

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізичної і біомедичної електроніки та комплексних інформаційних технологій

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної  
роботи



2020 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ПРОЕКТУВАННЯ БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ**

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістерський)

галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування  
(шифр і назва)

спеціальність 153 Мікро- та наносистемна техніка  
(шифр і назва)

освітня програма Фізична та біомедична електроніка  
(шифр і назва)

спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

вид дисципліни обов'язкова  
(обов'язкова / за вибором)

факультет радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

2020/2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету (інституту, центру)

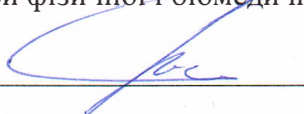
«22» \_\_січня\_\_ 2021 року, протокол № 1

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Мустецов Микола Петрович, к. т. н., проф., професор кафедри Фізичної і біомедичної електроніки та комплексних інформаційних технологій

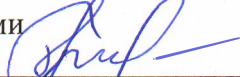
Програму схвалено на засіданні кафедри Фізичної і біомедичної електроніки та комплексних інформаційних технологій

Протокол від «19» \_\_січня\_\_ 2021 року № 11

Завідувач кафедри фізичної і біомедичної електроніки та комплексних ІТ

 Сергій БЕРДНИК

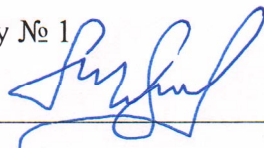
Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми (керівником проектної групи) «Фізична та біомедична електроніка»

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми (керівник проектної групи) проф.  Микола МУСТЕЦОВ

Програму погоджено методичною комісією факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

Протокол від «20» \_\_січня\_\_ 2021 року року № 1

Голова методичної комісії факультету

 Леонід ЧОРНОГОР

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «**Проектування медико-інженерних систем**» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Фізична та біомедична електроніка» підготовки **магістра** спеціальності 153 Мікро-та наносистемотехніка

Предметом вивчення навчальної дисципліни є сучасні методи проектування біотехнічних та медико-інженерних систем різного призначення.

### 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є формування теоретичних знань та практичних навиків з проектування складних біотехнічних (медико-інженерних) систем з використанням сучасних можливостей комп'ютерних технологій.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є сформувати у здобувачів вищої освіти наступні загальні та фахові компетентності.

#### **Загальні** компетентності:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу структур складних систем. (ЗК-1)
- спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. (ЗК-2)
- здатність проводити дослідження складних систем, з використанням теорії систем, на відповідному рівні. (ЗК-4)
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. (ЗК-5)
- здатність генерувати нові ідеї (креативність). (ЗК-6)
- навички міжособистісної взаємодії, особливо зі спеціалістами різного профілю. (ЗК-7)
- здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (особливо з спеціалістами медицини). (ЗК-8)

#### **Фахові** компетентності

- здатність ефективно використовувати складне контрольно-вимірювальне, технологічне та дослідницьке обладнання при проектуванні систем перевірки та метрологічного забезпечення біотехнічних систем. (СК-1)
- здатність здійснювати тестування та діагностику приладів та обладнання, а також оброблення і аналіз отриманих результатів з урахуванням особливостей біотехнічних та медико-інженерних систем. (СК-2)
- здатність аналізувати та синтезувати системи різного призначення. (СК-3)
- здатність розробляти, обґрунтовано вибирати і використовувати сучасні методи обробки та аналізу сигналів в окремих ланках систем та системах в цілому. (СК-4)
- здатність аргументувати вибір методів розв'язання складних задач і проблем при проектуванні систем та критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення. (СК-5)
- здатність користуватися сучасними системами пошуку та аналізу науково-технічної інформації, проводити патентний пошук і дослідження та здійснювати захист інтелектуальної власності. (СК-6)
- здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти у сфері мікро- та наносистемної техніки, а також дотичні до неї міждисциплінарні проекти. (СК-7)

1..2. Основними завданнями вивчення дисципліни є формування навиків по проектуванні складних систем медичного та біотехнологічного призначення, а також сучасним методам проектування складних систем з використанням можливостей комп'ютерних технологій.

1.3. Кількість кредитів – 6.

1.4. Загальна кількість годин – **180**.

