

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО

БІОФІЗИКА

ПРОГРАМА
вибіркової навчальної дисципліни
підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»
напряму 6.051401 «Біотехнологія»

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО:

Кафедрою біотехнології та здоров'я людини
Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Дігтяр Сергій Вікторович, ст. викл. каф. біотехнології та здоров'я людини

ЗАТВЕРДЖЕНО на засіданні кафедри біотехнології та здоров'я людини

Протокол № _____ від “ _____ ” _____ 2014 року

Завідувач кафедри

біотехнології та здоров'я людини _____ (підпис) (Никифоров В.В.) (прізвище та ініціали)

ОБГОВОРЕННО ТА РЕКОМЕНДОВАНО до видання методичною комісією
КрНУ за напрямом підготовки 6.051401 «Біотехнологія»

Протокол від “ _____ ” _____ 2014 року № _____

Голова _____ (підпис) (_____) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма вивчення вибіркової навчальної дисципліни «Біофізика» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра напряму «Біотехнологія». Дисципліна є однією з найважливіших в системі підготовки фахівців-біотехнологів.

Будучи переважно біологічною наукою, оскільки основним об'єктом дослідження є живий організм, біофізика в повній мірі використовує універсальний характер основних фізичних законів і суворість математичних підходів при дослідженні процесів життєдіяльності.

Теоретичні і практичні знання сучасної біофізики надають унікальну можливість моделювати і вивчати на різних рівнях організації (молекулярному, субклітинному, клітинному та органному) загальні біологічні реакції, пов'язані, зокрема, з енергетичним та пластичним обміном речовин, що відбувається всередині клітини чи організму в цілому, а також обмінні процеси, які відбуваються між біологічним об'єктом та оточуючим його середовищем.

Також біофізичні методи широко застосовуються у медичних, екологічних, біологічних дослідженнях.

Вивчення біофізики займає важливе місце у підготовці висококваліфікованих фахівців для роботи з біологічними об'єктами у різних галузях.

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Біофізика» є дослідження найпростіших і фундаментальних взаємодій, що лежать в основі біологічних явищ, фізичних і фізико-хімічних процесів, що лежать в основі життя.

Міждисциплінарні зв'язки: біофізика базується на наступних дисциплінах: анатомія, фізика, неорганічна хімія, органічна хімія, цитологія, фізіологія людини і тварин, радіобіологія, ботаніка.

Провідна ідея предмета – показати внутрішньопредметні та міжпредметні зв'язки фізичних, хімічних і біологічних знань стосовно живого організму, а також необхідність інтеграції знань для вирішення завдань в області людинознавства на теоретичному рівні пізнання. Основним елементом структури знань предмета є теорія кінетики біологічних процесів, термодинамічних процесів, теорія впливу електромагнітного випромінювання на живий організм, теорія фотобіологічних процесів, теорія реакції.

Курс «Біофізика» є основою для розуміння базових закономірностей поведінки біологічних систем, він базується на результатах, отриманих в області цитології, генетики, молекулярної біології з використанням фізичних методів дослідження, тому теоретичні положення курсу «Біофізики» розроблялися з урахуванням знань і умінь, отриманих в процесі вивчення вищеперелічених дисциплін. Дисципліна «Біофізика» є важливою базовою

теоретичною складовою освітньої програми й забезпечує вивчення переважної більшості фахових дисциплін та практичної підготовки фахівця з галузі знань 0514 «Біотехнологія».

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

1. Вступ до біофізики. Біофізика мембран.
2. Біофізика складних систем. Біосфера і фізичні поля.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Біофізика» є оволодіння студентом знаннями з основних розділів біологічної фізики.

Теоретичною основою курсу «Біофізика» є опис на молекулярному рівні складу, будови і функціонування компонентів клітини в нормі та патології, дослідження взаємозв'язків структури і функції біологічних систем, молекулярних механізмів регуляції біологічних процесів.

