

ПРОГРАМА  
державного іспиту зі спеціальності 8.070204 - біофізика

1. Вступ

Предмет та основні розділи біофізики. Взаємозв'язок фізичних і біологічних процесів у живих організмах. Історія та сучасні напрямки розвитку біофізики. Використання результатів біофізичних досліджень на практиці.

2. Молекулярна біофізика

2.1. Об'єкти досліджень у молекулярній біофізиці. Хімічні особливості живої системи. Основні типи біомолекул.

2.2. Вода та водні розчини. Фізичні властивості води. Структурні моделі води. Властивості водних розчинів електролітів. Біологічна роль іонів. Роль води у формуванні структури та функціонуванні біологічних об'єктів.

2.3. Фізичні властивості макромолекул. Типи взаємодій атомів у біомолекулах. Основні фізичні властивості макромолекул - розміри, будова, гнучкість. Природа внутрішньо та міжмолекулярних взаємодій. Типи зв'язків у макромолекулах. Внутрішнє обертання та поворотна ізомерія. Клубок та глобула.

2.4. Фізика білка. Первинна структура білкової молекули. Фізико-хімічні властивості амінокислот. Вторинна структура білка, її стабілізація і роль водного оточення. Переходи спіраль-клубок у поліпептидах. Просторова будова глобулярних білків. Проблема само збирання білкової глобули. Стійкість до денатурації. Кінетика ферментативних реакцій; рівняння Міхаеліса-Ментен. Фізичні та хімічні аспекти дії ферментів.

2.5. Фізика нуклеїнових кислот. Фізичні властивості мономерів нуклеїнових кислот. Типи структури ДНК. Структура різних молекул РНК. Стабільність подвійної спіралі ДНК, роль взаємодії з водою та іонами. Перехід спіраль-клубок у ДНК. Плавлення подвійної спіралі ДНК. Комплекси ДНК з біологічно активними речовинами. Біологічна роль нуклеїнових кислот.

3. Біофізика клітини

3.1. Структура та функції біомембран. Мембранна ультраструктура клітини. Хімічний склад і фізичні властивості біомембран. Моделі структурної організації біомембран. Властивості мембранних ліпідів і білків. Роль води в організації структури біологічних мембран. Пасивний мембранний транспорт. Рівновага Доннана. Електрохімічний мембранний потенціал. Рівняння Гольдмана-Ходжкіна-Катца. Активний мембранний транспорт.

3.2. Фізичні аспекти нервової провідності.

Природа тваринної електрики. Аксон і нервовий імпульс. Генерація та розповсюдження нервового імпульсу. Іонні канали в біомембранах.

### 3.3. Деформації та пошкодження мембран.

Типи деформації клітинних мембран. Механізми гіпотонічного лізису клітин. Механізми гіпертонічного криогемолізу. Електричний пробій мембран. Утворення і середній час життя мембранної пори.

### 3.4. Фізика біомембран.

Подвійний електричний шар на поверхні мембрани. Дзетта-потенціал клітини. Електрофоретична рухливість клітин. Фазові переходи в мембрані. Вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на швидкість злиття біомембран. Фонова електрична провідність ліпідних бішарів. Обмін ліпідами між моношарами крізь гідрофільні пори.

### 3.5. Фізика м'язового скорочення.

Структура м'язів і м'язових білків. Механіка м'язового скорочення. Рівняння Хілла. Теоретичні моделі процесів м'язового скорочення.

## 4. Дія фізичних факторів на біосистеми

### 4.1. Біосфера, людина і фізичні поля.

Речовина й поле – складові єдиного матеріального світу. Електромагнітні й акустичні поля. Шкала електромагнітних хвиль. Загальна характеристика й основні параметри іонізуючих і неіонізуючих випромінювань. Види й властивості радіоактивних випромінювань та їх характеристики. Спектр сонячного випромінювання. Природний радіоактивний фон Землі. Вплив природної і техногенної радіації на живі організми.

### 4.2. Радіаційна біофізика.

Механізми взаємодії електромагнітних випромінювань з речовиною. Особливості взаємодії біоструктур з електромагнітними випромінюваннями. Пряма й непряма дія іонізуючих випромінювань. Диференціальний і повний переріз розсіяння. Переріз розсіяння Резерфорда. Залежність числа пошкоджень від енергії випромінювання. Взаємодія з речовиною важких заряджених частинок. Іонізуюча здатність різних випромінювань. Середній лінійний пробіг частинок. Основні стадії розвитку радіобіологічного ефекту. Радіоліз води. Особливості дії радіації на живий організм.

### 4.3. Медична біофізика

Використання фізичних полів різного діапазону в медицині. Ультразвукова діагностика й здатність розрізнення діагностичних комплексів. Ультразвукова томографія. Власні фізичні поля організму людини, які використовуються для діагностики. Види фізичних полів тіла людини; їх джерела (електромагнітні й акустичні). Характеристики електромагнітних випромінювань, які створюються у тілі людини. Характеристики акустичних полів організму.

### 4.4. Дозиметрія іонізуючих випромінювань.

Дози випромінювань (експозиційна, поглинута, біологічна) та одиниці їх виміру. Розподіл поглинутої енергії в тканинах організму при дії різних видів. Принцип попадання й концепція мішені у радіобіології. Фактор перекриття випромінювання. Середні річні ефективні еквівалентні дози опромінення організму людини.

#### 4.5. Вплив низьких температур на біооб'єкти.

Фізичні властивості води та водних розчинів при низьких температурах. Вплив низьких температур на біомолекули і клітини. Вплив охолодження на живі організми. Проблеми кріоконсервації біоматеріалів.

