

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ,
ТРАНСПОРТУ ТА ПРИРОДНИЧИХ НАУК



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ЩОДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
**«АПАРАТУРА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ БІОМЕДИЧНИХ
ДОСЛІДЖЕНЬ»**

ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 227 – «ФІЗИЧНА ТЕРАПІЯ, ЕРГОТЕРАПІЯ»
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ «ФІЗИЧНА ТЕРАПІЯ,
ЕРГОТЕРАПІЯ»
ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»

КРЕМЕНЧУК 2023

Методичні вказівки щодо самостійної роботи з навчальної дисципліни «Апаратура експериментальних біомедичних досліджень» для студентів денної форми навчання зі спеціальності 227 – «Фізична терапія, ерготерапія» освітньо-професійної програми «Фізична терапія, ерготерапія» освітнього ступеня «Бакалавр»

Укладач к. б. н., доц. О. І. Антонова

Рецензент к. т. н., доц. А. В. Пасенко

Кафедра здоров'я людини та фізичної культури

Затверджено методичною радою Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Протокол № 1 від 07.09.2023 г. *

Голова методичної ради  проф. В. В. Костін

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Теми, погодинний розклад лекцій і самостійної роботи з навчальної дисципліни.....	5
2 Перелік тем і питань для самостійного опрацювання.....	8
Тема 1 Загальна характеристика апаратури біомедичних досліджень.....	8
Тема 2 Класифікація апаратури для біомедичних досліджень.....	8
Тема 3 Медичні монітори для кардіологічних досліджень.....	9
Тема 4 Діагностичні ознаки основних видів патології та методи їх технічного оцінювання.....	9
Тема 5 Ультразвукова діагностика.....	10
Тема 6 Рентгенівські діагностичні апарати.....	10
Тема 7 Рентгенівська трансмісійна комп'ютерна томографія.....	10
Тема 8 Діагностичний комплекс для кардіологічних досліджень.....	11
Тема 9 Діагностичний комплекс для дослідження органів дихання.....	11
Тема 10 Діагностичний комплекс для дослідження нервової системи.....	12
Тема 11 Діагностичний комплекс для дослідження опорно-рухового апарату.....	12
Тема 12 Системи візуалізації теплових полів.....	12
3 Питання до модульного контролю.....	13
4 Критерії оцінювання знань студентів.....	20
Список літератури.....	21

ВСТУП

Ці методичні розробки можуть бути використані студентами денної форми навчання в процесі самостійної підготовки до занять під час вивчення навчальної дисципліни «Апаратура експериментальних біомедичних досліджень». Мета цих методичних указівок полягає в отриманні знань і навичок, необхідних для практичної діяльності щодо здатності проведення обстежень пацієнта/клієнта, використовуючи сучасну апаратуру досліджень за системою МКФ; трактування й аналіз взаємозв'язків отриманих даних з метою визначення системи ураження та постановки реабілітаційного діагнозу. Навчальна дисципліна передбачає набуття студентами теоретичних знань про фізичні засади й особливості конкретних методик, наявну сучасну апаратуру досліджень та принципи дії окремих елементів і блоків такої апаратури.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Апаратура експериментальних біомедичних досліджень» студенти повинні

знати:

- діагностичні комплекси для дослідження різних систем організму;
- принципи побудови й функціонування апаратів для біомедичних досліджень;
- діагностичні ознаки основних видів патології та методи їх технічного оцінювання;
- загальну характеристику і класифікацію апаратури біомедичних досліджень;

уміти:

- працювати з біомедичною апаратурою та кваліфіковано організувати її експлуатацію та ремонт;
- ефективно застосовувати засоби допоміжної електронної апаратури;
- аналізувати отримані дані з метою визначення системи ураження й постановки реабілітаційного діагнозу.