Вивчення біофізики сприяє формуванню та розвитку природничо-наукового мислення, структури діяльності, характерної для натураліста. Взаємозв'язок фізичних, хімічних і біологічних понять курсу забезпечується за рахунок розгляду цих знань в нових синтезованих ситуаціях. При цьому реалізуються принципи науковості, доступності, наочності, зв'язку наукових знань. Біологічні об'єкти розглядаються як вища форма руху матеріального світу, що знаходять і проявляють себе через більш прості, хімічні і фізичні. У зв'язку з цим підкреслюється і розкривається узагальнена методологія пізнання фізико-хімічних явищ в живих системах, що знаходяться в нерозривному зв'язку з навколишнім середовищем, відпрацьовуються єдині підходи до структури пізнавальної діяльності при вивченні природничо-наукових дисциплін.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Біофізика» є:

Теоретичні –

- Освоєння студентами основних принципів і теоретичних положень біофізики;
- Пояснення взаємозв'язку фізичного і біологічного аспектів функціонування живих систем;
- Вивчення біологічних проблем, пов'язаних з фізичними та фізико-хімічними механізмами взаємодій, що лежать в основі біологічних процесів;
- Дослідження механізмів трансформації енергії в біологічних системах, електронно-конформаційних взаємодій в біомакромолекулах, регулювання та самоорганізації складних біологічних систем.

Практичні –

- практичне застосування біофізичних знань у сфері медицини, сільського господарства, екології та біотехнології.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати:

- Основні поняття, теорії та закони біологічної фізики;
- Класифікацію, методи роботи, властивості біофізичних систем;
- Біомеханічні основи рухових дій і рухової діяльності;
- Знати теоретичні концепції сучасної біомеханіки;
- Знати фізичні закономірності руху крові в серцево-судинній системі та методи, що дозволяють оцінити роботу серця;
- Знати основи перетворення енергії в живому організмі;
- Знати основи теорії проникності, особливості протікання явищ дифузії, теплопровідності, електропровідності в мембранній структурі;
- Знати сутність особливості протікання збудження по нервовому закінченні;
- Знати фундаментальну і сучасну біофізичну літературу.

вміти:

- Застосовувати знання у практичній діяльності;
- Вирішувати тестові завдання;
- Володіти основами системного підходу до аналізу складних явищ;
- Вміти синтезувати знання в нових ситуаціях;
- Вміти проводити енергетичний аналіз деяких біологічних процесів;
- Вміти здобувати нові знання, використовуючи сучасні інформаційні освітні технології.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 72 години/ 2 кредити ECTS.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Вступ до біофізики. Біофізика мембран.

ВСТУП

Предмет і завдання біофізики. Біологічні і фізичні процеси і закономірності в живих системах. Методологічні питання біофізики. Історія розвитку вітчизняної біофізики. Завдання біофізики в практиці народного господарства. Біофізика клітинних процесів

БІОФІЗИКА МЕМБРАННИХ ПРОЦЕСІВ.

Структура і функціонування біологічних мембран. Мембрана як універсальний компонент біологічних систем. Розвиток уявлень про структурну організацію мембран. Характеристика мембранних білків. Характеристика мембранних ліпідів. Динаміка структурних елементів мембрани. Білок-ліпідні взаємодії. Вода як складовий елемент біомембран. Модельні мембранні системи. Моношар на межі розділу фаз. Бішарові мембрани. Протеоліпосоми.

Фізико-хімічні механізми стабілізації мембран. Особливості фазових переходів в мембранних системах. Обертальна і трансляційна рухливість фосфоліпідів, фліп-флоп переходи. Рухливість мембранних білків. Вплив зовнішніх (екологічних) факторів на структурно-функціональні характеристики біомембран.

Поверхневий заряд мембранних систем; походження електрокінетичного потенціалу. Явище поляризації в мембранах. Дисперсія електропровідності, ємності, діелектричної проникності. Залежність діелектричних втрат від частоти. Особливості структури живих клітин і тканин, що лежать в основі їх електричних властивостей.

