

Київський Національний університет
імені Тараса Шевченка

Затверджено
Вченою радою фізичного факультету
"___" _____ 200__ р.
Протокол №___
Голова вченої ради, декан

Проф. Макарець М.В.

Фізичний факультет
Кафедра молекулярної фізики

Кандидат фізико-математичних наук
асистент Сенчуров Сергій Павлович

Кандидат фізико-математичних наук
асистент Мороз Костянтин Олександрович

Викладачі, що ведуть лабораторні заняття:
асистент Сенчуров Сергій Павлович
асистент Мороз Костянтин Олександрович

ФІЗИКА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

для студентів 4 курсу фізичного факультету групи спеціалізації
“Медична фізика”
спеціальності 6.070100

Затверджено
кафедрою молекулярної фізики
"___" _____ 200__ р.
Протокол №

Завідувач кафедри

Проф. Булавін Л.А.

Контроль знань.

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

Оцінювання за формами контролю¹:

Поточний –

- | | |
|---|-----------|
| - Виконання домашніх завдань - | 20 балів; |
| - Участь у колоквіумах - | 10 балів; |
| - Контрольна робота на семінарі - | |
| - Виконання та здача практичних завдань - | 20 балів. |
| - Підсумкова контрольна робота - | |

Підсумковий контроль (іспит) 40 балів.

¹ Форми та порядок оцінювання знань студентів пропонує самостійно викладач (лектор, керівник курсу).

Вступ

Дисципліна “Фізика функціональних систем організму людини” для студентів фізичного факультету є вибірковою дисципліною з циклу дисциплін вільного вибору студента для спеціальності “фізика” у VIII семестрі. Вона складається з двох змістовних модулів (ЗМ1-ЗМ2). Передбачає 87 годин аудиторних занять, з них 70 годин лекцій, 17 годин практичних занять і 16 годин самостійної роботи.

VIII семестр

лекцій – 34 год.,

практичних занять – 17 год.,

самостійна робота – 9 год.,

та форма підсумкового контролю – *іспит*.

Метою і завданням навчальної дисципліни “Фізика функціональних систем організму людини” є отримання глибоких та систематичних знань про фізичні основи функціонування організму людини, і, зокрема, серцево-судинної та нервової систем.

Предмет навчальної дисципліни “Фізика функціональних систем організму людини” – нервова та серцево-судинна (ССС) системи, зокрема, будова ССС, фізичні характеристики ССС, методи отримання інформації про ССС, фізичні основи м’язового скорочення, електрофізіологія серця, електрокардіографія, гідродинаміка ССС та ін.

Вимоги до знань та вмінь.

Студент повинен знати:

1. Будову ССС. Фізичні характеристики ССС та методи їх вимірювання..
2. Фізичні характеристики крові.
3. Фізичні механізми м’язового скорочення.
4. Фізичні механізми формування потенціалів дії.
5. Фізичні основи електрокардіографії.
6. Гідродинаміку кровеносних судин.
7. Методи чисельного моделювання ССС.
8. Основні фізичні моделі функціональних елементів ССС.

Студент повинен вміти:

1. Логічно і послідовно пояснювати фізичні основи функціонування ССС.
2. Будувати фізичні моделі функціональних частин ССС.
3. Інтерпретувати результати вимірювань певних фізичних характеристик ССС.
4. Самостійно працювати з літературою.

Місце в структурно-логічній схемі спеціальності. Нормативна навчальна дисципліна “Фізика функціональних систем організму людини” є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр". Знання фізичних основ функціонування організму людини є необхідним мінімумом для кожного фізика, який працює в галузі медичної фізики. Найбільш розробленими при цьому є фізика серцево-судинної та нервової систем, що й пропонуються студентам.

Система контролю знань та умови складання іспиту. Навчальна дисципліна "Механічні і теплові властивості твердого тіла" оцінюється за **модульно-рейтинговою**

системою. Вона складається з 2 **модулів.** Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за **100 – бальною шкалою** в кожному семестрі.

Форми поточного контролю: оцінювання результатів виконання самостійних завдань; практичних завдань та додаткової роботи студентів. При виставленні балів за модульний контроль враховуються:

- знання та розуміння матеріалу відповідної теми при виконанні практичних завдань;
- уміння та навички розв'язування задач за кожною темою;
- якість самостійної роботи студента при виконанні завдань для самостійної роботи.

I змістовний модуль (ЗМ1).

У межах першого змістовного модуля розглядається фізика функціонування серцево-судинної системи.

II змістовний модуль (ЗМ2).

У межах другого змістовного модуля розглядається фізика функціонування нервової системи.

Наприкінці першого змістовного модуля проводиться контроль знань у вигляді **колоквіума**, максимальна кількість балів за який складає **10 балів.**

Виконання практичних завдань протягом ЗМ1–ЗМ2 оцінюється в **10 балів** за кожний модуль. Виконання домашніх завдань протягом ЗМ1–ЗМ2 оцінюється в **10 балів** за кожний модуль.

