

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»**

*Факультет фізико-технічний*

*Кафедра матеріалознавства і новітніх технологій*

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**БІОФІЗИКА**

Освітня програма **Лабораторна діагностика біологічних систем**

Спеціальність **091 Біологія**

Галузь знань **09 Біологія**

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 2 від 11 вересня 2019 р.

## ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Результати навчання (компетентності)
5. Організація навчання курсу
6. Система оцінювання курсу
7. Політика курсу
8. Рекомендована література

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	Біофізика
<b>Викладач (-і)</b>	Рачій Богдан Іванович
<b>Контактний телефон викладача</b>	роб. 596143
<b>E-mail викладача</b>	bogdan.rachiy@pnu.edu.ua
<b>Формат дисципліни</b>	Дисципліна за вибором ВНЗ
<b>Обсяг дисципліни</b>	3 кредити ECTS (90 годин)
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	<a href="http://www.d-learn.pu.if.ua">http://www.d-learn.pu.if.ua</a>
<b>Консультації</b>	1 год. на тиждень, ауд. 211
<b>2. Анотація до курсу</b>	
<p>Фізика – це фундаментальна наука про природу, про властивості матерії та закони її руху. Вивчає та досліджує елементарні частинки, атомні ядра, атоми та молекули, тверді тіла, рідини й гази, плазму, фізичні поля – гравітаційні, електромагнітні. Фізика складається з окремих розділів, кожний з яких вивчає певний клас питань і об'єктів. Деякі з них, в т.ч. <i>біофізика</i>, виділились в окремі науки.</p> <p>Біофізика вивчає фізичні механізми і фізико-хімічні процеси, які лежать в основі життєдіяльності біологічних об'єктів. Біофізика – це фізика живих систем на всіх рівнях їх організації – молекулярному, мембранному, клітковому, органному, популяційному, біосфери. Біофізика – наука, вивчаюча фізичні властивості біологічних об'єктів, фізичні і фізико-хімічні процеси, які відбуваються в цих об'єктах і лежать в основі їх функціонування. Біофізика – наука про найпростіші і фундаментальні взаємодії, що лежать в основі біологічних явищ.</p> <p>Теоретичні побудови і моделі біофізики ґрунтуються на фізичних поняттях енергії, сили, типів взаємодії, термодинаміки, теорії інформації тощо. Ці поняття відображають природу основних взаємодій і законів руху матерії, що складає предмет фізики. Біологічні закони базуються на загальних закономірностях фізики і хімії. Послідовний розгляд різних проявів життя з позицій цих наук зовсім не залишає місця для ідеалістичного та віталістичного трактування життя. Біологічні форми руху складні, але вони включають простіші фізичні і хімічні форми. Фізика є дуже важливим ключем для вирішення багатьох проблем сучасної біології. Сучасна фізика не зустрічається з границями свого застосування до біологічних об'єктів і явищ. Розвиток біофізики як частини сучасної фізики свідчить про її необмежені можливості. Звичайно, доводиться вводити нові фізичні уявлення, але не нові принципи і закони.</p>	
<b>3. Мета та цілі курсу</b>	
<p>Метою викладання навчальної дисципліни «<i>Біофізика</i>» – є: логічно послідовне формування у студентів знань для сприйняття біологічних об'єктів як таких, що їхнє функціонування піддається опису за допомогою математичних і фізичних законів. Ознайомити їх з основними науковими досягненнями у галузі пізнання біологічних систем. Вивчити роботу і властивості (транспортні, електричні тощо) клітинних мембран, явище фотосинтезу та фотобіологічні процеси.</p> <p>Основними завданнями вивчення дисципліни «<i>Біофізика</i>» є: формування у студентів правильного мислення в даній області знань; глибокого розуміння основних фізичних законів і особливості їх застосування до біологічних систем; вміння аналізувати вплив зовнішніх фізичних факторів на всі біофізичні процеси, що відбуваються в організмах; знання основних принципів життєдіяльності біологічних об'єктів та методики виконання розрахунків для опису основних фізичних процесів у біологічних системах.</p>	
<b>4. Результати навчання (компетентності)</b>	
<p>У результаті вивчення навчальної дисципліни «<i>Біофізика</i>» студент повинен <b>знати:</b> основні поняття та визначення дисципліни; методи вимірювання фізичних параметрів; фізичні та фізико-хімічні процеси в біологічних системах, основні принципи</p>	

термодинаміки біологічних об'єктів; будову та основні властивості клітинних мембран (транспортні, електричні тощо); основні закони фотохімії; явище фотосинтезу; найважливіші формули фізики та біофізики; фізичне і математичне моделювання процесів у біологічних системах; результати впливу фізичних факторів на біологічні об'єкти.