### 5. Теоретична біофізика.

#### 5.1. Основи біокінетики.

Біологічна кінетика та її відміни від хімічної. Методи побудови динамічних моделей біосистем. Методи редукції динамічних моделей. Теорема Тихонова та її застосування.

#### 5.2. Динамічні моделі біологічних систем.

Моделі росту популяцій. Математичні моделі проточних і непроточних культиваторів. Модель Вольтерра та її узагальнення. Біологічні тригери, загальні властивості тригерних систем. Генетичний тригер: модель Жакоба й Моно. Моделі дивергентної та конвергентної еволюції.

#### 5.3. Автохвильові процеси в біологічних системах.

Види й класифікація автохвильових процесів. Поняття збудливого середовища та його властивості. Процеси розповсюдження імпульсу збудження і хвильового фронту. Ведучі центри й умови їх виникнення. Джерела спіральних хвиль - ревербератори. Біфуркації і роль флуктуацій в біологічних системах. Процеси самоорганізації біологічних систем. Дисипативні структури.

#### 5.4. Основи біологічної термодинаміки.

Принципи функціонування відкритих нерівноважних термодинамічних систем. Другий закон термодинаміки у відкритих системах. Зміна ентропії у відкритих нерівноважних системах. Основний постулат термодинаміки необоротних процесів. Формалізм лінійної нерівноважної термодинаміки. Співвідношення Онзагера і їх значення. Поняття термодинамічного спряження та його роль у біосистемах. Рівняння балансу маси для відкритих систем. Рівняння балансу ентропії.

#### 5.5. Термодинаміка процесів переносу.

Поняття дисипативної функції. Термодинамічний опис потоків через проникну мембрану. Термодинаміка електрокінетичних явищ у процесах переносу. Рівняння потоків Кедем-Качальського. Практичні транспортні коефіцієнти.

#### 5.6. Стаціонарні стани нерівноважних біологічних систем.

Теорема Пригожина про мінімум вироблення ентропії. Принцип симетрії Кюрі-Пригожина. Спряження в стаціонарному стані. Умови стійкості рівноважних термодинамічних систем. Критерії еволюції лінійних нерівноважних систем. Загальні закономірності еволюції нерівноважних термодинамічних систем.

### ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Біофізика: Підручник / П.Г. Костюк, В.Л. Зима, І.С. Магура та ін. - К.:

- Обереги, 2001. - 544 с.
2. Рубин А.Б. Биофизика. Т.1.: Теоретическая биофизика. - М.: Книжный дом "Университет", 1999. - 448 с.
  3. Блюменфельд Л.А. Решаемые и нерешаемые проблемы биологической физики. - М.: Едиториал УРСС, 2002. - 160 с.
  4. Волькенштейн М.В. Биофизика. - М.: Наука, 1988. - 590 с.
  5. Рубин А.Б. Биофизика. Кн. 1, 2. - М.: Высшая шк., 1987. - 622 с.
  6. Введение в биомембранологию./ Под. ред. А.А. Болдырева. - М.: Изд. МГУ, 1990. - 264 с.
  7. Ярмоленко С.П. Радиобиология человека и животных. - М.: Высшая шк., 1988. - 424 с.
  8. Романовский Ю.М. Степанова Н.В., Чернавский Д.С. Математическая биофизика. - М.: Наука, 1984. - 304 с.
  9. Рубин А.Б. Термодинамика биологических процессов.- М.: Изд. МГУ, 1984. - 284 с.
  10. Кеплен С.Р., Эссиг Э. Биоэнергетика и линейная термодинамика необратимых процессов. - М.: Мир, 1986. - 342 с.
  11. Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. Введение в синергетику. - М.: Наука, 1990. - 272 с.
  12. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. Введение. - М.: Едиториал УРСС, 2003. - 344 с.

#### ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Биофизика: Учебник. / В.Ф. Антонов, А.М. Черныш, В.И. Пасечник и др. - М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999. - 288 с.
3. Биофизика: Учебник./ П.Г. Костюк, В.Л.Зима, И.С. Магура и др. - К.: Вища шк., 1988. - 504 с.
3. Биополимеры./ Т. Оои, Э. Ицука, С. Онари и др. - М.: Мир, 1988. - 544 с.
4. Медична і біологічна фізика: Підручник. / О.В. Чалий, Б.Т. Агапов, А.В. Меленєвська та ін. - К.: ВІПОЛ; Т.1, 1999.- 425 с.; Т.2, 2001.- 415 с.
5. Волобуев А.Н. Биофизика. - Самара: "Самар. Дом печати", 1999. - 168 с.
6. Кагава Я. Биологические мембраны.-М.: Высшая шк., 1985. - 304 с.
7. Васильев В.А., . Автоволновые процессы. - М.: Наука, 1987. - 240 с.
8. Беспалова С.В., Гусев А.А. Математические модели биологических процессов: Учебное пособие. - Донецк: Изд. ДонГУ, 2000. - 150 с.
9. Баблюяц А. Молекулы, динамика и жизнь. - Мир, 1990. - 374 с.
10. Бэюшоу К. Мышечное сокращение. - М.: Мир, 1985. 264 с.
11. Гордиенко Е.А., Пушкарь Н.С. Физические основы низкотемпературного консервирования клеточных суспензий. - К.: Наук. думка, 1994. - 144 с.
12. Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени. - М.: Эдиториал УРСС, 2001. - 240 с.
13. Эбелинг В., Энгель А., Файстель Р. Физика процессов эволюции. - М.:

Эдиториал УРСС, 2001. - 328 с.

14. Чалий О.В. Синергетичні принципи освіти та науки. - К.: АПН України, НМУ ім. О.О. Богомольця, 2000. - 253 с.