кожного студента за темою занять. Вона забезпечує формування особистісних якостей і досвіду соціального спілкування.
Необхідне обладнання	Вивчення курсу потребує використання мультимедійного обладнання. Для вивчення курсу достатньо володіти такими програми як Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel, Microsoft Office Power Point, Zoom, MsTeams.
Критерії оцінювання	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: • лабораторні/самостійні тощо: 20 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – **20**;

(окремо для кожного виду навчальної діяльності)	• контрольного опитування у вигляді письмових тестів та відкритих запитань (один модуль в системі Moodle та один усний колоквіум) – 30 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – **30**; • іспит (усний іспит, білет із трьома основними запитаннями (по 15 балів) та додаткові запитання – максимум 5 балів – **50** балів. Підсумковий контроль – **усний іспит**, враховуючи результати виконання студентом усіх видів робіт на лабораторних заняттях та контрольних замірів упродовж семестру.
Питання до модульних контролів (замірів знань)	1. Предмет, методи, завдання та історія біофізики. 2. Історія становлення Біофізики як науки. Видатні біофізики України. 3. Термодинамічні системи. І закон термодинаміки. 4. Ентальпія. Закон Геса. 5. Калориметрія. 6. ІІ закон термодинаміки. Ентропія. 7. Ентропія як нова функція стану системи і як кількісний показник здатності системи до самовільних змін 8. Термодинамічні потенціали. 9. Зміна стандартної вільної енергія та константа рівноваги. 10. Хімічний та електрохімічний потенціали. 11. Відкриті системи та зміни ентропії в них. 12. Співвідношення взаємностей Онзагера. 13. Теорема Пригожина. 14. Стаціонарний стан та стан рівноваги. 15. Коливні моделі. Модель Вольтер-Лотка. 16. Принцип Ле-Шательє. 17. Нелінійна термодинаміка незворотних процесів. Дисипативна функція. 18. Кінетика ферментативних процесів. 19. Фермент-субстратна взаємодія. Рівняння Міхаеліса-Ментен. 20. Типи інгібування ферментативних реакцій. 21. Вплив температури на швидкість реакції. Рівняння Ейрінга. 22. Вплив температури на швидкість реакції. Теорія Крамерса. 23. Алостеричні ферменти та їх роль в клітині. 24. Моделі функціонування алостеричних ферментів. 25. Конформація макромолекул. Методи вивчення конформації білкових молекул. 26. Сили, що стабілізують просторову структуру макромолекул. 27. Гідрофобні взаємодії та структура води. 28. Рентгеноструктурний аналіз біополімерів. 29. Гідродинамічні методи дослідження біомакромолекул. В'язкість. 30. Дифузія макромолекул. Поступальна та обертальна дифузія. 31. Седиментація макромолекул. Метод швидкості седиментації. 32. Електрофорез. 33. Флуоресцентна спектроскопія макромолекул. 34. ЯМР. 35. ЕПР. 36. Взаємодія між макромолекулами в сольовому розчині. Теорія Дебая-Хюккеля. 37. Квазіпружне розсіювання світла. 38. Первинна і вторинна структура білків. 39. Білкова глобула. Гідрофобні взаємодії. 40. Флуоресцентна спектроскопія. УФ-флуоресценція білків