**вміти:** проводити аналіз структури біологічних систем; визначати та вимірювати основні фізичні параметри біологічних систем; оформляти належним чином результати експериментальних досліджень.

## 5. Організація навчання курсу

### Обсяг курсу

Вид заняття	Загальна кількість годин
Лекції	14
Практичні	16
Самостійна робота	60

### Ознаки курсу

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Обов'язковий/ вибірковий
7	<b>091 Біологія</b>	<b>4</b>	<b>За вибором ВНЗ</b>

### Тематика курсу

Тема, план || Форма заняття || Література || Завдання, год. || Вага оцінки || Термін виконання

**Тема 1. Термодинаміка рівноважних станів.** Перший закон термодинаміки, його застосування щодо біологічних об'єктів. Ентальпія. Закон Гесса. Калориметрія й використання її для вимірювання термодинамічних параметрів біосистем. Другий закон термодинаміки. Ентропія. Інформація та зв'язок її з ентропією. Термодинамічні потенціали. Зміна стандартної вільної енергії й константа рівноваги. Хімічний і електрохімічний потенціали. || Лекція || Біофізика. П.Г. Костюк та ін.–К.:Обереги. 2001. –544с., Біофізика. Посібник для студентів. В.І.Кравець. Івано-Франківськ. 2005. – 256 с., Біофізика: підручник. Ю.І. Посудін. Київ. 2016. – 451 с., Волькенштейн М.В. Біофізика. – М.: Наука, 1988 – 592 с. || Термодинамічні системи. Параметри стану термодинамічних систем. Рівноважний і нерівноважний стани. Стаціонарний стан. Оборотні й необоротні процеси. Перший закон термодинаміки для біологічних систем. Основні фізичні величини, що входять у перший закон термодинаміки. Ентальпія: виведення, формула, визначення. Закон Гесса. Застосування закону Гесса. Калориметрія і її використання для вимірювання термодинамічних параметрів біосистем. Ентропія та інформація. Різні формулювання другого закону термодинаміки. Формула Больцмана для ентропії. Термодинамічні потенціали. Вільна енергія Гельмгольца. Вільна енергія Гіббса. Як міняється вільна енергія при самовільних процесах? Рівняння Вант-Гофа. Хімічний і електрохімічний потенціали. Визначення, формули, одиниці вимірювання. Що таке стандартний хімічний потенціал, стандартні умови? || 4 год. || 2 бали || 6-тий тиждень навчання.

**Тема 2. Термодинаміка необоротних процесів.** Зміна ентропії у відкритих термодинамічних системах. Спорідненість хімічної реакції. Швидкість продукції ентропії та дисипативна функція. Теорема Пригожина. Критерії стійкості системи при термодинамічній рівновазі й у стаціонарному стані. || Лекція || Біофізика. П.Г. Костюк та ін.–К.:Обереги. 2001. –544с., Біофізика. Посібник для студентів. В.І.Кравець. Івано-Франківськ. 2005. – 256 с., Біофізика: підручник. Ю.І. Посудін. Київ. 2016. – 451 с., Волькенштейн М.В. Біофізика. – М.: Наука, 1988 – 592 с. || Зміна ентропії у відкритих системах. Фізичний зміст доданків у формулі зміни ентропії у відкритих системах. Швидкість зміни ентропії у відкритих системах. Фізичний зміст доданків у формулі швидкості зміни ентропії. Який стан біологічної системи називають стаціонарним? Що є спільне і чим відрізняється стаціонарний стан від термодинамічної рівноваги. Наведіть приклади стаціонарного стану біологічних систем. Принцип стійкості Ле-Шательє, приклади. Автостабілізація. Що характеризує дисипативна функція. Вираз дисипативної функції через швидкість продукції ентропії у самій системі внаслідок необоротних процесів. Основне рівняння лінійної нерівноважної термодинаміки. Екзергонічні та ендергонічні процеси. Які процеси називаються спряженими? Рівняння Онзагера. || 4 год. || 2 бали || 6-тий тиждень навчання.

**Тема 3. Структурна організація та конформації біомакромолекул.** Конформації макромолекул. Типи внутрішньомолекулярних взаємодій в біомакромолекулах. Гідрофобні взаємодії та