## 1.5. Характеристика навчальної дисципліни

Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
2-й	
Семестр	
3 - й	
Лекції	
36 год.	
Практичні, семінарські заняття	
Лабораторні заняття	
24 - год.	
Самостійна робота	
120 - год.	
Індивідуальні завдання (курсний проект)	
год.	

## 1.6. Заплановані результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Проектування біотехнічних систем» здобувачі вищої освіти повинні досягти таких результатів навчання:

- вміти формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або наукові задачі під час проектування та виготовлення конкурентоспроможних біотехнічних систем та втілення результатів у бізнес-проектах. (P-1);
- визначати напрями, розробляти і реалізовувати проекти модернізації виробництва систем з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів. (P-2);
- оптимізувати конструкції систем та технології їх виготовлення. (P-3);
- застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критично осмислювати сучасні проблеми у сфері використання біотехнічних систем (P-4);
- вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово при обговоренні професійних проблем та презентації результатів досліджень і інноваційних проектів. (P-5);
- розробляти вироби та компоненти складних систем, враховуючі вимоги до їх характеристик, технологічні та ресурсні обмеження; використовувати сучасні інструменти автоматизації проектування. (P-6);
- розв'язувати задачі синтезу та аналізу пристроїв та медико-інженерних систем (P-7);
- збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і критично оцінювати її. (P-8);
- забезпечувати якість виробництва; обирати технології, що гарантують отримання необхідних характеристик систем. застосовувати сучасні методи контролю та сертифікації біотехнічних систем (P-9);
- забезпечувати професійний розвиток членів колективу з урахуванням світового досвіду і вимог до персоналу в сфері розробки та експлуатації складних систем (P-10);
- досліджувати процеси у складних системах їх приладах та компонентах з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів експериментів (P-11);
- будувати і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів в живих та технічних ланках систем (P-12);

- керувати складними робочими процесами у сфері виробництва та/або досліджень біотехнічних систем, об'єктивно оцінювати результати діяльності колективу та окремих працівників, визначати заходи щодо покращення результатів діяльності (P-13);
- координувати роботу колективів виконавців для проведення наукових досліджень, проектування, розроблення, аналізу, розрахунку, моделювання, виробництва та тестування медико-інженерних систем (P-14);
- забезпечувати захист інтелектуальної власності, комерціалізацію результатів науково-дослідної, винахідницької та проектної діяльності (P-15).

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

- методи адаптації біологічних та технічних ланок при проектуванні систем;
- методи побудови інформаційних моделей медико-інженерних систем;
- методи реєстрації медичної інформації адаптовані до біологічного об'єкту;
- методи проектування систем відображення та первинної обробки інформації;
- вміти:
- формувати технічне завдання на проектування систем медичного призначення;
- проектувати електронні вузли медичних систем;
- синтезувати структури біотехнічних систем різного призначення (діагностичні, терапевтичні, хірургічні, системи заміщення органів та систем, системи підтримки гомеостазу);
- розробляти еталони та метрологічне забезпечення для тестування та перевірки медико-інженерних систем різного рівня.

## 2. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Розділ 1.** Формування цільової функції та етапи проектування БТС.

Тема 1. Основні етапи проектування.

Схема розробки нового взірця системи. Різновиди проектування. Внутрішнє та зовнішнє проектування. Формування цільової функції нового виробу. Визначення критеріїв оцінки ефективності створення системи.

Тема 2. Особливості проектування систем медичного призначення.

Формування медико-технічних вимог нової системи. Особливості застосування медичних систем. Роль людини-оператора при експлуатації системи. Врахування можливих наслідків експлуатації та утилізації системи

Тема 3. Роль моделювання при проектуванні БТС

Моделювання процесу формування медико-біологічного показника, що враховується при роботі системи. Моделювання динамічних процесів життєдіяльності. Ідентифікація біологічних та технічних ланок в залежності від призначення системи.

**Розділ 2.** Проектування первинних перетворювачів медико-біологічної інформації

Тема 4. Проектування оптичних вузлів та первинних перетворювачів.

Особливості оптичних перетворювачів. Параметри, що характеризують ефективність роботи оптичних перетворювачів. Адаптація оптичних перетворювачів до живої матерії. Особливості частотних властивостей оптичних перетворювачів.