	41. Первинна і вторинна структура ДНК. Родини нуклеїнових кислот. 42. Третинна структура нуклеїнових кислот. Білок-нуклеотидне впізнавання. 43. Оптичні характеристики нуклеїнових кислот. 44. Клітинні мембрани. Молекулярна організація мембран. 45. Клітинні мембрани. Моделі плазматичної мембрани. 46. Динаміка ліпідів у мембрані. 47. Білки мембрани і методи їх вивчення. 48. Асиметрія мембран. Цитоскелет і глікокалікс. 49. Роль мембран у старінні клітин. 50. Рідинно-мозаїчна модель мембрани. 51. Асиметричні властивості мембрани 52. Дифузія речовин через мембрану. Проста дифузія. Закон Фіка. 53. Дифузія речовин через мембрану. Полегшена дифузія. 54. Вибіркова іонна проникність мембран. Способи управління іонними каналами. 55. Мембранний транспорт. Зміни вільної енергії компонентів, що транспортуються. 56. Мембранний потенціал. 57. Характеристика АТФаз. Типи АТФаз: P-, V-, F-тип. 58. Характеристика транспортних білків антипортерів, симпортерів та уніпортерів 59. Активний транспорт. Na^+, K^+-АТФаза. Структура та властивості. 60. Активний транспорт Ca^{2+}. 61. Вторинно-активний транспорт. 62. Ендо- та екзоцитоз. 63. Осмос та тонічність клітин 64. Моделювання іонної проникливості мембран. 65. Електричні явища в клітині. Потенціал дії. 66. Поширення потенціалу дії. Кабельна теорія. 67. Методи фіксації потенціалу. Мікроелектроди. 68. Функціональна класифікація іонних каналів 69. Властивості натрієвих каналів. 70. Потенціалзалежні калієві канали, властивості, селективність, блокування. 71. Властивості кальцієвих каналів. 72. Потенціалзалежні хлорні канали. 73. Воротні струми іонних каналів. 74. Поверхневий потенціал клітини. 75. Типи хімічної сигналізації в організмі. 76. Молекули клітинної адгезії. 77. Апоптоз - запрограмована смерть клітини. 78. Апоптоз та некроз. 79. Родини рецепторів клітинної поверхні. 80. Прості та адгезивні контакти. 81. Міжклітинні контакти. Нексуси. 82. Міжклітинні взаємодії. Синапси. 83. Хімічні синапси. Цикл синаптичного пухирця. Нейромедіатори. 84. Функціональні категорії міжклітинних контактів. 85. Передача сигналів від рецепторів мембрани всередину клітини. Посередники. 86. Роль іонів кальцію в регуляції діяльності клітини. 87. Біофізика скорочення гладеньких м'язів. 88. Електричні властивості міокардіальної тканини. Автоматія. Синцитій. 89. Механіка та енергетика скорочення серцевого м'язу. Будова та властивості. 90. Механіка та енергетика скорочення скелетних м'язів. 91. Молекулярні механізми м'язового скорочення.

	92. Зв'язок між збудженням і скороченням у поперечносмугастих м'язах. 93. Механіка скорочення скелетних м’язів. Ізометричний та ізотонічний режим. 94. Механіка скорочення серцевого м’язу. Ізометричний та ізотонічний режим. 95. Нем’язові форми рухливості. 96. Перенос електронів в мембранах мітохондрій. 97. Біоенергетика. Окисно-відновні потенціали. 98. Типи внутрішньомітохондріальних білків. 99. Гіпотези окисного фосфорилювання. 100. Будова та властивості АТФ-синтази. 101. Теорія спряження біологічного окислення та фосфорилювання. 102. Біолюмінесценція. Біохемілюмінісценція. 103. Фотобіологічні процеси. Типи. Загальні закономірності. 104. Закони фотохімії. Елементарні фотохімічні реакції. 105. Біофізика фотосинтезу. Z-схема фотосинтезу. 106. Дія УФ-променів на біологічні системи. 107. Основні поняття теорії інформації Шенона. 108. Шенонівський канал передачі інформації. 109. Загальні принципи функціонування сенсорних систем. Закон Вебера-Фехнера. Закон Стівена. 110. Основні характеристики сенсорних рецепторів. Класифікація рецепторів.
Опи-ту-вання	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

