

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

В. В. Павліков

(підпис) (підпис та прізвище)

«10» березня 2020 р.

Відділ аспірантури і докторантури

РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Радіoeлектронні системи біомедичної діагностики

Галузі знань: 17 Електроніка та телекомунікації.

Спеціальність: 172 Телекомунікації та радіoeлектроніка.

Освітня наукова програма: «Телекомунікації та радіoeлектроніка».

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Форма навчання: денна
денна // заочна

Харків – 2020

РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Радіоелектронні системи біомедичної діагностики
(назва дисципліни)

для здобувачів за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
освітньої програми «Телекомунікації та радіотехніка»

«18» 06 2020 р., – с.

Розробник: професор каф. 501, к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Шульгін В.І.
(прізвище та ініціали)

Гарант ОНП завідувач каф. 504, д.т.н., проф.
(посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Лукін В.В.
(прізвище та ініціали)

Протокол № 11 від «18» 06 2020 р. засідання кафедри №

Завідувач кафедри 501, к.т.н.
(посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Жила С.С.
(прізвище та ініціали)

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач відділу
аспірантури і докторантури



В. Б. Селевко

Голова наукового товариства
студентів, аспірантів,
докторантів і молодих вчених



Т. П. Старовойт

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>17 Електроніка та телекомунікації</u> (шифр і найменування) Спеціальність <u>172 Телекомунікації та радіотехніка</u> (код і найменування) Освітня програма <u>Телекомунікації та радіотехніка</u> (найменування) Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)	Вибіркова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2		
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		2020/2021
Загальна кількість годин – 150 85/150		Семестр
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5,3125 самостійної роботи здобувача – 4,0625		4-й
		Лекції
		51 год.
		Практичні, семінарські*
		34 год.
		Лабораторні
		-
		Самостійна робота
	65 год.	
Вид контролю		
	іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
85/ 65.

* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: набуття знань про явища, які виникають в біологічних об'єктах, а також внаслідок взаємодії фізичних полів і біологічних об'єктів, для створення технічних засобів медичної діагностики.

Завдання: використання інженерних підходів і методів, прийнятих при вирішенні задач радіотехніки до вирішення наукових завдань і проектування в галузі медичної і біологічної наук для забезпечення поліпшення здоров'я людини, підвищення якості її життя.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі повинні досягти таких компетентностей:

ЗК1 – здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями,

ЗК2 – здатність освоїти методики навчання по окремим дисциплінам спеціальності,

ЗК4 – здатність аналізувати, верифікувати, оцінювати повноту інформації в ході науково-дослідної діяльності, за необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію й працювати в умовах обмежених апріорних відомостей,

ЗК9 – здатність застосовувати сучасні знання методів телекомунікацій та радіотехніки, комп'ютерних наук, інформаційні технології і спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності,

ФК1 – здатність розвивати фундаментальні моделі та нові методи обробки сигналів у телекомунікаційних та радіотехнічних системах, проектувати та створювати телекомунікаційні та радіотехнічні системи та прилади,

ФК2 – здатність аналізувати дані та оцінювати необхідні знання для розв'язання задач підвищення надійності, функціональної безпеки, живучості телекомунікаційних та радіотехнічних систем з використанням сучасних математичних методів, зокрема штучного інтелекту, комп'ютерного моделювання тощо,

ФК4 – здатність до аналізу бібліографічних джерел у відповідності до наукових досліджень: вміти проводити пошук і порівняльний аналіз бібліографічних джерел у відповідності до поставленої мети, визначати неповноту наявної науково-технічної інформації,

ФК6 – здатність застосовувати і розвивати фундаментальні і міждисциплінарні знання, включаючи математичні і наукові принципи, теорію алгоритмів, оптимізаційні задачі, чисельні методи, засоби та нотації для успішного розв'язання проблем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен **знати:**

- специфіку біологічних систем як об'єктів дослідження, особливості організації і проведення медичних і біологічних експериментів;
- апаратні засоби виконання досліджень, схеми експериментів, співвідношення основних медико-біологічних показників;
- анатомічні та фізіологічні основи біоелектромагнетизма;
- методи та засоби вимірювання біоелектричних потенціалів;