Тема 5. Проектування акустичних вузлів БТС.

Особливості перетворення механічних величин в електричні сигнали. Неоднозначність механічного впливу на перетворювач. Спектри механічних проявів процесів життєдіяльності. Методи лінеаризації функцій перетворення давачів механічних величин

Тема 6. Проектування перетворювачів електричних сигналів і параметрів ЕПМ.

Різновиди електродів, що застосовуються в медицині. Методи корекції частотних характеристик електродів. Електродні підсилювачі. Електроди аналітичної лабораторної техніки. Методи визначення параметрів електромагнітних полів. Адаптація біологічних іа технічних ланок при використанні електромагнітних полів в БТС.

**Розділ 3.** Проектування діагностичних систем

Тема 7. Синтез діагностичних систем.

Структура ідеальної діагностичної БТС. Проектування логічних фільтрів-перетворювачів. Оптимізація структури діагностичних БТС. Визначення співвідношення між апаратними та обчислювальними процедурами в діагностичних БТС.

Тема 8. Вибір методів прийняття рішень в діагностичних БТС.

Визначення рівня діагностичного рівня системи. Переваги та недоліки імовірнісних і детермінованих методів прийняття рішень. Можливості методу нечітких множин. Формування критеріїв оцінки діагностичних БТС.

Тема 9. Проектування діагностичних систем неінвазивної діагностики.

Вибір дачів інформації в системах неінвазивної діагностики. Роль і можливості обчислювальних процедур в системах неінвазивної діагностики. Непрямі методи отримання інформації в системах неінвазивної діагностики.

Тема 10. Системи психофізіологічної діагностики.

Особливості проявів психічних проявів людини. Схема формування мотивації поведінки. Стандартні методи психофізіологічних досліджень. Особливості проектування систем ергономічного типу. Методи формування діагнозу в системах психодіагностики.

Тема 11. Особливості проектування та синтезу лабораторних систем.

Характеристики об'єктів дослідження в лабораторних системах. Інформаційні схеми систем лабораторного типу. Оптимізація методів дослідження, які закладаються в систему. Методи підготовки в лабораторних системах. Розробка алгоритмів функціонування системи. Методи оцінки ефективності лабораторних систем.

**Розділ 4. Проектування терапевтичних систем**

Тема 12. Вибір параметрів терапевтичних апаратів.

Особливості застосування фізіотерапевтичних приладів і систем. Підбір показників електромагнітних полів в системах фізіотерапії, з використанням фізичних полів. Вибір параметрів електростимуляції при фізіотерапії. Адаптація електродів у системах електростимуляції.

Тема 13. Проектування біотехнічних систем підтримки гомеостазу.

Різновиди систем підтримки гомеостазу. Моделі формування показника гомеостазу. Оптимізація апаратних та обчислювальних процедур в системах гомеостазу. Роль непрямих методів вимірювання в системах гомеостазу. Приклад системи підтримки рівня цукру в крові людини.

Тема 14. Проектування систем м'язової стимуляції та кардіостимуляції.

Особливості м'язової стимуляції. Оптимізація показників імпульсів стимуляції в залежності від задачі системи. Адаптація електродів. Методи стимуляції роботи серця. Різновиди стимуляції серця. Проектування електродів для м'язової стимуляції.

Тема 15. Проектування систем квантової та КВЧ-терапії.

Особливості терапії надслабкими електромагнітними полями. Існуючі моделі дії надслабких електромагнітних полів. Методи підбору параметрів лазерного випромінювання в системах терапії. Методи каналізації полів у системах квантової та КВЧ терапії. Проектування вузлів контролю параметрів полів в системах квантової та КВЧ терапії.

**Розділ 5 Проектування хірургічних систем**

Тема 16. Методи вибору виду порушення цілісності тканин в хірургічних системах.

Порівняння дії різних видів фізичних факторів на живу матерію полів для хірургічних впливів. Прямі та непрямі методи хірургічних впливів. Проектування методів управління діючими факторами на живу матерію. Методи та засоби контролю хірургічними інструментами.

Тема 17. Проектування лазерних хірургічних систем.