Схема номенклатурного курсу «**БІОФІЗИКА**» для ДЕННОЇ форми навчання

Тиждень	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Завдання, год	Термін виконання
1 тиждень	**Тема. 1. Біофізика як наука, визначення біофізики, предмет і завдання біофізики.** Історія біофізики: біофізичні дослідження в XVII-XVIII ст., розвиток досліджень в біофізику у XIX-XX ст. Методи та методологія біофізики. Перспективи розвитку біофізичних досліджень.	**Лекція** **Лабраторне заняття** (визначення ентальпії та ентропії терм.системи)	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. *Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М.* Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003. 591 с. 3. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с. 4. *Санагурський Д.І.* Об'єкти біофізики: Монографія. – Львів. Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 522 с.	2 год **Сам. робота**: 3 год Етапи розвитку науки та методоло-гії біофізики. 2 год Підготовка матеріалів роботи.	1 тиждень
2 тиждень	**Тема. 2. Термодинаміка біологічних процесів.** Класифікація термодинамічних систем. Термодинамічні параметри і функції стану системи. Закони термодинаміки і їх застосування до стану біологічних систем. Термодинамічні потенціали, електрохімічний потенціал. Калориметрія. Термодинаміка незворотніх процесів. Зміна ентропії у відкритих системах. Співвідношення взаємностей Онзагера. Теорема Пригожина. Стійкість стаціонарного стану. Нелінійна термодинаміка незворотніх процесів.	**Лекція** **ЛЗ** (Розв. задач на тему «Термодинаміка» з використанням дидактичних матеріалів)	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. *Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М.* Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003. 591 с. 3. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с. 4. *Зима В.Л.* Біофізика. Збірник задач. − К.: Вища шк., 2001. – 324 с.	4 год **Сам. робота:** 3 год Різновиди методу калориметрії та його сучасне застосування. 2 год Підготовка теоретичного матеріалу.	1 тиждень
3 тиждень	**Тема. 3. Біологічні макромолекули в розчині.** Сили, що стабілізують просторову структуру макромолекул. Водневі зв'язки. Гідрофобні взаємодії і	**Лекція**	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с.	2 год **Сам. робота:** 3 год	1 тиждень

	структура води. В'язкість розчинів макромолекул. Дифузія макромолекул. Седиментація макромолекул. Електрофорез. Взаємодія між макромолекулами в розчині.	**ЛЗ** (л/р на тему «Визначення енергії активації серця жаби»)	2. *Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М.* Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003. 591 с. 3. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с. 4. *Посудін Ю.І.* Біофізика: Підручник.– Київ, 2016. – 451 с. 5. *Деркач М.П.* Основи біофізики. - Вид-во Львівського ун-ту, 1967. – 159 с.	Метод раманівської спектроскопії. 2 год Підготовка матеріалів роботи та ходу виконання л/р.	
4 тиждень	**Тема. 4. Біофізика білків.** Первинна і вторинна структура білків. Третинна структура білків. Методи вивчення структури білків: диференціальна скануюча мікрокалориметрія, дисперсія оптичного обертання і круговий дихроїзм, абсорбційна і диференціальна спектроскопія, флуоресцентна спектроскопія, ЯМР, ЕПР.	**Лекція** **ЛЗ** (л/р на тему «Вимірювання спектрів поглинання хромофорних амінокислот»	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. *Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М.* Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003. 591 с. 3. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с. 4. *Посудін Ю.І.* Біофізика: Підручник.– Київ, 2016. – 451 с. 5. *Деркач М.П.* Основи біофізики. - Вид-во Львівського ун-ту, 1967. – 159 с. 6. Introduction to Biophysical Techniques *https://www2.mrc-lmb.cam.ac.uk/research/scientific-training/biophysics-lectures/*	2 год **Сам. робота:** 4 год Методи мікрокалориметрії та дисперсії оптичного обертання. Значення. 2 год Підготовка матеріалів роботи та ходу виконання л/р.	1 тиждень