- методи та засоби реєстрації магнітних полів біологічних об'єктів;
- методи та засоби перетворення фізіологічних характеристик в електричні сигнали;
- методи та засоби для оптичних та термометричних вимірювань;
- методи і засоби фотоплетізмографії та імпедансної плетизмографії;
- методи та засоби реєстрації характеристик іонізуючих випромінювань;
- принципи розрішення томографічних задач;
- витоки похибок перетворення інформаційних сигналів, методичного і випадкового характеру;

вміти:

- вибирати метод досліджень в залежності від біологічної чи медичної задачі, зовнішніх умов експерименту, наявності технічних засобів, рівня підготовки персоналу;
- складати структурні та функціональні схеми технічних засобів з використанням електронної апаратної частини;
- визначати структуру та типові схемотехнічні рішення для електронного вимірювального тракту;
- оцінювати похибки перетворення, вплив завад, обирати методи їх уникнення чи компенсації.

мати уявлення:

- про методи та засоби перетворення фізичних факторів (полів) джерелом яких є біологічних системи в електричні сигнали з подальшим отриманням медико-біологічних показників;
- про структуру систем для медико біологічних досліджень;
- про автоматизацію обробки інформації для розрахунку медико біологічних показників, накопичення даних, інтерпретації підсумків вимірювань.

Програмні результати навчання:

ПРН1 – уміти проводити пошук інформації в спеціалізованій літературі, використовуючи різноманітні ресурси: журнали, бази даних, on-line ресурси,

ПРН2 – уміти застосовувати методики навчання по окремим дисциплінам спеціальності,

ПРН3 – уміти використовувати набуті знання, за допомогою аналітичного апарату і логічного мислення, уміти застосовувати їх у наукових дослідженнях,

ПРН9 – називати і давати визначення основним англомовним поняттям у наукових дослідженнях,

ПРН10 – уміти розвивати творчі здібності, шукати і застосовувати нестандартні підходи до прийняття рішень у наукових дослідженнях,

ПРН11 – уміти демонструвати розуміння сучасних методів ведення науково-дослідних робіт, математичних методів, інформаційних технологій, методів експериментування, що застосовуються в дослідницькій практиці,

ПРН12 – уміти орієнтуватися в патентній інформації і документації, досліджувати і кваліфіковано формулювати ознаки новизни в системах передачі й обробки інформації, які розробляються, оформляти заявки на винаходи, вміти аналізувати технічні рішення з метою визначення їх обороноздатності і патентної чистоти,

ПРН13 – уміти представляти та обговорювати наукові результати іноземною мовою (англійською або іншою, відповідно до специфіки спеціальності) в усній та письмовій формах, приймати участь у наукових дискусіях і конференціях,
ПРН14 – уміти надавати математичного змісту певній практичній задачі та застосовувати основні методи вищої математики до розв'язування задач,
ПРН15 – уміти доводити розв'язок задачі до прийняттого вигляду – числа, графіка, діаграма та користуватись математичною літературою.

Міждисциплінарні зв'язки: результати навчання можуть бути використані для засвоєння матеріалу дисциплін Сучасні методи проектування радіосистем, Фільтрація регулярних і випадкових процесів у радіосистемах.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Біоелектромагнетизм і методи діагностики, засновані на дослідженні власних електричних і магнітних полів живого організму.

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Радіоелектронні системи біомедицинської діагностики». Загальна характеристика розділів і структури дисципліни. Система отримання медико-біологічної інформації. Структурна схема узагальненого вимірювального каналу для збору, передачі та реєстрації медико-біологічної інформації.

Тема 2. Біоелектромагнетизм і методи діагностики, засновані на дослідженні власних електричних і магнітних полів живого організму. Анатомічні та фізіологічні основи біоелектромагнетизма. Нервові і м'язові клітини. Збудливість клітини, генерація і активація. Провідність нервових імпульсів. Теорія і техніка вимірювання біопотенціалів і біомагнітних полів.

Тема 3. Серце. Методи електрокардіографії. Анатомія і фізіологія серця. Електричне збудження серця. Моделі об'ємного джерела і провідника. Вимірювання електричної активності серця. Системи електрокардіографічних відведень. Векторкардіографія.