Вільні радикали при ланцюгових реакціях окислення ліпідів в мембранах та інших клітинних структурах. Утворення вільних радикалів у тканинах в нормі і при патологічних процесах. Роль активних форм кисню. Антиоксиданти, механізм їх біологічної дії. Природні антиоксиданти тканин та їх біологічна роль.

БІОФІЗИКА ПРОЦЕСІВ ТРАНСПОРТУ РЕЧОВИН ЧЕРЕЗ БІОМЕМБРАНИ І БІОЕЛЕКТРОГЕНЕЗ.

Пасивний і активний транспорт речовин через біомембрани.

Транспорт неелектролітів. Проникність мембран для води. Проста дифузія. Органічна дифузія. Зв'язок проникності мембран з розчинністю проникаючих речовин в ліпідах. Полегшена дифузія. Транспорт цукрів і амінокислот через мембрани за участю переносників. Піноцитоз.

Транспорт електролітів. Електрохімічний потенціал. Іонна рівновага на кордоні мембрана-розчин. Профілі потенціалу та концентрації іонів у подвійному електричному шарі. Рівновага Доннана. Пасивний транспорт; рушійні сили перенесення іонів. Електродифузне рівняння Нерста-Планка. Рівняння постійного поля для потенціалу і іонного потоку. Проникність і провідність. Співвідношення односторонніх потоків (співвідношення Уссінга).

Потенціал спокою, його походження. Активний транспорт. Електрогенний транспорт іонів. Участь АТФаз в активному транспорті іонів через біологічні мембрани. Іонні канали: теорія однорядного транспорту. Іоноформи: переносники і каналоутворюючі агенти. Іонна селективність мембран (термодинамічний кінетичний підходи). Модель паралельного функціонування пасивних і активних шляхів перенесення іонів.

Потенціал дії. Роль іонів Na і K в генерації потенціалу дії в нервових, м'язових волокнах і у інших об'єктів; роль іонів Ca і Cl. Кінетика потоків іонів при збудженні. Механізм активації та інактивації каналів.

Опис іонних струмів в моделі Ходжкіна-Хакслі. Зворотні струми. Математична модель нелінійних процесів мембранного транспорту. Флуктуація напруги і провідності в модельних та біологічних мембранах. Поширення збудження. Кабельні властивості нервових волокон. Проведення імпульсу по не мієлінових і мієлінових волокнах. Математичні моделі процесу поширення нервового імпульсу. Фізико-хімічні процеси в нервових волокнах при проведенні рядів імпульсів (ритмічне збудження). Енергозабезпечення процесів розповсюдження збудження.

МОЛЕКУЛЯРНІ МЕХАНІЗМИ ПРОЦЕСІВ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СПОЛУЧЕННЯ

Зв'язок транспорту іонів і процес перенесення електрона в хлоропластах і мітохондріях. Локалізація електротранспортних ланцюгів у мембрані; структурні аспекти функціонування пов'язаних з мембраною переносників; асиметрія мембрани.

Основні положення теорії Мітчелла; електрохімічний градієнт протонів; роль векторної H^+ АТФази. Сполучні комплекси, їх локалізація в мембрані; функції окремих субодиниць; конформаційні перебудови в процесі утворення макроергів. Протеоліпосоми як модель для вивчення механізму енергетичного сполучення. Бактеріородопсин як молекулярний фотоелектричний генератор. Фізичні аспекти і моделі енергетичного сполучення.

БІОФІЗИКА СКОРОТЛИВИХ СИСТЕМ

Основні типи скорочувальних і рухомих систем. Молекулярні механізми рухливості білкових компонентів скорочувального апарату м'язів. Принципи перетворення енергії в механічних системах. Термодинамічні, енергетичні й силові характеристики скорочувальних систем.

Функціонування поперечносмугастих м'язів хребетних. Моделі Хакслі, Дещеревського, Хілла. Молекулярні механізми не м'язової рухливості.