5 тиждень	**Тема. 5. Ферментативний каталіз.** Механізми взаємодії ферменту з субстратом. Теорії, що пояснюють фермент-субстратні взаємодії. Локальні та великомаштабні конформаційні перебудови. Молекулярно-динамічне моделювання. Алостеричні ферменти. Кінетика ферментативних реакцій. Швидкість реакції, порядок реакції. Теорія ферментативного каталізу. Константа Міхаеліса-Ментен. Швидкість реакції і температура.	**Лекція** **ЛЗ** (л/р на тему «Визначення константи швидкості гідролізу білка ферментом трипсином»)	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. *Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М.* Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003. 591 с. 3. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с. 4. *Посудін Ю.І.* Біофізика: Підручник.– Київ, 2016. – 451 с. 5. *Деркач М.П.* Основи біофізики. - Вид-во Львівського ун-ту, 1967. – 159 с.	2 год **Сам. робота:** 3 год Локальні та великомаштабні конформаційні перебудови. Теорії ф. каталізу. 2 год Підготовка матеріалів та ходу виконання л/р.	1 тиждень
6 тиждень	**Тема 6. Біофізика нуклеїнових кислот.** Первинна структура нуклеїнових кислот. Подвійна спіраль ДНК. Рентгеноструктурний аналіз. Конформації ДНК. Оптичні характеристики нуклеїнових кислот. Третинна структура нуклеїнових кислот. Білково-нуклеїнове впізнавання.	**Лекція** **ЛЗ** (л/р на тему «Вимірювання спектрів поглинання нуклеїнових кислот»	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. *Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М.* Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003. 591 с. 3. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с. 4. *Азнакаєв Е.Г.* Біофізика. Навч.посібник.-К.:Книжкове вид-во НАУ, 2005.- 308 с. 5. *Feliks Jaroszyk*. Biofizyka podrecznik dla studentov, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2008.	2 год **Сам. робота:** 3 год Білок-нуклеїнового впізнавання. 2 год Підготовка матеріалів роботи та ходу виконання л/р.	1 тиждень
7 тиждень	**Тема 7. Клітина як складна високовпорядкована система.** Мікроскопічні дослідження клітин. Прокаріотичні клітини. Еукаріотичні клітини. Чинники, що контролюють синтез білків у клітині. Мембрани клітини. Молекулярна організація клітинних мембран. Динаміка ліпідів у мембрані. Мембранні білки.	**Лекція** **ЛЗ** (л/р на тему «Дослі-	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. *Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М.* Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003. 591 с. 3. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В.	2 год **Сам. робота:** 5 год Прокаріоти. Еукаріоти. Трансляція.	1 тиждень

		дження набрякання тканин жаби ваговим методом»	Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с. 4. *Feliks Jaroszyk*. Biofizyka podrecznik dla studentov, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2008.	2 год Підготовка матеріалів роботи та ходу виконання л/р.	
8 тиждень	**Тема 8. Біофізика клітини.** Рідинно-мозаїчна структура мембран. Метод заморожування-сколювання. Білкова асиметрія мембран. Мембранний транспорт. Пасивний транспорт. Дифузія речовин через мембрану. Пасивний потік іонів через клітинну мембрану. Мембранний потенціал. Рівняння Нернста-Планка. Мембранний транспорт. Активний транспорт. Na^+-K^+-помпа. Транспорт іонів кальцію. Ендо- та екзоцитоз.	**Лекція** **ЛЗ** (л/р на тему «Визначення активності АТФази зародків в'юна»	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. *Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М.* Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003. 591 с. 3. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с. 4. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) : підручник : [для студ. вищ. навч. закл.] / М. Ю. Клевець, В. В. Манько, М. О. Гальків, та ін. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 304 с. – (Серія "Біологічні Студії").	2 год Підготовка до 1-го змістовного модуля **Модуль І** 2 год Підготовка матеріалів роботи та ходу виконання л/р.	1 тиждень
9 тиждень	**Тема 9. Фізико-хімічні механізми виникнення мембранного потенціалу.** Вибіркова іонна проникність клітинних мембран. Мембранний потенціал. Пасивний потік іонів через клітинну мембрану. Моделювання іонної проникливості клітинних мембран.	**Лекція** **ЛЗ** (л/р на тему «Дослідження проникності шкіри жаби для метиленового синього»	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. *Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М.* Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003. 591 с. 3. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с. 4. Ганонг В. Фізіологія людини. – Львів: БаК, 2002. – 784 с. 5. Нормальна фізіологія / За ред. В. І. Філімонова. – К. : Здоров'я, 1994.- С. 80-92.	2 год **Сам. робота:** 2 год Властивості плазматичної мембрани. 2 год Підготовка матеріалів роботи та	1 тиждень