Тема 4. Методи і пристрої електрокардіографічних досліджень. Електрокардіографія спокою. Навантажувальні ЕКГ-дослідження. Дослідження характеристик автономної нервової системи на основі аналізу ВСР. Холтерівський моніторинг. Електрокардіографія плода в ході вагітності. Телекардіографія. Електрична стимуляція серця. Дефібриляція. Фактори спотворень при ЕКГ дослідженнях. Основи ЕКГ-діагностики.

Тема 5. Методи і пристрої електроенцефалографії. Електрична активність мозку. Нейронна модель. Поширення нервового збудження. Реєстрація ЕЕГ активності. Системи відведень ЕЕГ. Структура ЕЕГ сигналу. Методи аналізу ЕЕГ сигналів. Викликані потенціали. Застосування методів ІСА в електроенцефалографії. Основи ЕЕГ-діагностики. Пристрої і програмні засоби електроенцефалографії.

Тема 6. Нейрофізіологічні методи дослідження. Електроміографічне дослідження. Зовнішня абдомінальна електрогістерографія вагітної жінки.

Методи реєстрації та обробки міографічних сигналів. Технології магнетокардіографії і магнетоенцефалографії;

Тема 7. Електроди для відведення біопотенціалів. Границя розділу між електродом і електролітом. Явище поляризації, електроди що поляризуються і не поляризуються. Еквівалентні схеми біомедичних електродів. Поверхневі напівпровідникові електроди. Внутрішньотканинні електроди. Електродні матриці. Мікроелектроди.

Тема 8. Підсилювачі біопотенціалів. Основні вимоги до електричних характеристик інструментальних підсилювачів. Базові схемотехнічні рішення, особливості конструкцій. Захист від перевищення вхідного сигналу. Компенсація синфазних та інших завад. Особливості побудови підсилювачів для електрокардіографії, холтерівського моніторингу та електроенцефалографії. Сучасні схемні рішення при розробці підсилювачів біопотенціалів.

Змістовий модуль 2. Принципи роботи основних видів первинних перетворювачів

Тема 9. Активні методи досліджень біологічних об'єктів. Фізичні основи ультразвукової медичної діагностики. Фізичні характеристики та властивості ультразвуку: довжина хвилі, дифракція, інтерференція, розсіювання ультразвукових хвиль, швидкість поширення УЗ, віддзеркалення, поглинання і глибина проникнення, ослаблення УЗ в біологічних тканинах. Пристрої для випромінювання і прийому ультразвуку. Методи ультразвукової діагностики. Ехографія. Доплерографія. Методи отримання зображення.

Тема 10. Використання ультразвукових методів діагностики в медицині. Вимірювання швидкості кровотоку. Ультразвукова діагностика порушень мозкового кровообігу. Ехоенцефалографія. Ультразвукова діагностика внутрішніх органів. Ультразвукова діагностика в кардіології. Ультразвукова діагностика в гінекології і акушерстві. Переваги і недоліки ультразвукової діагностики.

Тема 11. Томографічні методи дослідження. Постановка і методи розв'язання обернених задач. Фізико-математична постановка задачі реконструкції внутрішньої структури об'єкта по набору проекцій. Перетворення Родона. Алгоритм зворотного проектування. Згортковий алгоритм. Геометричні схеми отримання проекцій для задач 3D реконструкції. Методи і системи рентгенівської томографії. Магнітна резонансна томографія (МРТ);

Тема 12. Методи томографії низького розподілу. Імпедансна томографія, оптична розсіюча томографія. Рівняння електроімпедансної томографії та граничні умови. Нелінійна модель оберненої задачі електроімпедансної томографії. Рішення оберненої задачі ЕІТ для 2-х і 3-х мірних апроксимацій об'єктів. Апаратура ЕІТ рівняння дифузії ОДТ. Моделі джерел. Нелінійна модель ОДТ. Рішення оберненої задачі ОДТ. Моделювання прямої задачі ОДТ для 2-х і 3-х мірних апроксимацій об'єктів. Апаратура ОДТ.