Розробка методів каналізації лазерного випромінювання в хірургічних системах. Особливості підбору параметрів лазерного випромінювання в залежності від призначення системи. Візуалізація лазерного випромінювання. Проектування методів управління параметрами лазерного випромінювання.

Тема 18. Проектування систем гіпертермії.

Особливості гіпертермії. Її переваги та недоліки. Методи створення зон підвищеної температури в живій матерії. Проектування підсистем управління параметрами діючих полів у системах гіпертермії. Підсистеми контролю показників пацієнта в системах гіпертермії.

## 3. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви розділів і тем				
<b>Розділ 1. Формування цільової функції та етапи проектування БТС</b>				
Тема 1. Основні етапи проектування	12	2	2	8
Тема 2. Особливості проектування систем медичного призначення	11	2	1	8
Тема 3. Роль моделювання при проектуванні БТС	13	2	1	10
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>36</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>26</b>
<b>Розділ 2. Проектування первинних перетворювачів медико-біологічної інформації</b>				
Тема 4. Проектування оптичних вузлів та первинних перетворювачів	13	2	1	10
Тема 5. Проектування акустичних вузлів БТС	15	2	1	12
Тема 6. Проектування перетворювачів електричних сигналів та параметрів ЕПМ	14	2	2	10
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>42</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>32</b>
<b>Розділ 3. Проектування діагностичних систем</b>				
Тема 7. Синтез діагностичних систем	12	2		10
Тема 8. Вибір методів прийняття рішень в діагностичних БТС	16	2	2	12
Тема 9. Проектування діагностичних систем неінвазивної діагностики	14	2	2	10
Тема 10. Системи психофізіологічної діагностики	12	2		10
Тема 11. Особливості проектування та синтезу лабораторних систем	14	2	2	10
<b>Разом за розділом 3</b>	<b>68</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>52</b>
<b>Розділ 4. Проектування терапевтичних систем</b>				
Тема 12. Вибір параметрів терапевтичних апаратів	13	2	1	10
Тема 13. Проектування біотехнічних систем підтримки гомеостазу	13	2	1	10
Тема 14. Проектування систем м'язової стимуляції та кардіостимуляції	13	2	1	10
Тема 15. Проектування систем квантової та КВЧ-терапії.	13	2	1	10
<b>Разом за розділом 4</b>	<b>52</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>40</b>
<b>Розділ 5 Проектування хірургічних систем</b>				
Тема 16. Методи вибору виду порушення цілісності тканин в хірургічних системах	14	2	2	10
Тема 17. Проектування лазерних хірургічних систем.	14	2	2	10
Тема 18. Проектування систем гіпертермії	14	2	2	10
<b>Разом за розділом 5</b>	<b>42</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>30</b>
<b>Усього годин за семестр</b>	<b>240</b>	<b>36</b>	<b>24</b>	<b>180</b>

## 4. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№	Теми занять	Обсяг, год.
1	Вивчення методу Лоренца для аналізу еволюції систем	4
2	Вивчення моделей гомеостазу цукру в крові	4
3	Вивчення ймовірнісних методів прийняття рішень	4

4	Дослідження електродів різного типу та методів коригування їх характеристик	4
5	Дослідження методів адаптації технічних та біологічних ланок в системах	8
<b>Разом</b>		<b>24</b>

### 5. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Підготовка до лекцій	36
2	Підготовка до лабораторних занять	48
4	Самостійне вивчення тем: Вибір методів прийняття рішень в діагностичних БТС Проектування діагностичних систем неінвазивної діагностики Системи психофізіологічної діагностики Особливості проектування та синтезу лабораторних систем Вибір параметрів терапевтичних апаратів	20
	Підготовка до екзамену	16
<b>Разом</b>		<b>120</b>

### 6. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Самоконтроль здійснюється студентами при виконанні завдань по тематиці самостійного вивчення матеріалу.