				ходу виконання л/р	
10 тиждень	**Тема 10. Електрична збудливість й іонні канали.** Електричні параметри мембран. Потенціал дії. Поширення потенціалу дії. Метод фіксації потенціалу. Потенціалзалежні натрієві канали. Модель Хілле. Блокатори натрієвих каналів. Потенціалзалежні калієві канали, Блокатори калієвих каналів. Потенціалзалежні кальцієві канали. Хлорні канали. Синтез іонних каналів.	**Лекція** **ЛЗ** «Електробіофізика». Захист робіт. Розв'язування задач	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. *Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М.* Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003. 591 с. 3. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с. 4. Ганонг В. Фізіологія людини. – Львів: БаК,.2002. – 784 с. 5. Нормальна фізіологія / За ред. В. І. Філімонова. – К. : Здоров'я, 1994.- С. 80-92. 6. https://www.nature.com/articles/ncomms1533.pdf	2 год **Сам. робота:** 4 год Блокатори натрієвих та калієвих каналів. 2 год Підготовка теоретичного матеріалу.	1 тиждень
11 тиждень	**Тема. 11. Механізми міжклітинних взаємодій**. Щілинні з'єднання . Синапси: хімічні, електричні, змішані синапси. Передача сигналу від рецепторів плазматичної мембрани в середину клітини. Роль іонів кальцію як вторинного посередника.	**Лекція** **ЛЗ** (л/р на тему «Віскозиметрія»	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) : підручник : [для студ. вищ. навч. закл.] / М. Ю. Клевець, В. В. Манько, М. О. Гальків, та ін. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 304 с. – (Серія "Біологічні Студії"). 3. Нормальна фізіологія / За ред. В. І. Філімонова. – К. : Здоров'я, 1994.- С. 80-92. 4. *Feliks Jaroszyk*. Biofizyka podrecznik dla studentov, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2008.	2 год **Сам. робота:** 4 год Роль іонів кальцію як вторинного посередника. Типи Са-звязувальних білків. 2 год Підготовка матеріалів роботи та ходу виконання л/р	1 тиждень
12 тиждень	**Тема. 12. Біофізика м'язових систем**. Біофізика скоротливих процесів. По-	**Лекція**	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА	2 год	1 тиждень