**1 ТЕМИ, ПОГОДИННИЙ РОЗКЛАД ЛЕКЦІЙ І САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

№ пор.	Тема	Денна форма навчання	
		Кількість годин (лекцій)	Кількість годин (СРС)
1	Загальна характеристика апаратури біомедичних досліджень. Діагностичні прилади впливу та прилади сприйняття. Променеві методи або методи топічної діагностики. Прилади для загальної діагностики стану здоров'я людини	2	10
2	Класифікація апаратури для біомедичних досліджень. Класифікація медичної електронної діагностичної техніки за фізичними характеристиками. Класифікація за ступенем взаємодії засобу вимірювання з об'єктом, за впливом на цілісність, за способом отримання результату. Засоби структурної діагностики і засоби функціональної діагностики	2	10
3	Медичні монітори для кардіологічних досліджень. Класифікація кардіомоніторів. Узагальнені структурні схеми кардіомоніторів. Кардіомонітори в автоматизованих системах оперативного лікарняного контролю. Алгоритми цифрової обробки електрокардіосигналу в обчислювальних кардіомоніторах. Блок підсилювача біопотенціалів. Моніторні відведення	2	10
4	Діагностичні ознаки основних видів патології та методи їх технічного оцінювання. Основні діагностичні ознаки. Класифікація основних	2	10

	діагностичних ознак за їх природою. Медичні й фізіологічні параметри. Основні апаратні методи діагностики. Технічні ознаки захворювань під час обстежень		
5	Ультразвукова діагностика. Фізичні основи. Швидкість звуку. Затухання, розсіяння. Медичні ультразвукові діагностичні апарати	2	10
6	Рентгенівські діагностичні апарати. Процес рентгенографії. Цифрова рентгенографія. Застосування рентгенографії в діагностиці	2	10
7	Рентгенівська трансмісійна комп'ютерна томографія. Сканери рентгенівської томографії. Сканери другого, третього, четвертого, п'ятого покоління	2	10
8	Діагностичний комплекс для кардіологічних досліджень. Електрокардіограма як метод реєстрації електричних сигналів. Потенціал спокою. Векторний аналіз ЕКГ. Способи визначення частоти серцевих скорочень	4	10
9	Діагностичний комплекс для дослідження органів дихання. Вимірювання динамічного тиску. Датчик діафрагмального типу. Вимірювачі швидкості повітряного типу (пневмотахометр). Вимірювання об'єму легенів (термісторний пневмограф). Вимірювання концентрації газів у видихуваному повітрі (маспектрометр)	4	10
10	Діагностичний комплекс для дослідження нервової системи. Електроенцефалограма (ЕЕГ). Характеристики. Метод реоенцефалографії (РЕГ)	4	10

11	Діагностичний комплекс для дослідження опорно-рухового апарату. Обстеження: магнітно-резонансна томографія, комп'ютерна томографія, рентгенографія, УЗ діагностика. Дослідження м'яких тканин, суглобів, судин	2	10
12	Системи візуалізації теплових полів. Тепловізор (інфрачервона камера). Теплобачення. Термографія. Інфрачервона термографія	2	10
	Усього годин за семестр:	30	120

2 ПЕРЕЛІК ТЕМ І ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

Тема 1 Загальна характеристика апаратури біомедичних досліджень

1. Діагностичні прилади впливу та прилади сприйняття.
2. Променеві методи або методи топічної діагностики.
3. Прилади для загальної діагностики стану здоров'я людини.

Питання для самоперевірки

1. Діагностичні комплекси для дослідження різних систем організму.
2. Принципи побудови й функціонування апаратів для біомедичних досліджень.
3. Характеристика сучасних високопродуктивних мікроконтролерів і спеціалізованих програмних засобів.
4. Вибір схемотехнічних рішень, які дозволили б оптимально розподілити апаратні та програмні ресурси приладу загалом.

Література: [4, с. 16–17].

Тема 2 Класифікація апаратури для біомедичних досліджень

1. Класифікація медичної електронної діагностичної техніки за фізичними характеристиками.
2. Класифікація за ступенем взаємодії засобу вимірювання з об'єктом.