Змістовий модуль 2. Біофізика складних систем. Біосфера і фізичні поля.

ГЕМОДИНАМІКА.

Фізичні основи гемодинаміки. Рівняння нерозривного потоку. Види тисків. Рівняння Бернуллі. Робота з подолання сил внутрішнього тертя потоку рідини. Рівняння Ньютона для в'язкої рідини. Число Рейнольдса. Закон Гагена – Пуазейля. Фізичні властивості крові. Щільність і відносна

в'язкість крові. Рух еритроцитів в судинній системі. Швидкість осідання еритроцитів. Серце як механічна система. Фази скорочення серця. Залежність частоти серцевих скорочень від маси тварини. Систолічний об'єм. Робота серця Розрахунок роботи серця при навантаженні. Біофізичні закономірності руху крові в серцево-судинній системі. Пульсова хвиля. Тиск крові в судинній системі людини. Методи вимірювання тиску крові.

ДІЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ НА БІОБ'ЄКТИ.

Електричний струм в електролітах. Закони електролізу. Електрична поляризація. Види поляризації. Електрокінетичні явища. Електрофорез. Мембранна поляризація. Електроємність живої тканини. Проходження постійного струму через живі тканини. Дія постійного струму на організм тварин. Електропровідність тканини. Поняття реобаза і хронаксія. Формула Вейса. Гальванізація як метод лікування слабким постійним струмом. Проходження змінного струму через живі тканини. Еквівалентні схеми біологічних об'єктів. Опір живих тканин змінному струму. Дисперсія електропровідності.

Дія змінного струму на організм тварини. Методи дослідження біоб'єктів струмом: реографія, реоенціфалографія, реопульманографія. Біофізика ураження електрикою. Фізіологічні механізми дії змінного струму. Поняття дефібриляція серцевої діяльності. Електронаркоз.

БІОФІЗИКА РЕЦЕПЦІЇ

Загальні закономірності взаємодії лігандів з рецепторами; рівноважний зв'язування гормонів. Роль структури плазматичної мембрани в процесі передачі гормонального сигналу. Рецептор-опосередкований внутрішньоклітинний транспорт. Уявлення про цитоплазменоядерному транспорті. Методи дослідження гормональних рецепторів.

Проблема сполучення між первинною взаємодією зовнішнього стимулу з рецепторним субстратом і генерацією рецепторного (генераторного) потенціалу. Загальні уявлення про структуру та функції рецепторних клітин. Місце рецепторних процесів в роботі сенсорних систем.

Будова зорової клітини. Молекулярна організація фоторецепторної мембрани; динаміка молекули зорового пігменту в мембрані. Зорові пігменти: класифікація, будова, спектральні характеристики; фотохімічні перетворення родопсину. Ранні та пізні рецепторні потенціали. Механізми генерації пізнього рецепторного потенціалу.

Рецепторні закінчення шкіри, пропріорецептори. Механорецептори органів чуття: органи бічної лінії, вестибулярний апарат, кортіїв орган внутрішнього вуха. Загальні уявлення про роботу органу слуху. Сучасні уявлення про механізми механорецепції; генераторний потенціал. Нюх. Сприйняття запахів: пороги, класифікація запахів. Смакові якості. Будова смакових клітин. Проблема смакових рецепторних білків. Проблема клітинного впізнавання. Механізми взаємодії клітинних поверхонь.

БІОФІЗИКА ФОТОБІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Механізми трансформації енергії у первинних фотобіологічних процесах. Взаємодія квантів з молекулами. Первинні фотохімічні реакції.

Фемтосекундна спектроскопія і механізми надшвидких процесів. Еволюція хвильового пакета.