	тенціал дії м'язового волокна. Співпряження між збудженням і скороченням в скелетних м'язах. Звільнення іонів кальцію з саркоплазматичного ретикулуму. Особливості активації скорочення в тонічних м'язових волокнах. Механіка і енергетика скорочення. Ізометричне та ізотонічне скорочення. Енергетика і молекулярні механізми м'язового скорочення. Теорія м'язового скорочення.	**ЛЗ** (л/р на тему «Електрокардіографія»)	– К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) : підручник : вид. 2-ге, доп. : [для студ. вищ. навч. закл.] / М. Ю. Клевець, В. В. Манько, М. О. Гальків, О. В. Іккерт, С. В. Бичкова. – Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2012. – 312 с. – (Серія «Біологічні Студії»). – [Рекомендовано МОН України як навчальний підручник з грифом № 1/11-686 від 10.02.2010]. 3. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) : підручник : [для студ. вищ. навч. закл.] / М. Ю. Клевець, В. В. Манько, М. О. Гальків, та ін. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 304 с. – (Серія "Біологічні Студії"). 4. Нормальна фізіологія / За ред. В. І. Філімонова. – К. : Здоров'я, 1994.- С. 80-92.	**Сам. робота:** 4 год Співпряження між збудженням і скороченням в скелетних м'язах. 2 год Підготовка матеріалів роботи та ходу виконання л/р	
13 тиждень	**Тема. 13. Біофізика клітинної рухомості**. Серцевий м'яз. Електричні властивості міокардіальної тканини. Нем'язова форма рухливості клітин.	**Лекція** **ЛЗ** Захист робіт. Розв'язування задач	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "КУ", 2008. – 567с. 2. Нормальна фізіологія / За ред. В. І. Філімонова. – К. : Здоров'я, 1994.- С. 80-92. 3. *Ганонг В.* Фізіологія людини. – Львів: БаК,.2002. –784 с. 4. *Feliks Jaroszyk*. Biofizyka podrecznik dla studentov, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2008. 5. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. - 182с.	2 год **Сам. робота:** 5 год Теорія м'язового скорочення. 2 год Підготовка теоретичного матеріалу.	1 тиждень
14 тиждень	**Тема. 14. Біоенергетика.** Структура мітохондрій. Перенос електронів в мембранах мітохондрій. Окисно-відновні	**Лекція**	1. *Бабський А, Іккерт О, Манько В.* Основи біоенергетики: підручник [для студ. вищ. навч. закл.] – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2019. – 312 с. – (Серія «Біологічні студії»).	2 год	1 тиждень

	потенціали. Теорія взаємозв'язку окислення і фосфорилювання. Біолюмінесценція і біохемілюмінесценція.	**ЛЗ** (л/р на тему «Визначення активності іонів за допомогою іонселективних електродів»)	2. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 3. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с. 4. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) : підручник : [для студ. вищ. навч. закл.] / М. Ю. Клевець, В. В. Манько, М. О. Гальків, та ін. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2012. – 304 с. – (Серія "Біологічні Студії"). 5. *Ганонг В.* Фізіологія людини. – Львів: БаК,.2002. – 784 с.	**Сам. робота:** 4 год Структура мітохондрій. Біофізичні принципи термодинаміки. 2 год Підготовка матеріалів роботи та ходу виконання л/р	
15 тиждень	**Тема. 15. Фотобіологічні процеси.** Типи фотобіологічних процесів. Загальні закономірності фотобіологічних процесів. Закони фотохімії. Елементарні фотохімічні реакції. Фотосинтез. Організація фотосинтетичного апарату. Фотосинтетичне фосфорилювання. Фоторегуляторні системи. Дія УФ-променів на біологічні системи.	**Лекція** **ЛЗ** (л/р на тему «Визначення розмірів макромолекул»).	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. *Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М.* Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003. 591 с. 3. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с. 4. *Feliks Jaroszyk*. Biofizyka podrecznik dla studentov, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2008.	2 год Сам. робота: 3 год Загальні закономірності фотобіо-логічних процесів. 2 год Підготовка матеріалів роботи та ходу виконання л/р	1 тиждень
16 тиждень	**Тема. 16. Біофізика складних систем.** Основні поняття теорії інформації. Загальні принципи функціонування сенсорних систем. Передача інформації в сенсорних системах. Гомеостаз	**Лекція**	1. *Бура М.В., Санагурський Д.І.* Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с. 2. *Ганонг В.* Фізіологія людини. – Львів: БаК,.2002. – 784 с.	2 год 4 год **Сам. робота:**	1 тиждень

	внутрішнього середовища організму, його регуляція. Математичний аналіз у біофізиці. Планування біологічного експерименту. Математичні моделі біосистем.	**ЛЗ** (л/р на тему «Визначення ізоелектричної точки)	3. Биология сенсорных систем / Под ред. К.Ю.М. Смита. – М.: БИНОМ, Лабораторные знания, 2013. – 583 с. 4. https://www.slideshare.net/AHS_student/lecture-19pain-drreem-alsabah 5. Zimmerman A, Bai L, Ginty DD. The gentle touch receptors of mammalian skin. Science. 2014 Nov 21;346(6212):950-4 6. Dubin AE, Patapoutian A. Nociceptors: the sensors of the pain pathway. J. Clin. Invest. 2010 Nov;120(11):3760-72.	Загальні принципи функціонування сенсорних систем. Гомеостаз **Модуль II** 2 год Підготовка матеріалів роботи.	