Питання для самоперевірки

1. Класифікація медичної електронної діагностичної техніки за впливом на цілісність.
2. Класифікація медичної електронної діагностичної техніки за способом отримання результату.
3. Засоби структурної діагностики.
4. Засоби функціональної діагностики.

Література: [4, с. 46–50].

Тема 3 Медичні монітори для кардіологічних досліджень

1. Класифікація кардіомоніторів.
2. Узагальнені структурні схеми кардіомоніторів. Кардіомонітори в автоматизованих системах оперативного лікарняного контролю.
3. Алгоритми цифрової обробки електрокардіосигналу в обчислювальних кардіомоніторах.
4. Блок підсилювача біопотенціалів. Моніторні відведення.
5. Блок цифрової обробки електрокардіосигналу.
6. Пристрої статичної та динамічної пам'яті в мікропроцесорних кардіомоніторах.

Питання для самоперевірки

1. Особливості формування частотного діапазону.
2. Функціональна характеристика передпідсилювача та підсилювача біопотенціалів.
3. Джерело порушення підсилювача біопотенціалів.
4. З якою метою застосовується ручне або автоматичне заспокоєння? Функціональні особливості клінічних кардіомоніторів.
5. Функціональна характеристика хірургічних і реанімаційно-хірургічних кардіомоніторів.
6. Відмінності хірургічних і реанімаційно-хірургічних кардіомоніторів.

Література: [1, с. 10–17].

Тема 4 Діагностичні ознаки основних видів патології та методи їх технічного оцінювання

1. Основні діагностичні ознаки.
2. Класифікація основних діагностичних ознак за їх природою.

Питання для самоперевірки

1. Медичні та фізіологічні параметри.
2. Основні апаратні методи діагностики.
3. Технічні ознаки захворювань під час обстежень.

Література: [1, с. 56–67].

Тема 5 Ультразвукова діагностика

1. Фізичні основи ультразвуку.
2. Швидкість звуку.
3. Затухання, розсіяння.

Питання для самоперевірки

1. Загальна характеристика апаратів для ультразвукової діагностики.
2. Види датчиків для УЗД апаратів.
3. Характеристика сучасних апаратів для ультразвукової діагностики.
4. Принципи функціонування УЗД апаратів.

Література: [2, с. 220–250].

Тема 6 Рентгенівські діагностичні апарати

1. Процес рентгенографії.
2. Цифрова рентгенографія.
3. Застосування рентгенографії у діагностиці.
4. Сканери рентгенівської томографії.

Питання для самоперевірки

1. Види рентгенівських апаратів.
2. Принципи побудови та функціонування рентгенівської апаратури.
3. Сканери рентгенівської томографії.
4. Сканери другого, третього, четвертого, п'ятого покоління.
5. Позитивні емісійні томографи.

Література: [3, с. 210–220].

Тема 7 Рентгенівська трансмісійна комп'ютерна томографія

1. Комп'ютерна томографія – метод рентгенологічної діагностики.
2. Загальна характеристика томографії.

Питання для самоперевірки

1. Сканери рентгенівської томографії.
2. Сканери другого, третього, четвертого, п'ятого покоління.

Література: [5, с. 320–326].

Тема 8 Діагностичний комплекс для кардіологічних досліджень

1. Загальна характеристика кардіографів.
2. Інструментальні методи для кардіологічних досліджень.
3. Характеристика методу ангіографія.

Питання для самоперевірки

1. Електрокардіограма як метод реєстрації електричних сигналів.
2. Потенціал спокою.
3. Векторний аналіз ЕКГ.
4. Способи визначення частоти серцевих скорочень.

Література: [5, с. 122–126].

Тема 9 Діагностичний комплекс для дослідження органів дихання

1. Вимірювання динамічного тиску.
2. Датчик діафрагмального типу.
3. Вимірювачі швидкості повітряного типу (пневмотахометр).
4. Вимірювання об'єму легенів (термісторний пневмограф).
5. Вимірювання концентрації газів у видихуваному повітрі.