Основні стадії фотобіологічних процесів. Механізми фотобіологічних і фотохімічних стадій. Кінетика фотобіологічних процесів. Проблеми поділу зарядів і перенесення електрона в первинному фотобіологічному процесі. Роль електронно-конформаційних взаємодій. Біофізика фотосинтезу. Структурна організація та функціонування фотосинтетичних мембран. Фотосинтетична одиниця. Два типи пігментних систем і дві світлові реакції. Організація і функціонування фотореакційних центрів. Проблеми первинного акту фотосинтезу. Електронно-конформаційні взаємодії. Фотоінформаційний перехід. Кінетика і фізичні механізми переносу електрона в електронтранспортних ланцюгах при фотосинтезі. Механізми сполучення окислювально-відновних реакцій з трансмембранним перенесенням протона. Механізми фотоінгібування. Фотоенергетичні реакції бактеріородопсина і зорового пігменту родопсину. Фоторегуляційні і фотодеструктивні процеси. Основні типи фоторегуляційних реакцій рослинних і мікробних організмів. Фотоморфогенез, фототропізм, фототаксис. Спектр дії, природа фоторецепторних систем, механізми первинних фотореакція.

Фітохром – універсальна фоторецепторна система регуляції метаболізму рослин. Молекулярні властивості та спектральні характеристики фітохромом. Механізм зворотного фотоконверсії двох форм фітохромом. Фотоактивації ферментів. Фотохімічні реакції в білках, ліпідах і нуклеїнових кислотах. ДНК як основна внутрішньоклітинна мішень при летальній і мутагенній дії ультрафіолетового світла. Захист ДНК деякими хімічними сполуками. Ефекти фотозахисту. Ферментативний характер і молекулярний механізм фотореактивації. Роль фотоіндукованого синтезу біологічно активних сполук у процесі фотозахисту. Механізм фотосинергетичних реакцій при комбінованій дії різних довжин хвиль ультрафіолетового світла.

3. Рекомендована література

Основна:

1. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. Биофизика: учеб. для студентов вузов. – М.: Владос., 2006.
2. Артюхов В.Т., Ковалева Т.А., Шмелев В.П. Биофизика. Воронеж., 1994.
3. Волькенштейн М.В. Биофизика. М., Наука, 1981.
4. Волькенштейн М.В. Физика и биология. М., Наука, 1980.
5. Медицинская биофизика./ Под ред. В.О. Самойлова. Л., 1986.
6. Рубин А.Б. Биофизика: в 2 т. М., Книжный дом «Университет», 2000.
7. Биофизика. / Под ред. Б.Н. Тарусова и О.Р., Кольс. М., 1968.
8. Владимиров Ю.А., Рощупкин Д.И., Потанянка А.Я., Деев А.И. Биофизика. М., 1983.
9. Волькенштейн М.В. Биофизика. М., 1988.

Додаткова:

1. Блюменфельд Л.А. Проблемы биологической физики. М., 1977.
2. Шульц Г., Ширмер Р. Принципы структурной организации белков. М., Мир, 1982.
3. Фершт Э. Структура и механизм действия ферментов. М., Мир, 1980.
4. Геннис Р. Биомембраны. Молекулярная структура и функция. М., Мир, 1997.
5. Ходжкин А. Нервный импульс. М., Наука, 1965.
6. Кольс О.Р., Максимов Г.В. Раденович Ч.Н. Биофизика ритмического возбуждения. М., МГУ, 1993.
7. Бэгшоу Л. Мышечное сокращение. М., 1985.
8. Устинов Г.Г., Поляков В.В. Медицинская физика. Физические процессы в организме человека. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2001.
9. Клейтон Р. Фотосинтез. Физические механизмы и химические модели. М., 1984.
10. Хилл А. Механика мышечного сокращения. М., 1985.
11. Устинов Г.Г., Поляков В.В. Медицинская физика. Физические методы и приборы в диагностике и лечении. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2002.
12. Коган А.Б. Электрофизиология. М., 1969

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання

Залік.

5. Засоби діагностики успішності навчання

Діагностика залишкових базових знань з дисципліни проводиться з використанням комплектів завдань для діагностики успішності навчання за змістовними модулями.