Виконання лабораторних робіт протягом ЗМ1 та ЗМ2 оцінюється в **5 балів** та **5 балів.**

Виконання лабораторних, практичних та домашніх завдань є умовою допуску до іспиту.

Виконання додаткових завдань оцінюється максимально в **20 балів** за кожний семестр.

Підсумковий модульний контроль знань студента проводиться у формі іспиту у **VIII семестрі**, під час яких може бути отримана максимальна кількість балів – по **40 балів.**

Білет на залік та іспит складається з двох завдань – одного з фізики серцево-судинної системи, іншого – з фізики нервової системи. Перше завдання використовується для перевірки засвоєння студентом знань ЗМ1, друге – ЗМ2. Оцінки за відповіді на завдання по 20 балів.

Приклад білету:

1. Векторна модель серця
- 2.

Підсумкова семестрова рейтингова оцінка складається з семестрових модульних оцінок, оцінки за колоквіум та оцінки, отриманої на іспиті, і дорівнює **100 балам.**

Підсумкова оцінка з дисципліни у балах 100-бальної шкали переводиться у **чотирибальну** (національну шкалу):

За 100-бальною шкалою	Оцінка за національною шкалою	
90 – 100	5	відмінно
75 – 89	4	добре
60 – 74	3	задовільно
35 – 59	2	незадовільно
1 – 34		

При цьому, кількість балів відповідає оцінці:

1-34 – «незадовільно» з обов'язковим повторним вивченням дисципліни;

35-59 – «незадовільно» з можливістю повторного складання;

60-64 – «задовільно»;

75 - 89 – «добре»;

90 - 100 – «відмінно».

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

VII семестр

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин			
		лекції	семінари/ лаборант., практичні	самост. робота	інші форми контр.
<i>Змістовний модуль 1</i>					
1	Серцево-судинна система, її склад та функції.	2			
2	Кровообіг. Кров. Склад крові, її фізичні характеристики.	2			
3	Серце, його будова. Фізичні характеристики серця.	2		2	
4	Судинна система, її будова.	2			
5	Серцево-судинна система як гідродинамічна система. Механічна модель серцево-судинної системи	2	2		
6	Будова серцевого м'яза. Серцевий цикл.	2			
7	Механізми скорочення м'яза.	2			
8	Натрієвий та калієвий потенціали. Рівняння Ходжкіна-Хакслі.	2	2	2	
9	Електрофізіологія серця. Поширення збудження в серцевому м'язі. Моделі поширення хвиль збудження.	2			
10	Потенціали дії та потенціали збудження. Моделювання потенціалів дії серцевого м'яза.	2			
11	Електрофізіологія серця. Поширення збудження в серцевому м'язі. Моделі поширення хвиль збудження.	2			
12	Електрична активність серця. Електрокардіографія як метод вивчення електричної активності серця. Серце як диполь. Електрокардіографія. Відведення. Характеристики серцевого циклу на ЕКГ. Аналіз ЕКГ.	2	2		
13	Судини, їх будова. Фізичні характеристики судин. Залежність перерізу судин від відстані до серця. Тиск крові.	2	2		
14	Моделі кровообігу. Модель з пружним резервуаром (модель Франка). Швидкість кровотоку. Пульсові хвилі. Формула Моенса-Кортевега.	2			
15	Врахування в'язкості крові, нелінійності властивостей судин.	2			
16	Чисельне моделювання руху крові в судинах. Рівняння, що описують рух крові, їх лінеаризація. Основні результати, які дозволяє отримати моделювання.	2		2	
Оцінка за самостійну роботу Колоквіум					

Загальний обсяг 43 год., у тому числі:

лекції – 36 год.

самостійна робота – 7 год.

ТЕМАТИЧНО - ЗМІСТОВНА ЧАСТИНА КУРСУ

VIII семестр

Змістовний модуль 1

ФІЗИКА СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

Лекція 1. Серцево-судинна система, її склад та функції.

Основні складові ССС – кров, серце, судини, лімфа. Функції ССС. Фізіологічний вступ.

Лекція 2. Кровообіг. Кров. Склад крові, її фізичні характеристики.

Кров. Функції крові. Склад крові. Властивості плазми. Форменні елементи крові. В'язкість, осмотичний тиск.

Лекція 3. Серце, його будова. Фізичні характеристики серця.

Серце. Серцевий м'яз. Фізичні характеристики серця. Серце як насос. Діаграми тиску.

Лекція 4. Судинна система, її будова.

Функції судинної системи. Будова судинної системи. Два кола кровообігу. Будова судинної стінки.

Лекція 5. Серцево-судинна система як гідродинамічна система. Механічна модель серцево-судинної системи.

Характеристики ССС як гідродинамічної системи. Основні величини, що характеризують гідродинамічні системи. Вимірювання параметрів ССС.

Практичне заняття 1. Експериментальне вимірювання артеріального тиску та розрахунок об'єму кисню, який споживає людина при фізичному навантаженні.