Тема 13. Перспективні напрями розвитку Радіоелектронних систем біомедичної діагностики.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Біоелектромагнетизм і методи діагностики, засновані на дослідженнях власних електричних і магнітних полів живого організму.						
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Радіоелектронні системи біомедицинської діагностики».	9	4	–	–	–	5
Тема 2. Система отримання медико-біологічної інформації Теорія і техніка вимірювання біопотенціалів і біомагнітних полів.	9	4	–	–	–	5
Тема 3. Методи електрокардіографії. Анатомія і фізіологія серця. Електричне збудження серця.	13	4	4	–	–	5
Тема 4. Методи і пристрої електрокардіографічних досліджень.	13	4	4	–	–	5
Тема 5. Методи і пристрої електроенцефалографії.	13	4	4	–	–	5
Тема 6. Нейрофізіологічні методи дослідження. Методи реєстрації та обробки міографічних сигналів.	13	4	4	–	–	5
Тема 7. Електроди для відведення біопотенціалів.	9	4	–	–	–	5
Тема 8. Підсилювачі біопотенціалів. Особливості побудови підсилювачів для електрокардіографії, та електроенцефалографії.	13	4	4	–	–	5
Разом за змістовим модулем 1	92	32	20	–	–	40
Змістовий модуль 2. Принципи роботи основних видів первинних перетворювачів						
Тема 9. Активні методи досліджень біологічних об'єктів. Фізичні основи ультразвукової медичної діагностики.	11	4	2	–	–	5
Тема 10. Використання ультразвукових методів діагностики в медицині.	18	4	4	–	–	10
Тема 11. Томографічні методи дослідження. Постановка і методи розв'язання обернених задач реконструкції внутрішньої структури об'єкта по набору проекцій.	12	4	3	–	–	5
Тема 12. Методи томографії низького розподілу. Імпедансна томографія, оптична розсіюча томографія.	12	4	3	–	–	5
Тема 13. Перспективні напрями розвитку Радіоелектронних систем біомедицинської діагностики	5	3	2	–	–	-
Разом за змістовим модулем 2	58	19	14	–	–	25
Всього	150	51	34	–	–	65

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методи аналізу ЕЕГ сигналів. Викликані потенціали. Застосування методів ІСА в електроенцефалографії.	7
2	Моніторування та аналіз серцевого ритму. Теоретичне та практичне вивчення методу реєстрації та аналізу варіабельності серцевого ритму для дослідження стану вегетативної нервової системи людини.	7
3	Ультразвукові методи в медицині.	6
	Разом	20

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Вимірювання електричної активності серця. Системи електрокардіографічних відведень. Електроди для електрокардіографічних (ЕКГ) відведень. Відведення для ЕКГ, правила розташування електродів.	4
2	Ознайомлення з комп'ютерною електрокардіографічною системою «КАРДІОЛАБ», електроенцефалографічним комплексом «НЕЙРОКОМ», і холтерівським монітором «КАРДІОСЕНС»	4
3	Томографічні методи дослідження. Постановка і методи розв'язання обернених задач.	3
4	Томографія низького розподілу. Імпедансна томографія, оптична розсіюча томографія.	3
	Разом	14

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не заплановані	

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Теми 1 –8. Засвоєння лекційних матеріалів	20
2	Ознайомлення з комп'ютерною електрокардіографічною системою «КАРДІОЛАБ», електроенцефалографічним комплексом «НЕЙРОКОМ», і холтерівським монітором «КАРДІОСЕНС»	15
3	Теми 9 –10. Вивчення розділів 9-12 навчальної дисципліни за підручником [1д] і навчального посібника [46]	15
4	Теми 11 – 12. Самостійне освоєння комп'ютерних програм і систем; підготовка реферату на задану тему.	15
	Разом	65

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не заплановані	—

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспитів.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