Таблиця 2

Схема номенклатурного курсу «**БІОФІЗИКА**» для ЗАОЧНОЇ форми навчання

Тиждень	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Завдання, год	Термін виконання
1 тиждень	**Тема. 1. Біофізика як наука, визначення біофізики, предмет і завдання біофізики.** Історія біофізики: біофізичні дослідження в XVII-XVIII ст., розвиток досліджень в біофізику у XIX-XX ст. Методи та методологія біофізики. Перспективи розвитку біофізичних досліджень.	**Лекція**	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. *Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М.* Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003. 591 с.	2 год **Сам. робота**: 10 год Етапи розвитку науки та методології біофізики.	1 тиждень
2 тиждень	**Тема. 2. Термодинаміка біологічних процесів.** Класифікація термодинамічних систем. Термодинамічні параметри і функції стану системи. Закони термодинаміки і їх застосування до стану біологічних систем. Термодинамічні потенціали, електрохімічний потенціал. Калориметрія. Термодинаміка незворотніх процесів. Зміна ентропії у відкритих системах. Співвідношення взаємностей Онзагера. Теорема Пригожина. Стійкість стаціонарного стану. Нелінійна термодинаміка незворотніх процесів.	**Лекція** **ЛЗ** (з використанням дидактичних матеріалів. Розв'язування задач)	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. *Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М.* Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003. 591 с. 3. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с.	4 год **Сам. робота:** 12 год Різновиди методу калориметрії та його сучасне застосування. 2 год Підготовка теоретичного матеріалу.	1 тиждень
3 тиждень	**Тема. 3. Біологічні макромолекули в розчині.** Сили, що стабілізують просторову структуру макромолекул. Водневі зв'язки. Гідрофобні взаємодії і структура води. В'язкість розчинів макромолекул. Дифузія макромолекул. Седиментація макромолекул. Електрофорез. Взаємодія між макромолекулами в розчині.	**Лекція**	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. *Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М.* Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003. 591 с. 3. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В.	2 год **Сам. робота:** 12 год Метод раманівської спектроскопії. 2 год	1 тиждень

		ЛЗ (л/р на тему «Визначення енергії активації серця жаби»)	Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с.	Підготовка матеріалів роботи та ходу виконання л/р.	
4 тиждень	**Тема. 4. Біофізика білків.** Первинна і вторинна структура білків. Третинна структура білків. Методи вивчення структури білків: диференціальна скануюча мікрокалориметрія, дисперсія оптичного обертання і круговий дихроїзм. Ферментативний каталіз. Механізми взаємодії ферменту з субстратом. Теорії, що пояснюють фермент-субстратні взаємодії. Константа Міхаеліса-Ментен. Швидкість реакції і температура.	**Лекція**	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. *Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М.* Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003. 591 с. 3. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с. 4. *Посудін Ю.І.* Біофізика: Підручник.– Київ, 2016. – 451 с.	2 год **Сам. робота:** 14 год Методи мікрокалориметрії та дисперсії оптичного обертання. Значення.	1 тиждень
5 тиждень	**Тема 5. Біофізика нуклеїнових кислот.** Первинна структура нуклеїнових кислот. Подвійна спіраль ДНК. Рентгеноструктурний аналіз. Конформації ДНК. Оптичні характеристики нуклеїнових кислот. Третинна структура нуклеїнових кислот. Білково-нуклеїнове впізнавання.	**Лекція** **ЛЗ** (л/р на тему «Вимірювання спектрів поглинання нуклеїнових кислот»	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. *Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М.* Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003. 591 с. 3. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с.	2 год **Сам. робота:** 14 год Білок-нуклеїнове впізнавання. 2 год Підготовка матеріалів роботи та ходу виконання л/р.	1 тиждень
6 тиждень	**Тема 6. Біофізика клітини.** Рідинно-мозаїчна структура мембран. Метод заморожування-сколювання. Білкова асиметрія мембран. Мембранний транспорт. Пасивний транспорт. Дифузія речовин через мембрану. Пасивний потік іонів	**Лекція**	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. *Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М.* Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003. 591 с. 3. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] /	2 год	1 тиждень