структура води. В'язкість розчинів біомакромолекул. Дифузія макромолекул. Квазіпружне розсіювання світла. Седиментація макромолекул. Електрофорез макромолекул. Взаємодія макромолекул у сольовому розчині (теорія Дебая-Хюккеля) || Лекція || Біофізика. П.Г. Костюк та ін.-К.:Обереги. 2001. –544с., Біофізика. Посібник для студентів. В.І.Кравець. Івано-Франківськ. 2005. – 256 с., Біофізика: підручник. Ю.І. Посудін. Київ. 2016. – 451 с., Волькенштейн М.В. Біофізика. – М.: Наука, 1988 – 592 с. || Основне завдання молекулярної біофізики. Фізична ієрархія біосистем. Основна функція біомолекул. Характеристика мікро- і макромолекул. Особливості структури макромолекул. Рівні структурної організації макромолекул. Природа виникнення електростатичних сил між біологічними макромолекулами. Типи сил Ван-дер-Ваальса. Йонні та йон-дипольні взаємодії. Характеристика водневих зв'язків. Властивості води. Гідрофільні та гідрофобні взаємодії. Взаємодія макромолекул у розчині (теорія Дебая-Хюккеля). Залежність потенціалу ізолюваного точкового заряду від відстані, формула. Основні положення теорії Дебая-Хюккеля. Що таке параметр Дебая-Хюккеля, його розмірність. Як залежить товщина йонної оболонки від температури розчину, пояснити. Як залежить товщина йонної оболонки від концентрації розчину, пояснити. Йонна сила розчину: загальна формула, формула для двох типів йонів з протилежними одиничними зарядами. Явище висолування його застосування. Біофізичні методи дослідження макромолекул. Осмос, пояснити явище осмосу, навести приклади. Осмотичний тиск. Вивести вираз для осмотичного тиску з рівняння Менделєєва-Клапейрона. Принцип роботи осмометра. Закон Вант-Гофа для ідеального розчину. Будова і робота віскозиметра Оствальда. Від чого і як залежить швидкість витікання рідини? Для чого застосовують віскозиметр? Седиментація. Що визначають цим методом? Механізм виникнення явища в'язкості. Закон в'язкої течії Ньютона. Суть методу квазіпружного розсіювання світла макромолекулами. Ефект Доплера. Що визначають цим методом? Електрофорез. Електрофоретична рухливість. Суть методу електрофорезу біомакромолекул. || 4 год.|| 2 бали || 6-тий тиждень навчання.

**Тема 4. Біофізика білків та нуклеїнових кислот.** Дисперсія оптичного повертання білків. Круговий дихроїзм білків. Диференціальна скануюча мікрокалориметрія як метод вивчення доменної будови білків. Суть явища ЯМР. Використання методів ЯМР і ЕПР у біофізичному експерименті. Характер сил, які стабілізують структуру ДНК (водневі зв'язки між комплементарними парами, стекинг-взаємодії). Оптичні характеристики нуклеїнових кислот. Гіперхромний ефект і криві плавлення ДНК. Білково-нуклеїнове пізнавання. || Лекція || Біофізика. П.Г. Костюк та ін.-К.:Обереги. 2001. –544с., Біофізика. Посібник для студентів. В.І.Кравець. Івано-Франківськ. 2005. – 256 с., Біофізика: підручник. Ю.І. Посудін. Київ. 2016. – 451 с., Волькенштейн М.В. Біофізика. – М.: Наука, 1988 – 592 с. || Функції білків в організмі. Первинна структура. Поліконденсація амінокислот. Пептидний зв'язок. Типи вторинної структури білків. Надвторинна структура. Домени. Дисперсія оптичного повертання білків. Трансформація світлового променя у процесі проходження через установку. Чому оптично активна речовина повертає площину поляризації? Який зв'язок між показником заломлення і швидкістю поширення променя? Питоме повертання. Яким приладом визначають спектр ДОП? Для чого застосовують метод ДОП? Круговий дихроїзм білків. Яка причина еліптичності променя, який пройшов крізь оптично активну речовину? Яким приладом визначають спектр КД? Молярна еліптичність. Що і як визначають методом КД? Як обчислити еліптичність променя, якщо відомі молярні частки типів вторинної структури білка. Принцип методу диференційної скануючої мікрокалориметрії. Яку інформацію можна отримати методом диференційної скануючої мікрокалориметрії? Криві плавлення льоду та білка. Що і як можна визначити по кривій плавлення? Закон Ламберта-Бера у диференціальній та інтегральній формі. Чому білок поглинає ультрафіолет? Спектри поглинання та пропускання. Їх вимірювання. Коефіцієнт поглинання, його визначення. Довжина екстинкції, її визначення. Яку інформацію можна отримати із спектра поглинання? Флуоресцентна спектроскопія білків. Шляхи переходу молекули із збудженого синглетного рівня. Триpletний стан. Флуоресценція, фосфоресценція, люмінесценція. Спектр флуоресценції. Спектр збудження. Квантовий вихід флуоресценції. Для чого застосовують флуоресцентну спектроскопію? Оптичні характеристики нуклеїнових кислот. Гіперхромний ефект і криві плавлення ДНК. Білково-нуклеїнове пізнавання. || 4 год.|| 2 бали || 6-тий тиждень навчання.