Питання для самоперевірки

1. Фізіологія дихання, газообмін. Зовнішнє, внутрішнє та клітинне дихання.
2. Які показники функцій дихання належать до динамічних?
3. Функціональна характеристика спірометра та пневмотахометра.
4. Принципи побудови та функціонування пневмотахометра.

Література: [1, с. 90–92].

Тема 10 Діагностичний комплекс для дослідження нервової системи

1. Електроенцефалограма (ЕЕГ). Характеристики. Метод реоенцефалографії (РЕГ).
2. Реєстрація та аналіз ЕЕГ.
3. Діагностики нервово-м'язевих захворювань.

Питання для самоперевірки

1. Схема розташування електродів на поверхні голови.
2. Апарати – реограф, кардіоскоп.
3. Загальна характеристика електронейроміографії.

Література: [1, с. 96–100].

Тема 11 Діагностичний комплекс для дослідження опорно-рухового апарату

1. Обстеження: магнітно-резонансна томографія, комп'ютерна томографія, рентгенографія, УЗ діагностика.
2. Дослідження м'яких тканин, суглобів, судин.

Питання для самоперевірки

1. Застосування магнітно-резонансної томографії для дослідження опорно-рухового апарату.
2. Застосування комп'ютерної томографії, рентгенографії для дослідження опорно-рухового апарату.
3. Застосування УЗ діагностики для дослідження опорно-рухового апарату.

Література: [5, с. 120–130].

Тема 12 Системи візуалізації теплових полів

1. Тепловізор (інфрачервона камера).
2. Теплобачення.
3. Термографія. Інфрачервона термографія.

Питання для самоперевірки

1. Класифікація тепловізорів.

2. Сучасні тепловізори.
3. Діагностичні можливості теплобачення.

Література: [5, с. 131–135].

3 ПИТАННЯ ДО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

Варіант № 1

Практичні завдання

1. Вибрати оптимальні серії мікропроцесорних комплектів для розв'язання заданих задач керування.
2. Визначати розподіл задач керування між апаратною частиною та програмним забезпеченням.
3. Зробити вибір структурних схем мікропроцесорів для побудови мікропроцесорних систем різної функціональної спрямованості та занести до протоколу.

Розв'язати задачі

1. На рисунку зображено спрощену схему аналогового перетворювача частоти серцевих скорочень (ЧСС) у напругу. Вона складається з одновібратора (ОВ) та фільтра низьких частот (ФНЧ). Одновібратор запускається R-зубцем. Поясніть роботу схеми. Виведіть співвідношення, яке зв'язує середню вихідну напругу ФНЧ із часовими параметрами T_c , t_i та амплітудою U_m .

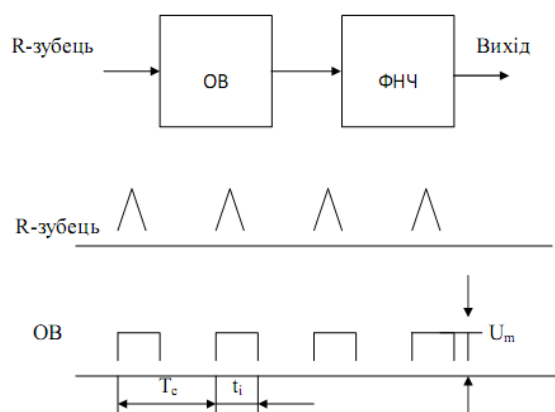


Рисунок 1– Схема аналогового перетворювача ЧСС у напругу

2. Як, маючи сигнал ЕКГ, обчислити частоту серцевих скорочень (ЧСС)

за хвилину?

Контрольні питання

1. Архітектура мікропроцесорів і мікропроцесорних систем.
2. Засоби розробки та налагоджування програмного забезпечення.
3. Особливості роботи мікропроцесорних систем і керування приладами біомедичної електроніки.
4. Види мікропроцесорних кардіомоніторів та їх функціональні схеми.