	через клітинну мембрану. Мембранний потенціал. Рівняння Нернста-Планка. Мембранний транспорт. Активний транспорт. Na^+-K^+-помпа.		А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с.	Підготовка до 1-го змістовного модуля **Сам. робота:** 14 год	
7 тиждень	**Тема 7. Фізико-хімічні механізми виникнення мембранного потенціалу.** Вибіркова іонна проникність клітинних мембран. Мембранний потенціал. Пасивний потік іонів через клітинну мембрану. Моделювання іонної проникливості клітинних мембран.	**Лекція** **ЛЗ** (л/р на тему «Розв'язування задач»	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. *Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М.* Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003. 591 с. 3. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с.	2 год **Сам. робота:** 14 год Властивості плазматичної мембрани. 2 год Підготовка матеріалів роботи	1 тиждень
8 тиждень	**Тема. 8. Біофізика м'язових систем**. Біофізика скоротливих процесів. Потенціал дії м'язового волокна. Співпряження між збудженням і скороченням в скелетних м'язах. Звільнення іонів кальцію з саркоплазматичного ретикулуму. Особливості активації скорочення в тонічних м'язових волокнах. Механіка і енергетика скорочення. Ізометричне та ізотонічне скорочення. Енергетика і молекулярні механізми м'язового скорочення. Теорія м'язового скорочення.	**Лекція**	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 2. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) : підручник : вид. 2-ге, доп. : [для студ. вищ. навч. закл.] / М. Ю. Клевець, В. В. Манько, М. О. Гальків, О. В. Іккерт, С. В. Бичкова. – Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2012. – 312 с. – (Серія «Біологічні Студії»). – [Рекомендовано МОН України як навчальний підручник з грифом № 1/11-686 від 10.02.2010].	2 год **Сам. робота:** 14 год Співпряження між збудженням і скороченням в скелетних м'язах.	1 тиждень
9 тиждень	**Тема. 9. Фотобіологічні процеси.** Типи фотобіологічних процесів. Загальні закономірності фотобіологічних процесів.	**Лекція**	1. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с.	2 год Сам. робота: 16 год	1 тиждень

	Закони фотохімії. Елементарні фотохімічні реакції. Фотосинтез. Організація фотосинтетичного апарату. Фотосинтетичне фосфорилювання. Фоторегуляторні системи. Дія УФ-променів на біологічні системи.	**ЛЗ** (л/р на тему «Розв'язування задач»	2. *Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М.* Медична і біологічна фізика: Підруч.-Львів: Світ, 2003. 591 с. 3. *Тарновська А.В.* Практикум з біофізики: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / А.В. Тарновська, М.Б. Галан, Н.П. Головчак, М.В. Бура, Санагурський Д.І. // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 182 с.	Загальні закономірності фотобіо-логічних процесів. 2 год Підготовка матеріалів роботи до виконання л/р	

Автори курсу Андрій БАБСЬКИЙ

"Погоджено"
Голова методичної ради
біологічного факультету
Віталій ГОНЧАРЕНКО
"31" 08 2022 р.
Гарант ОПП
Ігор ХАМАР
"31" 08 2022 р.