**Тема 5. Взаємодія ферменту із субстратом.** Методи вимірювання швидких ферментативних реакцій. Кооперативна кінетика реакцій з участю алостеричних ферментів. Виведення рівняння Хілла для некооперативного зв'язування ліганда ферментом. Виведення рівняння Хілла для кооперативного зв'язування ліганда ферментом. Порядок реакції. Рівняння Арреніуса. Енергія

активації та її визначення. Кінетика взаємодії ферменту й субстрату. Рівняння Міхаеліса – Ментен. Графічний метод Лайнуївера – Берка для визначення кінетичних параметрів ферментативних реакцій. Конкурентне інгібування ферментативних реакцій. Неконкурентне інгібування ферментативних реакцій. || Лекція || Біофізика. П.Г. Костюк та ін.–К.:Обереги. 2001. –544с., Біофізика. Посібник для студентів. В.І.Кравець. Івано-Франківськ. 2005. – 256 с., Біофізика: підручник. Ю.І. Посудін. Київ. 2016. – 451 с., Волькенштейн М.В. Биофизика. – М.: Наука, 1988 – 592 с. || Молекулярний механізм взаємодії ферменту із субстратом. Властивості ферментів. Молекулярна активність ферменту. Які фактори необхідні для ефективної дії ферментів? Специфічність властивостей ферменту. Модель «ключ-замок». Модель індукованої відповідності. Типи конформаційних перебудов ферментів. Кофактори ферментів. Швидкість реакції. Що називається порядком реакції? Довести, що концентрація реагентів у ході реакції першого порядку зменшується з часом за експоненціальним законом. Навести приклади реакції першого, нульового і другого порядку. Рівняння реакції взаємодії ферменту й субстрату. Кінетичне рівняння для швидкості зміни концентрації фермент-субстратного комплексу. Вираз для концентрації фермент-субстратного комплексу у стаціонарному стані. Рівняння Міхаеліса-Ментен. Графік  $v([S])$ . Константа Міхаеліса. Конкурентне інгібування ферментативних реакцій. Рівняння реакцій, схема. Кінетичні рівняння для швидкості зміни концентрації фермент-субстратного комплексу та фермент-інгібіторного комплексу. Графік  $v([S])$  та відповідний графік Лайнуївера-Берка. Як зміниться константа Міхаеліса та максимальна швидкість реакції при застосуванні конкурентного інгібітора? Енергія активації. Рівняння Арреніуса. Як залежить швидкість реакції від температури? Перетворити рівняння Арреніуса у лінійне. Експериментальне визначення енергії активації. Вираз для концентрації фермент-субстратного комплексу у стаціонарному стані. Рівняння Міхаеліса-Ментен. Як залежить порядок реакції від концентрації субстрату? Графік Лайнуївера-Берка. Що можна визначити з графіка Лайнуївера-Берка? || 4 год. || 2 бали || 14-тий тиждень навчання.

**Тема 6. Структурно-функціональна організація біомембран.** Будова клітинних мембран. Методика одержання плоских бішарових мембран за Мюллером. Методи вивчення структурної організації біомембран. Порівняльна характеристика мембранних ліпідів. Фазові переходи в мембранах. Мембранний транспорт. Дифузія незаряджених речовин через ліпідний бішар мембрани. Білки-переносники. Канальні білки. Первинний активний транспорт. Вторинний активний транспорт. Ендо- та екзоцитоз. || Лекція || Біофізика. П.Г. Костюк та ін.–К.:Обереги. 2001. –544с., Біофізика. Посібник для студентів. В.І.Кравець. Івано-Франківськ. 2005. – 256 с., Біофізика: підручник. Ю.І. Посудін. Київ. 2016. – 451 с., Волькенштейн М.В. Биофизика. – М.: Наука, 1988 – 592 с. || Будова клітинних мембран. Білки в біологічних мембранах. Інтегральні та периферійні білки їх функції. Методика одержання плоских бішарових мембран за Мюллером. Методи вивчення структурної організації біомембран. Порівняльна характеристика мембранних ліпідів. Фазові переходи в мембранах. Функції клітинних мембран. Структурна організація мембран. Чому ліпіди розтікаються по поверхні води моношаром? Як можна визначити площу поверхні мембрани. Як визначають поверхневий натяг клітини? Метод заморожування-сколювання. Будова фосfolіпідів. Властивості молекул фосfolіпідів. Форма молекул фосfolіпідів. Утворення пор в бішарі фосfolіпідів. Ліпід-ліпідні взаємодії. Латеральна дифузія. Фліп-флоп. Кінки. Що таке ліпосоми і як їх одержують? Як використовують ліпосоми у медицині? Чим відрізняється твердий кристалічний стан мембран і рідкокристалічний? У чому полягає кооперативність фазового переходу мембрани? Температура фазового переходу. Коефіцієнт проникності біомембран. Стаціонарні процеси. Стаціонарний транспорт речовини через мембрану. Рівняння Фіка при стаціонарному транспорті речовини через мембрану. Профіль зміни концентрації речовини біля поверхні мембрани. Явище осмосу, осмотичний тиск. Електроосмос. Рівняння Теорелла. Рівняння Фіка. Коефіцієнт проникності біомембран. Константа Ставермана. Значення константи Ставермана у різних випадках проникності мембрани для речовини й розчинника. Пасивний транспорт речовини через біомембрани. Механізм пасивного транспорту іонів через біомембрани. Типи пасивного транспорту. Вільна дифузія. Риси вільної дифузії. Рівняння процесів (реакцій). Залежність потоку субстрату через мембрану від його концентрації: формула, графік. Полегшена дифузія. Особливості полегшеної дифузії. Відмінність полегшеної дифузії від вільної. Залежність потоку субстрату через мембрану від його концентрації: формула, графік. Активний транспорт йонів. Перечислити відомі системи активного транспорту. Описати роботу натрій-калієвого насосу. Модель Ярдецького. Риси іонних каналів. Які фактори перемикають іонний канал у відкритий стан і навпаки? Яка пропускна здатність іонних каналів? Гіпотеза Мюлліна. Теорія Ейзенмана. || 4 год. || 2 бали || 14-тий тиждень навчання.