Варіант № 2

Практичні завдання

1. Розробити й занести до протоколу структурну схему цифрового кардіомонітора.
2. На підставі отриманих даних електрокардіосигналу за алгоритмами виділення аритмій сформуванати діагнози.

Розв'язати задачу

Визначте відношення сигнал/завада на виході підсилювача біопотенціалів (ПБП), якщо синфазна перешкода (мережева наводка на об'єкті) складає 2 В, електрокардіосигнал – 1 мВ (R-зубець), середній перехідний опір електрод – шкіра $R_{\text{еш}} = 10 \text{ МОм}$, його розкид $\Delta R_{\text{еш}} = 0,5 \text{ кОм}$, вхідний опір для синфазного сигналу $R_{\text{сф}} = 10 \text{ МОм}$. Коефіцієнт підсилення ПБП дорівнює 20. Схему підсилювача наведено на рис. 2.

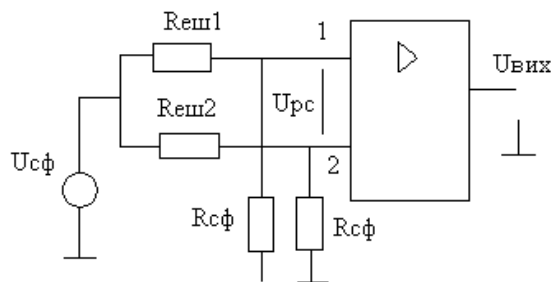


Рисунок 2 – Схема підсилювача біопотенціалів

Контрольні питання

1. Функціональна будова електронних пристроїв.
2. Завдання обчислювальних кардіомоніторів.

3. Функції сигналізації тривоги.
4. Формування діагностичних висновків.

Варіант № 3

Практичні завдання

1. Розробити та занести до протоколу узагальнену структурну схему всього підсилювача з гальванічною розв'язкою в передпідсилювачі.
2. Розробити функціональну схему електрокардіографа та відмітити на ній перед підсилювач і підсилювач біопотенціалів.

Розв'язати задачі:

1. Вихідна напруга попереднього підсилювача біопотенціалів, який призначено для реєстрації електроокулограми (рис. 3) являє собою суму корисного сигналу з розкидом ± 1 В і постійного зміщення ± 5 В, що зумовлені поляризацією електродів. Розробити схему, яка дозволяє прибрати постійне зміщення та забезпечить коефіцієнт підсилення (-10) для корисного сигналу.

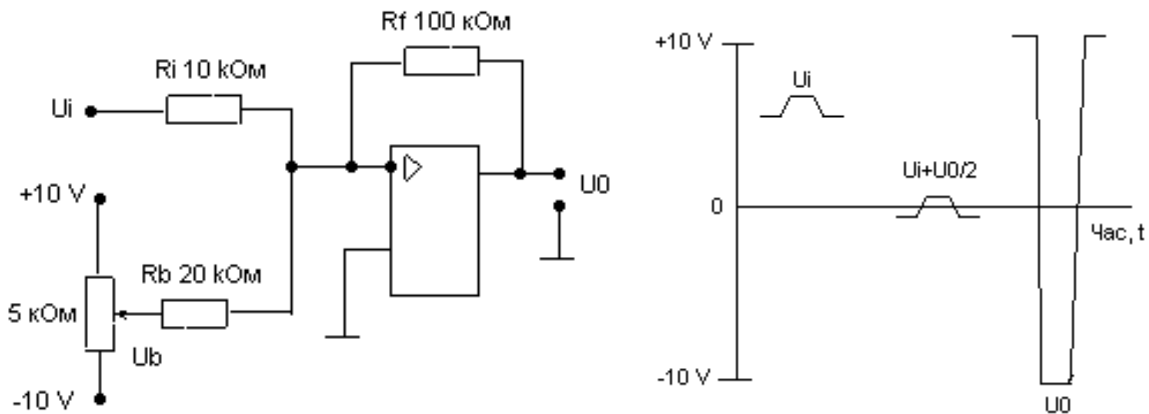


Рисунок 3 – Схема попереднього підсилювача біопотенціалів

2. Визначити необхідний коефіцієнт підсилювача для мостового перетворювача АТ на тензорезисторах, якщо за тиску 200 мм рт. ст. вихідна напруга підсилювача має дорівнювати 5 В. Напруга живлення моста 5 В відносно чутливості:

$$S = \frac{\Delta R_T}{\Delta P R_T} \cdot 100 = 0,1 \% \text{ /мм. рт. ст}$$

Припускається, що $R_T = R$; $R_1, R_2 \gg R$.

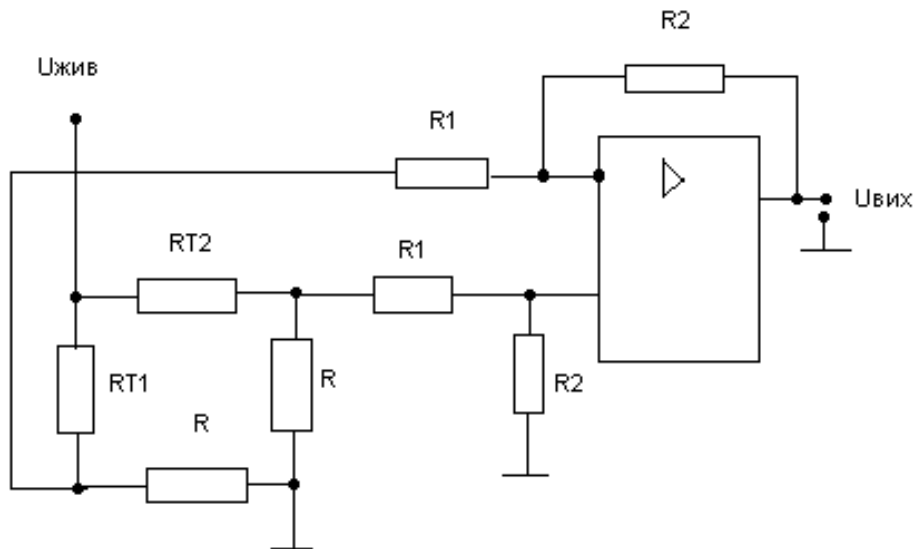


Рисунок 4 – Підсилювач мостового перетворювача артеріального тиску

Контрольні питання

1. Особливості формування частотного діапазону.
2. Функціональна характеристика передпідсилювача та підсилювача біопотенціалів.
3. Джерело порушення підсилювача біопотенціалів.
4. З якою метою застосовується ручне або автоматичне заспокоєння?

Варіант № 4

Практичні завдання

1. Розробити й занести до протоколу структурні схеми клінічних кардіомоніторів.
2. Розробити й занести до протоколу функціональні схеми хірургічних і реанімаційно-хірургічних кардіомоніторів.

Розв'язати задачу

Визначте синфазну напругу на пацієнті U_{cm} у схемі активної компенсації синфазного сигналу, якщо струм, який проходить через пацієнта, дорівнює i_d . Виберіть номінали резисторів, при яких синфазна напруга була б

мінімальною, а в разі насичення підсилювача шлях витікання на землю був би достатньо високоомним. Чому дорівнює U_{cm} при $i_d = 0,2$ мкА?