12.1. Розподіл балів, які отримують здобувачі (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	16	0...16
Виконання практичних робіт	0...1	10	0...10
Модульний контроль	0...44	1	0...44
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...1	6	0...6
Модульний контроль	0...16	1	0...16
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит/залік) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку. Під час складання семестрового іспиту/заліку здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту/заліку складається з 2 теоретичних запитань. Максимальна кількість балів за одне запитання – 50 балів. Усього можливо отримати 100 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- 1) здобувач повинен знати специфіку біологічних систем як об'єктів дослідження, особливості організації і проведення медичних і біологічних вимірювань;
- 2) головні анатомічні та фізіологічні основи біоелектромагнетизма;
- 3) основні методи та засоби перетворення фізіологічних характеристик організму людини в електричні сигнали;
- 4) основні методи та засоби вимірювання біоелектричних потенціалів;
- 5) методи та засоби реєстрації магнітних полів біологічних об'єктів;
- 6) методи та засоби для оптичних та термометричних вимірювань;
- 7) методи і засоби фотоплетизмографії та імпедансної плетизмографії;
- 8) методи та засоби реєстрації характеристик іонізуючих випромінювань;
- 9) принципи томографії;

- 10) апаратні засоби виконання біомедичних досліджень, схеми експериментів, співвідношення основних медико-біологічних показників організму людини;
- 11) витоки похибок перетворення інформаційних сигналів, методичного і випадкового характеру.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- 1) *здобувач повинен вміти* вибирати метод досліджень в залежності від біологічної чи медичної задачі, зовнішніх умов експерименту, наявності технічних засобів, рівня підготовки персоналу;
- 2) вибирати методи та засоби перетворення фізичних факторів (полів) джерелом яких є біологічних системи в електричні сигнали з подальшим отриманням медико-біологічних показників;
- 3) складати структурні та функціональні схеми технічних засобів для виконання різних медико-біологічних вимірювань з використанням електронної апаратної частини;
- 4) визначати структуру та типові схеми технічні рішення для електронного вимірювального тракту;
- 5) вміти надавати математичного змісту певній практичній задачі та застосовувати основні методи вищої математики до розв'язування задач;
- 6) вміти доводити розв'язок задачі до прийняттого вигляду – числа, графіка, діаграма та користуватись математичною літературою;
- 7) вміти оцінювати похибки перетворення, вплив завад, обирати методи їх уникнення чи компенсації.
- 8) вибирати метод автоматичної обробки інформації для розрахунку медико біологічних показників, накопичення даних, інтерпретації підсумків вимірювань.

12.3 Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань (по пунктам 2,3,4,5,9,10) та умінь (по пунктам 1,3,4,6,7). Відпрацювати всі практичні заняття. Зробити доповідь на семінарі за темою №2. Самостійно освоїть комп'ютерні програми КАРДІОЛАБ і КАРДІОСЕНС; здати реферат на задану тему.

Добре (75 - 89). Твердо мати мінімум знань (по пунктам 2,3,4,5,9,10), відпрацювати всі практичні заняття, зробити доповідь на семінарі за темами №2,3. Виконати усі завдання. Самостійно освоїть комп'ютерні програми КАРДІОЛАБ, КАРДІОСЕНС К, КАРДІОСЕНС АТ, НЕЙРОКОМ; здати реферат на задану тему. Показати вміння виконувати всі практичні завдання в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Самостійно освоїть комп'ютерні програми КАРДІОЛАБ, КАРДІОСЕНС К, КАРДІОСЕНС АТ, НЕЙРОКОМ; здати реферат на задану тему. Добре орієнтуватися у підручниках та посібниках (в тому числі, англomовних [5]). Досконально знати усі методи та засоби перетворення фізичних факторів (полів) джерелом яких є біологічних системи в електричні сигнали з подальшим отриманням медико-біологічних показників, методи та засоби реєстрації магнітних полів біологічних об'єктів; методи та засоби для оптичних та термометричних вимірювань; методи і засоби фотоплетизмографії та імпедансної плетизмографії; методи та засоби реєстрації

характеристик іонізуючих випромінювань; принципи томографії; апаратні засоби виконання біомедичних досліджень, схеми експериментів, співвідношення основних медико-біологічних показників організму людини;