Поточний контроль. Контроль знань студентів включає поточне експрес-опитування, 1 контрольна робота, тестові завдання, аналіз результатів практичних робіт:

- усне опитування: здійснюється перед та під час лекції з метою контролю засвоєння теоретичних положень та понять;
- тестування проводиться у формі експрес-контролю за тестовими завданнями і слугує для контролю за результатами самостійної роботи студентів;
- розв'язування ситуаційних задач: призначено для контролю здатності узагальнювати знання, набуті під час вивчення відповідної теми, розділу курсу, для контролю здатності оцінки ефективності застосування лазерних та плазмових технологій для вирішення задач медицини досліджень;
- контрольна робота: передбачає письмову відповідь на поставлені теоретичні питання по застосуванню лазерів або плазми в медицині для конкретної задачі медицини та біології;
- контроль знань та практичних навичок та техніці безпеки при застосуванні лазерної та плазмової техніки.

Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі екзамену і передбачає письмову відповідь на поставлені питання.

#### Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота										Разом	Екз.	Сума
Розділ 1		Розділ 2		Розділ 3		Розділ 4		Розділ 5		60	40	100
T1-T3	Лабор зан.	T4-T6	Лабор зан.	T7-T11	Лабор зан.	T12-T15	Лабор зан.	T16-T18	Лабор зан.			
6	4	6	6	8	6	8	6	6	4			

T1, T2 ... – теми розділів



### Схема нарахування балів за лабораторні заняття

Лабораторні заняття по кожному модулю оцінюються за шкалою від 0 до 4 балів.

Студент відповідає на 4 тестових питання з теми лабораторного заняття

Правильна відповідь тестове завдання зараховується як 1 бал.

Неправильна відповідь - 0 балів.

Максимальна кількість балів – 4 бали (4 правильних відповідей) за одне заняття.

Тестові питання на лабораторні заняття формуються, головним чином з питань для самостійної праці. Оформлення результатів лабораторної роботи у цілому, відповідних розрахунків, висновків згідно з методичними вказівками (оцінюється за шкалою від 0 до 4 балів) пред'являється викладачеві при здачі підсумкового екзамену.

Поточний контроль знань студентів за кожен розділ включає поточне експрес-опитування по кожній темі розділу. По кожній темі студент відповідає на 2 запитання і отримує 2 бали. При відповіді на одне питання студент отримує 1 бал.

При неповній відповіді на 2 запитання студент отримує 1 бал.

В разі невірних відповідей, або їх відсутності студент отримує за тему 0 балів.

### Схема нарахування балів за вивчення розділу курсу на протязі семестру

$$\text{Кількість балів} = \frac{\text{Сума балів за всі тестові завдання по розділу} + \text{Сума лабораторні роботи}}{\text{Кількість завдань} + \text{Кількість лабораторних занять}}$$

Підсумковий семестровий контроль є результатом поточного контролю та здачі екзамену.

Після завершення курсу студент здає екзамен, який оцінюється максимально в 40 балів. Екзаменаційний білет складається з 3 питань, вичерпна відповідь на кожне з них зараховується відповідною кількістю балів, які вказано в білеті, що дає в сумі максимальні 40 балів за іспит. Часткова відповідь на кожне питання знижує максимальну оцінку до меншої кількості балів відповідно до того, яку частину від повної відповіді на це питання містить письмова екзаменаційна робота студента.

### Схема нарахування балів за вивчення курсу в цілому за семестр

$$\text{Кількість балів за семестр} = \frac{\text{Сума балів за всі тестові по розділах}}{\text{Кількість розділів по курсу (5)}} + \frac{\text{Сума балів за лабораторні заняття}}{\text{Кількість занять}} \quad \text{Кількість балів за екзамен}$$

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
	для чотирьох рівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно
70 - 89	добре
50 - 69	задовільно
1 - 49	незадовільно

В залежності від результатів поточного контролю та екзамену студент отримує оцінку «*відмінно*» (5 балів – за завдання; 90-100 балів за курс у цілому) отримує студент, якщо він:

- міцно засвоїв зміст навчальної дисципліни, наукових першоджерел і рекомендованої літератури;
- вміє повністю, глибоко і всебічно розкрити зміст матеріалу, поставленого завдання чи проблеми; комплексно вирішувати поставлені завдання чи проблему; правильно застосовує одержані знання з різних дисциплін для вирішення завдань чи проблем; послідовно і логічно викладає матеріал;
- висловлює обґрунтоване власне ставлення до тих чи інших проблем;
- чітко розуміє зміст і вільно володіє спеціальною термінологією; встановлює взаємозв'язок основних понять;
- грамотно ілюструє відповіді прикладами;
- вільно використовує набуті теоретичні знання для аналізу практичного матеріалу; демонструє високий рівень набутих практичних навичок.