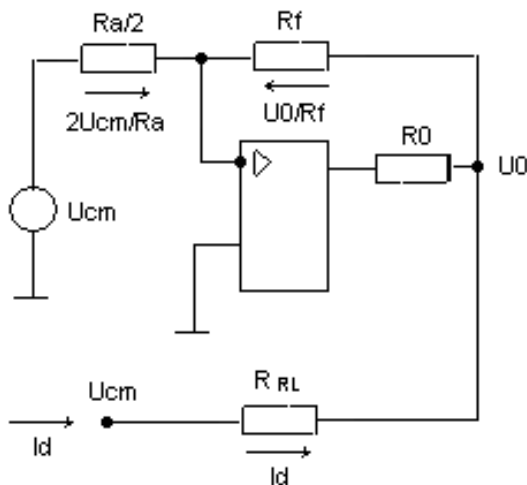


Рисунок 5 – Еквівалентна схема активної компенсації синфазного сигналу

Контрольні питання

1. Функціональні особливості клінічних кардіомоніторів.
2. Функціональна характеристика хірургічних і реанімаційно-хірургічних кардіомоніторів.
3. Відмінності хірургічних і реанімаційно-хірургічних кардіомоніторів.

Варіант № 5

Практичні завдання

1. Записати ЕЕГ людини у стані спокою або відкрити раніше записану пробу. Зауважте, що відображення ЕЕГ під час запису й аналізу за замовчанням відбувається у схемі «Монополярна А0», що значить монополярні відведення з усередненим вушним референтом.

2. Зі списку наявних схем комутації панелі інструментів «Швидкість/чутливість» вибрати кілька схем і проаналізувати, яким чином змінюється вигляд сигналу ЕЕГ:

- схема AS-IS – «справжній» вигляд записаної ЕЕГ 4;
- схема «Монополярний А0 10-20» – запис ЕЕГ із сигналами відсутніх під час реєстрації електродів Fpz та Oz, отриманими методом інтерполяції;

- одна зі схем «Усереднений загальний», у якій активні електроди комутовані відносно усередненого щодо всього скальпу сигналу,
- схеми DSD, SD.

3. Скласти власну схему комутації для біполярного порівняння активності симетричних електродів. Для цього у списку схем комутації вибрати пункт «Нова схема» 5, створити такі відведення: Fp1Fp2, F3F4, F7F8, T3T4, C3C4, T5T6, P3P4, O1O2.

4. Застосувати створену схему. Зробити висновок, у яких парах симетричних відведень активність є найбільш і найменш схожою. Застосувавши фільтри, зробити висновок, коливання якого діапазону є найасиметричними.

Розв'язати задачу

У схемі із загальним емітером і колекторною стабілізацією (рис. 6) визначити номінали резисторів, якщо струм колектора $I_K = 150$ мА, напруга на базі $U_B = 0,9$ В, напруга на колекторі $U_K = 8$ В, напруга джерела живлення $E_K = 12$ В, коефіцієнт підсилення за струмом $\beta = 50$.

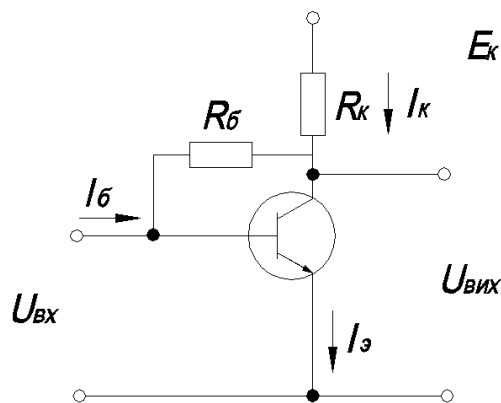


Рисунок 6 – Схема із загальним емітером і колекторною стабілізацією

Контрольні питання

1. Характеристика комп'ютерних електроенцефалографічних комплексів та їх функціональних схем.
2. Процеси, які відбуваються в тканинах організму під дією низькочастотного струму.

3. Електричні властивості біологічних тканин.
4. Фізичні основи електрографії тканин та органів.

Варіант № 6

Практичні завдання

1. Схематично зобразити й занести до протоколу функціональні схеми апаратів для ультразвукової діагностики.
2. Схематично зобразити й занести до протоколу структурні схеми апаратів для ультразвукової діагностики.

Розв'язати задачі:

1. Визначити час затримки t_3 наведеної на рисунку 7 лінії затримки LC-типу у блоці допоміжного фокусування УЗ – сканерів, якщо $C_1 = 2$ мкФ, $L_1 = 0,5$ Гн.