вміти вибирати метод досліджень в залежності від біологічної чи медичної задачі, зовнішніх умов експерименту, наявності технічних засобів, рівня підготовки персоналу; методи та засоби перетворення фізичних факторів (полів) джерелом яких є біологічні системи в електричні сигнали з подальшим отриманням медико-біологічних показників; складати структурні та функціональні схеми технічних засобів для виконання різних медико-біологічних вимірювань з використанням електронної апаратної частини; визначати структуру та типові схеми технічних рішень для електронного вимірювального тракту; надавати математичного змісту певній практичній задачі та застосовувати основні методи вищої математики до розв'язування задач; вміти оцінювати похибки перетворення, вплив завад, вибирати метод автоматичної обробки інформації для розрахунку медико-біологічних показників, накопичення даних, інтерпретації підсумків вимірювань.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни:

https://library.khai.edu/catalog?clear_all_params=0&mode=DocBibRecord&lang=ukr&caller_mode=BookList&themes_basket=&ttp_themes_basket=&ext=no&theme_path=%2C-337%2C3845&author_fld=&docname_fld=&docname_cond=beginwith&year_fld1=&year_fld2=&udc_fld=&isbn_fld=&lang_list=0&pubplace_fld=&publisher_fld=&bbc_fld=&issn_fld=&annotation_fld=&volume_fld=&part_fld=&responsibility_fld=&theme_cond=all_theme&litttype_list=0&theme_list=0&discipline_search=&discipline_list=&tpage=1&step=20&faculty_list=0&department_list=&speciality_list=0&knmz_doctype_list=0&speciality_knmz_list=&sillabus_list=&knowledgearea_list=&qualificationlevel_list=&initiator_mode=SearchDocForm&full_searchfld=&ecopy=0&combiningAND=0&is_ttp=1&print_basket=%2C&docid=510532723&doctype_list=0&doctoselect=0

14. Рекомендована література

Базова

1. Медицинские приборы: Разработка и применение / Авт. кол.: Джон В. Кларк мл., Майкл Р. Ньюмен, Валтер Х. Олсон и др.; Ред. Джон Г. Вебстер. К.: Медторг, 2004. – 620 с.
2. Олейник В.П. Аппаратные методы исследований в биологии и медицине: учеб. пособие / В.П. Олейник, С.Н. Кулиш – Х.: Нац. Аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т.», 2004. – 110 с.
3. Л.А. Краснов, В.П. Олейник. Электрокардиография. Технические средства электронной и компьютерной диагностики в медицине – Учеб. Пособие. Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2013. – 84 с.
4. И.И. Резников, В.Н. Федорова, Е.В. Фустов и др. Физические основы использования ультразвука в медицине. Учебное пособие. Москва, Национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, 2015, – 97 с.

5. J.Malmivuo, R. Plonsey. Bioelectromagnetism. Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields. New York Oxford OXFORD UNIVERSITY PRESS, 1995, <http://www.bem.fi/book/book.pdf> , – 641 p.

Допоміжна

1. Joseph D. Bronzino Medical Devices and Systems. Trinity College Hartford, Connecticut, U.S.A. Published in 2006 by CRC Press Taylor & Francis Group 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca Raton, – 1404 p.
2. Ливенцев Н. В., Ливенсон А. Р. Электромедицинская аппаратура. – М.: Медицина, 1974.
3. Физика визуализации изображений в медицине: В 2 т./ Пер. с англ. под ред. С. Уэбба. – М.: Мир, 1991.
4. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика / А.Н. Ремезов.- М.: Высш. Школа, 1987.
5. Заболотна Н.І., Павлов С.В., Шолота В.В. Комп'ютерне моделювання задач лазерної та оптоелектронної техніки. Навчальний посібник.- Вінниця-ВНТУ, 2003. – 149 с.
6. Павлов С.В., Кожем'яко В.П., Петрук В.Г, Колісник П.Ф., Марков С.М. Біомедичні оптико-електронні системи і апарати. Ч.1. Неінвазивні методи діагностики серцево-судинної системи. Навчальний посібник. – ВДТУ, Вінниця. – 2003. – 115 с.
7. Кожем'яко В.П., Павлов С.В. Тарновський М.Г. Оптоелектронна схемотехніка (гриф МОНУ). – ВНТУ: Вінниця. 2008.– 164 с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт бібліотеки університету <https://library.khai.edu/>