**Тема 7. Фізико-хімічні механізми виникнення мембранного потенціалу.** Мембранний потенціал. Виведення рівняння Нернста. Рівновага Гіббса – Доннана. Виведення формули для різниці осмотичних тисків. Рівняння електродифузії Нернста – Планка. Теорія постійного поля. Рівняння Уссінга. Вольт-амперні характеристики мембрани. || Лекція || Біофізика. П.Г. Костюк та ін.–К.:Обереги. 2001. –544с., Біофізика. Посібник для студентів. В.І.Кравець. Івано-Франківськ. 2005. – 256 с., Біофізика: підручник. Ю.І. Посудін. Київ. 2016. – 451 с., Волькенштейн М.В. Біофізика. – М.: Наука, 1988 – 592 с. || Рівняння Нернста. Хімічний потенціал: формула, означення. Електрохімічний потенціал: формула, означення. Умова рівноваги для іонів по обидва боки мембрани. Вивести рівняння Нернста. Рівняння Нернста для одновалентних іонів при 20°C. Обчислити мембранний потенціал, якщо мембрана проникна тільки для іонів калію, їх концентрація всередині клітини - 400 ммоль/л, зовні - 4 ммоль/л. Перфузія. Як зміниться мембранний потенціал, якщо зменшити концентрацію іонів калію всередині клітини у 10 разів? Природа мембранного потенціалу. Скільки іонів калію міститься всередині і зовні нервової клітини? Більше іонів Na міститься всередині чи зовні нервової клітини? Як відрізняється проникність мембрани нервової клітини у стані спокою для іонів калію та натрію? Потенціал спокою нервової клітини. Мембрана у стані спокою заряджена позитивно чи негативно? Пояснити причину виникнення мембранного потенціалу. Калієвий потенціал. Як можна виміряти мембранний потенціал? Пояснити причину виникнення потенціалу дії. Величина потенціалу дії. Швидкість поширення потенціалу дії. Поверхневий заряд мембран. Утворення подвійного електричного шару. Довжина екранування. Параметр Дебая-Хюккеля. Природа мембранного потенціалу спокою. Рівняння Нернста. Рівновага Гіббса-Доннана. Вольт-амперні характеристики мембрани. || 4 год. || 2 бали || 14-тий тиждень навчання.