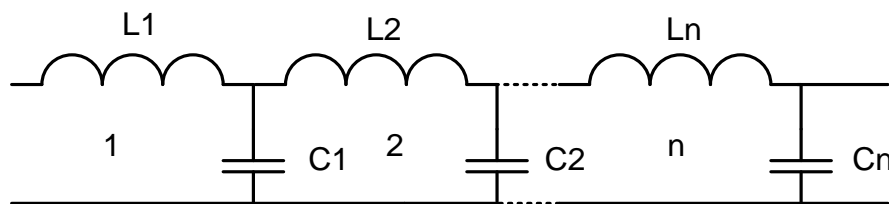


Рисунок 7 – Лінія затримки LC-типу

2. Розрахувати максимальну звукову частоту доплерівського витратоміра крові, який працює на несучій частоті $f_n = 7$ МГц, якщо датчик розташовано під кутом 45° до осі судини, швидкість кровотоку дорівнює $v = 150$ см/с, а швидкість звуку у середовищі $c \approx 1500$ м/с.

3. Опишіть спосіб динамічного фокусування УЗ-променя при випромінюванні та прийманні ехо-сигналів лінійним передавачем з багатоелементною п'єзорешіткою.

Контрольні питання

1. Загальна характеристика апаратів для ультразвукової діагностики.
2. Види датчиків для УЗД апаратів.
3. Характеристика сучасних апаратів для ультразвукової діагностики.
4. Принципи функціонування УЗД апаратів.

4 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90–100	A	відмінно
82–89	B	добре
74–81	C	
64–73	D	
60–63	E	задовільно
35–59	FX	незадовільно (з можливістю повторного складання)
0–34	F	незадовільно (з обов'язковим повторним вивченням навчальної дисципліни)

Шкала поточного оцінювання модульної роботи з навчальної дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Усна відповідь на практичних заняттях	1–30	30
Теоретичні питання (<i>два питання, за кожну правильну відповідь нараховується 5 балів</i>)	1–10	10
Тестовий онлайн-контроль знань	1–25	25
Написання реферату (презентаційні матеріали)	1–10	10
Самостійна робота (<i>за якість конспектів лекцій та виконаних домашніх завдань</i>)	1–25	25
Усього		100

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Антонова О. І., Мосьпан В. О. Основи нормальної та патологічної фізіології: навчальний посібник. Кременчук: ПП Щербатих О. В., 2016. 128 с. ISBN 978–617–639–085–5. (Затверджено МОН України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Лист №1/11-10205 від 20.07.2015).
2. Доброва В. І., Тіманюк В. О. Біофізика та медична апаратура: навчальний посібник. Київ: ВД «Професіонал», 2006. 200 с.
3. Медична та біологічна фізика: підручник для студентів медичних ВНЗ / за ред. В. Г. Книгавка. Харків: ЕДЕНА, 2009. 344 с.
4. Суховія М. І., Шафраньош М. І., Шафраньош І. І. Методи медико-біологічних досліджень: навч. посібник. Ужгород: Вид. УжНУ, «Говерла» 2022. 53 с.
5. Чалий О. В. Медична і біологічна фізика. Вінниця: Нова Книга, 2013. 528 с.

Методичні вказівки щодо виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Апаратура експериментальних біомедичних експериментальних досліджень» для студентів денної форми навчання зі спеціальності 227 – «Фізична терапія, ерготерапія» освітньо-професійної програми «Фізична терапія, ерготерапія» освітнього ступеня «Бакалавр»

Укладач к. б. н., доц. О. І. Антонова

Відповідальний за випуск доцент кафедри ЗЛФК Т. І. Лошицька

Підп. до др. _____. Формат 60×84 1/16. Папір тип. Друк ризографія.
Ум. друк. арк. _____. Наклад _____ прим. Зам. № _____. Безкоштовно.

Редакційно-видавничий відділ
Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600