Допускається декілька неточностей у викладенні матеріалу, які не приводять до помилкових висновків і рішень. Кількість та суттєвість неточностей враховується при визначенні оцінки за 100-бальною шкалою.

Оцінку «*добре*» (4 бали – за завдання; 70-89 балів за курс у цілому) отримує студент, якщо він:

- добре засвоїв основний зміст навчальної дисципліни, основні ідеї наукових першоджерел і рекомендованої літератури;
- аргументовано, правильно та послідовно розкриває основний зміст матеріалу;
- висловлює власні міркування з приводу тих чи інших проблем;
- точно використовує термінологію;
- має практичні навички з аналізу матеріалу.

Допускається декілька неточностей у використанні спеціальної термінології, похибок у логіці викладу теоретичного змісту або аналізу практичного матеріалу, несуттєвих та не грубих помилок у висновках та узагальненнях, що не впливають на конкретний зміст відповіді. Наявні неточності та помилки враховуються при визначенні оцінки за 100-бальною шкалою та відповідної літери В або С.

Оцінку «*задовільно*» (3 бали – за завдання; 50-69 балів за курс у цілому) студент отримує, якщо:

- у відповіді суть запитання в цілому розкрита, але зміст питання викладено частково; студент невпевнено орієнтується у змісті наукових першоджерел та рекомендованої літератури;
- матеріал викладений не завжди послідовно, висновки не ув'язані між собою;
- не вміє обґрунтовано оцінювати факти та явища, пов'язувати їх з майбутньою професійною діяльністю; – при викладенні матеріалу, поясненні термінології та вирішенні практичних питань зроблені суттєві помилки.

Оцінку «*незадовільно*» (менше 50 балів) студент отримує, якщо:

- основний зміст завдання не розкрито; студент майже не орієнтується у наукових першоджерелах та рекомендованій літературі; не знає наукових фактів та визначень;
- допущені суттєві помилки у висновках; – студент слабо володіє спеціальною термінологією;
- наукове мислення та практичні навички майже не сформовані.

## 9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна література

1. Гліненко Л.К., Смердов А.А. Технологія інженерного проектування: структурний синтез технічних та біотехнічних систем / Л.К. Гліненко, А.А. Смердов: Навч. посібник.- Львів: «Львівська політехніка», 2004.-388с.
2. Применение ультразвука в медицине: Физические основы / Под ред. К. Хилла. -М.: Мир, 1999. -568с.
3. Системы комплексной электромагнитотерапии: Уч. пособие / Под ред. А.М. Беркутова.-М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2000.-376с.
4. Микрокомпьютерные медицинские системы: Проектирование и применение. Пер. с англ. – М.: Мир, 1983. -544с.
5. Абакумов В.Г. и др. Системы отображения в медицине. -К.: Юниверс, 2001. - 336с.
6. Продеус А.И., Захрабова Е.Н. Экспертные системы в медицине. -К: Век, 1998. - 320с.
7. Мустецов Н.П. Биотехнические электронные системы: Учебн. пособие. – Харьков: ХТУРЭ, 2001. – 168 с.

### Допоміжна література

1. Козіна О.А. Комп'ютерні системи медичної діагностики: Навч. Посібник .-Харків: НТУ «ХПІ», 2007.- 224с.
5. Поспелов Г.С. Системный анализ и искусственный интеллект. -М.:Мир, 1987. -148с.
3. Ахутин В.М. Биотехнические системы, - Л.: Изд – во ЛГУ, 1981. -220с.
4. Шалимов А.А. и др. медицинская техника в хирургии. К.: Здоровье, 1991. -235с.
5. Корневский И.А., Попечителей Е.П. Проектирование электронной медицинской аппаратуры для диагностики и лечебных воздействий. - Курск, 1999. - 537с.

### Програмне забезпечення ЕОМ з дисципліни

1. Операційне середовище Windows XP.
2. Пакет MatLab.
3. Комплекс програм для проведення практичних занять.