**Тема 8. Електрична збудливість клітин.** Генерація потенціалу дії нервової клітини. Еквівалентна електрична схема ділянки мембрани. Вольт-амперні характеристики для натрієвого й калієвого струму при збудженні аксона кальмара. Блокатори іонних каналів. Математична модель Ходжкіна – Хакслі опису процесу електричної збудливості: а) модель процесу активації калієвого каналу; б) модель процесу активації натрієвого каналу. Сальтаторне проведення збудження. Кабельна теорія. Константа довжини кабелю. Опір і ємність мембрани. Механізми міжклітинних взаємодій. Щілинні з'єднання. Синаптична передача. Передача сигналів від рецепторів мембрани всередину клітини. Електропровідність біологічних систем. Дисперсія електропровідності клітин. Коефіцієнт поляризації. Значення методу електропровідності для оцінки фізіологічного стану тканин. || Лекція || Біофізика. П.Г. Костюк та ін.–К.:Обереги. 2001. –544с., Біофізика. Посібник для студентів. В.І.Кравець. Івано-Франківськ. 2005. – 256 с., Біофізика: підручник. Ю.І. Посудін. Київ. 2016. – 451 с., Волькенштейн М.В. Біофізика. – М.: Наука, 1988 – 592 с. || Потенціал дії. Як виникає потенціал дії? У скільки разів зростає при цьому провідність натрієвих каналів? Які фактори приводять до відкриття натрієвих каналів? Тривалість, швидкість поширення та амплітуда потенціалу дії. Зобразити спайк і пояснити всі його складові частини. Чому мембранний потенціал після збудження волокна зменшується? Що таке рефрактерний період, його тривалість. Як нормалізується концентрація іонів натрію і калію після збудження? Графік зміни провідності натрієвих і калієвих каналів під час потенціалу дії. Вимірювання іонних струмів за допомогою методів фіксації потенціалу. У чому полягає метод фіксації потенціалу? Еквівалентна електрична схема ділянки мембрани. Пояснити напрямки відповідних ЕРС. Рівняння Нернста для мембранного потенціалу. З яких частин складається трансмембранний струм? Як можна обчислити ємність мембрани? Вольт-амперні характеристики для натрієвого й калієвого струму. Математична модель Ходжкіна - Хакслі стосовно калієвих каналів. Принципи теорії Ходжкіна - Хакслі. Схема потенціального бар'єру мембрани. Вираз для провідності калієвого каналу. Локальні струми та сальтаторне проведення збудження. Що таке рефрактерний період, його тривалість. Чому нервовий імпульс поширюється тільки в один бік? Будова мієлінізованого волокна. Сальтаторне проведення збудження. По якому волокну (з мієліном чи без) швидше проходить нервовий імпульс, пояснити. Як швидкість поширення сигналу залежить від діаметру волокна? Електротонічний потенціал. Кабельна теорія. Пояснити, чому нервовоє волокно можна розглядати як кабель із недосконалими електричними властивостями. Еквівалентна електрична схема аксона. Константа довжини кабеля. Як константа довжини кабеля залежить від товщини аксона? Як константа довжини кабеля залежить від поперечного опору мембрани? Як константа довжини кабеля залежить від питомого опору аксоплазми? Чому сигнал при поширенні вздовж нервового волокна не затухає? Щілинні з'єднання. Будова і характеристики щілинних з'єднань. Роль щілинних з'єднань в ембріогенезі. Чим регулюється проникність щілинних з'єднань.

Синаптична передача. Будова і робота хімічного синапсу. Синаптична затримка, її величина. Будова і робота електричного синапсу. Навести приклади розміщення хімічних і електричних синапсів в організмі. Типи постсинаптичних потенціалів. Передача сигналів від рецепторів мембрани всередину клітини. Непрямий і прямий механізми передачі сигналів від рецепторів мембрани всередину клітини. Схема, пояснення. Молекула-попередник і вторинні посередники при прямому механізмі. Який фермент каталізує дане перетворення? Електропровідність біологічних систем. Типи поляризації, який з них переважає у клітині? Графік залежності опору живої тканини від частоти. Коефіцієнт поляризації. У яких межах знаходиться значення коефіцієнта поляризації? Жива тканина має більший опір змінному чи постійному струму? Як змінюється опір тканин на перших стадіях запалення, пояснити. Як можна виявити ранню стадію ураження організму іонізуючим випромінюванням? Імпеданс біологічних систем. Імпеданс при послідовному з'єднанні активного  $R_a$  і ємнісного  $R_c$  опору: формула, векторна діаграма. Тангенс кута зсуву фаз. Зсув фаз деяких біологічних тканин при частоті 1 кГц. Векторна діаграма для паралельного з'єднання активного опору і ємності. Імпеданс-годограф для паралельного з'єднання опору і ємності. Імпеданс-годограф для реальної живої тканини. || 4 год. || 2 бали || 14-тий тиждень навчання.

**Термодинаміка оборотних та необоротних процесів** || Практична робота || Біофізика. П.Г. Костюк та ін.–К.:Обереги. 2001. –544с., Біофізика. Посібник для студентів. В.І.Кравець. Івано-Франківськ. 2005. 256 с., Біофізика: підручник. Кравець В.І. Методичні рекомендації до проведення практичних занять з біофізики. Івано-Франківськ. 2003. 48 с. Кравець В.І. Лабораторний практикум з біофізики. – Івано-Франківськ, 2004, – 24 с. || 4 год. || 5 балів || за розкладом.