Лекція 6. Будова серцевого м'яза. Серцевий цикл.

Серцевий м'яз як проміжний між скелетним та гладким м'язами. Будова міоцитів. Актин та міозин. Механізми збудження та проведення потенціалів дії серцевого м'яза. Серцевий цикл.

Лекція 7. Механізми скорочення м'яза.

Термодинаміка м'язового скорочення. Рівняння Хіла. Мікроскопічні механізми скорочення м'язів.

Лекція 8. Натрієвий та калієвий потенціали. Рівняння Ходжкіна-Хакслі.

Біологічні мембрани. Концентраційні потенціали. Рівняння Нернста. Рівняння Гольдмана. Активні біологічні мембрани. Йонні канали. Рівняння Ходжкіна-Хакслі.

Практичне заняття 2. Чисельне розв'язування рівнянь Ходжкіна-Хакслі.

Лекція 9. Електрофізіологія серця. Поширення збудження в серцевому м'язі. Моделі поширення хвиль збудження вздовж волокон.

Поширення потенціалів дії вздовж нервових клітин та клітин серцевого м'яза. Швидкість поширення збудження вздовж волокон. Модель серцевого м'яза як просторового диполя.

Лекція 10. Потенціали дії та потенціали збудження. Моделювання потенціалів дії серцевого м'яза.

Пейсмейкерний потенціал. Генерація пейсмейкерного потенціалу. Моделювання потенціалів дії серцевого м'яза.

Лекція 11. Електрофізіологія серця. Поширення збудження в серцевому м'язі. Моделі поширення хвиль збудження.

Континуальна модель поширення потенціалів дії. Серцевий м'яз як подвійний дипольний шар.

Лекція 12. Електрична активність серця. Електрокардіографія як метод вивчення електричної активності серця. Серце як диполь. Електрокардіографія. Відведення. Характеристики серцевого циклу на ЕКГ. Аналіз ЕКГ.

Реєстрація хвиль збудження в серці. Електрокардіографі. Відведення. Трикутних Ейндховена. Аналіз ЕКГ.

Практичне заняття 3. Отримання та аналіз ЕКГ.

Лекція 13. Судини, їх будова. Фізичні характеристики судин. Залежність перерізу судин від відстані до серця. Тиск крові.

Два кола кровообігу. Будова судин. Еластичні судини та судини м'язового типу. Стінки судин. Тиск крові та його регуляція.

Практичне заняття 4. Вимірювання артеріального тиску.

Лекція 14. Моделі кровообігу. Модель з пружним резервуаром (модель Франка). Швидкість кровотоку. Пульсові хвилі. Формула Моенса-Кортевега.

Моделі кровообігу. Модель Франка. Пульсові хвилі.

Лекція 15. Врахування в'язкості крові, нелінійності властивостей судин.

Врахування неідеальності судин. Нециліндричність, галуження, залежність діаметру вуд відстані. Врахування в'язкості крові.

Лекція 16. Чисельне моделювання руху крові в судинах. Рівняння, що описують рух крові, їх лінеаризація. Основні результати, які дозволяє отримати моделювання.

Рекомендована література до ЗМ1

[1]–[6].

Контрольні запитання та завдання до ЗМ1

- 1) Будова серця
- 2) В'язкість крові
- 3) Рівняння Нернста-Планка
- 4) Рівняння Гольдмана
- 5) Модель кровообігу Франка
- 6) Рівняння Моенса-Кортевега. Швидкість пульсової хвилі
- 7) Електрокардіографія. Визначення частоти серцевих скорочень
- 8) Рівняння Хіла

- 9) Біологічні мембрани, їх будова
- 10) Рівняння Ходжкіна-Хакслі
- 11) Експериментальні методи вивчення біопотенціалів клітини
- 12) Мікроскопічний механізм скорочення м'яза
- 13) Петльова модель серця

Теми самостійної роботи до ЗМ1

- 1) Чисельні моделі серця та ССС.
- 2) Ехокардіографія.
- 3) Тони серця.
- 4) Вимірювання артеріального тиску.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Каро К. Механика кровообращения. М.: Мир, 1981. – 624 с.
2. Левтов В.А., Реригер С.А., Шадрина Н.Х. Реология крови. М.: Медицина, 1982. – 270 с.
3. Педли Т.Дж. Гидродинамика крупных кровеносных сосудов. М.: Мир, 1983. – 400 с.
4. Ремизов А.Н. Учебник по медицинской и биологической физике. М.: "Дрофа", 2003. – 616 с.
5. Р. Шмидт, Г. Тевс. Физиология человека. в 4х т. М.: Мир, 1986.
6. Фолков Б., Нил О. Кровообращение. М.: Медицина, 1976. – 486 с.

Додаткова

7. Орлов В.Н. Руководство по электрокардиографии. М.: «ООО «Медицинское информационное агентство», 1997. – 528 с.