**Вивчення пружних властивостей біологічних тканин** || Практична робота || Біофізика. П.Г. Костюк та ін.–К.:Обереги. 2001. –544с., Біофізика. Посібник для студентів. В.І.Кравець. Івано-Франківськ. 2005. 256 с., Біофізика: підручник. Кравець В.І. Методичні рекомендації до проведення практичних занять з біофізики. Івано-Франківськ. 2003. 48 с. Кравець В.І. Лабораторний практикум з біофізики. – Івано-Франківськ, 2004, – 24 с. || 4 год. || 5 балів || за розкладом.

**Дослідження поверхневого натягу** || Практична робота || Біофізика. П.Г. Костюк та ін.–К.:Обереги. 2001. –544с., Біофізика. Посібник для студентів. В.І.Кравець. Івано-Франківськ. 2005. 256 с., Біофізика: підручник. Кравець В.І. Методичні рекомендації до проведення практичних занять з біофізики. Івано-Франківськ. 2003. 48 с. Кравець В.І. Лабораторний практикум з біофізики. – Івано-Франківськ, 2004, – 24 с. || 4 год. || 5 балів || за розкладом.

**Визначення в'язкості рідин** || Практична робота || Біофізика. П.Г. Костюк та ін.–К.:Обереги. 2001. –544с., Біофізика. Посібник для студентів. В.І.Кравець. Івано-Франківськ. 2005. 256 с., Біофізика: підручник. Кравець В.І. Методичні рекомендації до проведення практичних занять з біофізики. Івано-Франківськ. 2003. 48 с. Кравець В.І. Лабораторний практикум з біофізики. – Івано-Франківськ, 2004, – 24 с. || 4 год. || 5 балів || за розкладом.

**Дослідження випадкових явищ** || Практична робота || Біофізика. П.Г. Костюк та ін.–К.:Обереги. 2001. –544с., Біофізика. Посібник для студентів. В.І.Кравець. Івано-Франківськ. 2005. 256 с., Біофізика: підручник. Кравець В.І. Методичні рекомендації до проведення практичних занять з біофізики. Івано-Франківськ. 2003. 48 с. Кравець В.І. Лабораторний практикум з біофізики. – Івано-Франківськ, 2004, – 24 с. || 4 год. || 5 балів || за розкладом.

**Визначення концентрації іонів за допомогою іонселективних електродів** || Практична робота || Біофізика. П.Г. Костюк та ін.–К.:Обереги. 2001. –544с., Біофізика. Посібник для студентів. В.І.Кравець. Івано-Франківськ. 2005. 256 с., Біофізика: підручник. Кравець В.І. Методичні рекомендації до проведення практичних занять з біофізики. Івано-Франківськ. 2003. 48 с. Кравець В.І. Лабораторний практикум з біофізики. – Івано-Франківськ, 2004, – 24 с. || 4 год. || 5 балів || за розкладом.

**Вивчення електричної моделі нервової клітини** || Практична робота || Біофізика. П.Г. Костюк та ін.–К.:Обереги. 2001. –544с., Біофізика. Посібник для студентів. В.І.Кравець. Івано-Франківськ. 2005. 256 с., Біофізика: підручник. Кравець В.І. Методичні рекомендації до проведення практичних занять з біофізики. Івано-Франківськ. 2003. 48 с. Кравець В.І. Лабораторний практикум з біофізики. – Івано-Франківськ, 2004, – 24 с. || 4 год. || 5 балів || за розкладом.

**Перевірка закону Ламберта-Бера** || Практична робота || Біофізика. П.Г. Костюк та ін.–К.:Обереги. 2001. –544с., Біофізика. Посібник для студентів. В.І.Кравець. Івано-Франківськ. 2005. 256 с., Біофізика: підручник. Кравець В.І. Методичні рекомендації до проведення практичних



занять з біофізики. Івано-Франківськ. 2003. 48 с. Кравець В.І. Лабораторний практикум з біофізики. – Івано-Франківськ, 2004, – 24 с. || 4 год. || 5 балів || за розкладом.

### 6. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу	Загальна система оцінювання курсу накопичувальна бально-рейтингова, що передбачає оцінювання студентів за видами аудиторної та позааудиторної навчальної діяльності, спрямованої на опанування навчального навантаження з освітньої програми: поточний, рубіжний (модульний), підсумковий контроль. Підсумковий контроль здійснюється письмово, письмово-усно або в тестовій формі. Колоквіум № 1 – 8 балів Колоквіум № 2 – 8 балів Практичні роботи – 25 балів Реферат, повідомлення – 5 балів Самостійна робота – 4 бали Екзамен – 50 балів
Вимоги до письмової роботи	Письмова робота з будь-якого виду занять, повинна бути належним чином оформлена, повинна містити умову поставленого завдання (задачі), пояснення, рисунки, формули, графіки тощо. Письмова робота повинна бути грамотно написана і читабельна. Загалом за усні та письмові відповіді студент отримує 25 балів.
Практичні заняття	При оцінці роботи студента на практичному занятті враховується: розуміння студентом теоретичного матеріалу, пов'язаного з темою практичної роботи, вміння теоретично обґрунтовувати отримані експериментальні результати, правильність розрахунків та правильність і послідовність викладання своїх думок при захисті роботи, оформлення роботи. Загалом за виконання практичних робіт студент отримує 25 балів.
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до підсумкового контролю (екзамену), якщо він впродовж семестру за змістові модулі сумарно набрав 25 і більше балів. В протилежному випадку студенту у екзаменаційній відомості робиться запис «не допущений». Практичні заняття, пропущені з поважних причин, повинні бути відпрацьовані у встановленому порядку протягом двох тижнів.

### 7. Політика курсу

Курс передбачає індивідуальну роботу студентів та роботу в групах (практичні заняття). Робота в студентській аудиторії повинна бути дружньою, творчою, відкритою до дискусій, конструктивною. Усі завдання, передбачені програмою, повинні бути виконані студентом у встановлені терміни. Будь-які роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (-20%). Пропуски лекцій та практичних занять без поважних причин виключаються. Студент повинен бути готовим до кожного із практичних занять. Якщо студент не готовий до якогось із практичних занять, то таке заняття повинно бути відпрацьоване у встановленому порядку, але не пізніше двох тижнів. Студент повинен самостійно займатися в бібліотеці або використовуючи інформаційні ресурси.

Студент повинен бути толерантним і поважати думку інших. Заперечення повинні формулюватися тільки в коректній формі. Плагіат та академічна недобросовісність несумісні з принципами діяльності ДВНЗ. Не допускається підказування та списування під час здачі будь-яких робіт (проміжного контролю, модулів, екзамену тощо).

### 8. Рекомендована література

Основна

1. Кравець В.І. Біофізика. – Івано-Франківськ, 2005. – 256 с.
2. Біофізика. П.Г. Костюк та ін. – К.: Обереги. 2001. – 544 с.
3. Швец Є.Я., О.Ю. Небеснюк, З.А. Ніконова, А.О. Ніконова. Біофізика. Навч. посібн./ Запоріжжя.- Видавництво ЗДІА, 2008. - 306 с.

4. Біофізика і біомеханіка: підручник. / В.С.Антонюк, М.О. Бондаренко, В.А. Ващенко, Г.В. Канашевич, Г.С. Тимчик, І.В. Яценко. – Київ: Політехніка, 2012. – 344 с.
5. Владимиров Ю.А., Рошупкин Д.И., Потапенко Д.Я. и др. Биофизика. – М.: Медицина, 1983, – 272с.

Додаткова

1. Кравець В.І. Методичні рекомендації до проведення практичних занять з біофізики. – Івано-Франківськ. 2003. – 48 с.
2. Волькенштейн М.В. Биофизика. – М.: Наука, 1981, – 576с.
3. Кантор Ч., Шиммель П. Биофизическая химия. – М., 1984.
4. Кудряшов Ю.В., Беренфельд Б.С. Основы радиационной биофизики. – М., 1982.
5. Рубин А.Б. Биофизика (в 2-х книгах). – М.: Высшая школа, 1987.
6. Биофизика. Под ред. Тарусова Б.Н. – М.: Высшая школа, 1968. – 468с.
7. Волькенштейн М.В. Общая биофизика. – М.: Наука, 1978, – 592с.
8. Бартенев Г.М., Зеленев Ю.В. Физика и механика полимеров. – М.: В.Ш., 1983. – 391с.
9. Мороз А.С., Ковальова А.Г. Фізична та колоїдна хімія. – Львів: Світ, – 1994, – 280с.
10. Справочник по элементарной химии. Под ред. А.Т.Пилипенко. – К.: Наукова думка, – 1977, – 544с.
11. Кравець В.І. Лабораторний практикум з біофізики. – Івано-Франківськ, 2004, – 24 с.
12. Красільнікова Л.О., Авксентьева О.О., Жмурко В.В. Біохімія рослин. – Харків: Основа, 2007. - 191 с.

Інформаційні ресурси

1. Сайт дистанційного навчання (<http://d-learn.pu.if.ua/>).
2. Підручники для студентів (<https://stud.com.ua/>).
3. Центр навчальної літератури (<http://cul.com.ua/>).
4. Навчально-науковий ресурс (<https://fizmat.7mile.net/>).
5. Наукова бібліотека ДВНЗ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника” (<http://lib.pu.if.ua/hrestomatia.php>).

**Викладач Рачій Богдан Іванович**