175

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

Кафедра біомедичних та радіоелектронних комп'ютеризованих засобів і технологій (№ 502)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи

_____ Трунова А. І.
(підпис) (ініціали та прізвище)

«31» серпня 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОСНОВИ БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 16 «Хімічна та біоінженерія»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 163 «Біомедична інженерія»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Біомедична інженерія»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Робоча програма дисципліни «Основи біотехнічних систем»
(назва дисципліни)
для студентів за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія»
освітньою програмою «Біомедична інженерія»

«31» серпня 2021 р. – 10 с.

Розробник: Порван А.П., доцент кафедри № 502, к.т.н., _____ _____
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання) (підпис)
Довнар О. Й., доцент кафедри № 502, к.т.н., доцент _____

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри біомедичних та радіоелектронних комп'ютеризованих засобів і технологій (№ 502)
(назва кафедри)
Протокол № _1_ від «31» серпня 2021 р.

Завідувач кафедри _д.т.н., проф._____ _____ _О.В. Висоцька____
(науковий ступінь і вчене звання) (підпис) (ініціали та прізвище)

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<table>
<tr><td>Найменування показника</td><td>Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти</td><td>Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Кількість кредитів – 5,0</td><td rowspan="14">Галузь знань
16 «Хімічна та біоінженерія»
(шифр і найменування)

Спеціальність
163 «Біомедична інженерія»
(код і найменування)

Освітня програма
«Біомедична інженерія»
(найменування)

Рівень вищої освіти:

перший (бакалаврський)</td><td>Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Навчальний рік</td></tr>
<tr><td>Кількість модулів – 2</td><td>2021/2022</td></tr>
<tr><td>Кількість змістовних модулів – 2</td><td>Семестр</td></tr>
<tr><td>Індивідуальне завдання не заплановано
(назва)</td><td>5-й</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин – 56/150</td><td>Лекції*</td></tr>
<tr><td>24</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Кількість тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 3,5
самостійної роботи студента – 5,9</td><td>Практичні, семінарські*</td></tr>
<tr><td>32</td></tr>
<tr><td>Лабораторні*</td></tr>
<tr><td>-</td></tr>
<tr><td>Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>94</td></tr>
<tr><td>Вид контролю</td></tr>
<tr><td>модульний контроль, іспит</td></tr>
</table>

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 56/94 (*кількість годин аудиторних занять/ кількість годин самостійної роботи).*

*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на дві години залежно від розкладу занять.

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета вивчення: надання знань з основних підходів та принципів синтезу біотехнічних систем.

Завдання. вивчення основ та методичних аспектів побудови біотехнічних систем та комплексів.

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

Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми у біомедичній інженерії або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів біологічної та медичної інженерії, і характеризується комплексністю та невизначеністю умов. (*ІК*).

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (*ЗК1*).

Навички використання інформаційних технологій (*ЗК4*).

Здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, а також для автоматизованого проектування медичних приладів та систем (*ФК1*).

Здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти моделювання та проектування медичних систем (*ФК3*).

Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі і моделюванні функціонування біотехнічних систем (*ФК5*).

Здатність ідентифікувати, формулювати і вирішувати інженерні проблеми, пов'язані з взаємодією між живими і неживими системами (*ФК9*).

Програмні результати навчання:

Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, електроніки, інформатики, автоматичного управління на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії. (*ПРН 1*).

Вміти використовувати математичне забезпечення для комп'ютерного моделювання біотехнічних систем (*ПРН 5*).

Вміти планувати, організовувати медикотехнічні та біоінженерні системи (*ПРН 10*).

Вміти застосовувати знання принципів побудови сучасних засобів автоматизації медичного обладнання (*ПРН 19*).

Міждисциплінарні зв'язки:

Курс «Основи біотехнічних систем» пов'язаний з дисциплінами, як передують цей курс, а саме «Вища математика», «Фізика», «Біофізика. Основи взаємодії фізичних полів з біологічними об'єктами», «Електроніка. Схемотехніка біомедичних пристроїв», «Методи медико-біологічних досліджень», «Комп`ютерне моделювання та обробка даних».

Дисципліни, які використовують матеріали з цього курсу, є «Автоматизація проектування біомедичних засобів», «Основи інжинірінга медичної техніки», «Діагностичні апарати та системи», «Терапевтичні апарати та системи».

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1.

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Вступ. Предмет, ціль і завдання курсу. Основні поняття теорії біотехнічних систем (БТС). (Функціональні характеристики БТС. Узагальнена схема побудови біотехнічних систем.)

Тема 2. Системні аспекти створення медико-інженерних комплексів (Особливості проектування БТС різного призначення. БТС ергатичного типу)

Тема 3. Ідентифікація ланок БТС (Основні положення теорії ідентифікації. Методи оцінки параметрів моделі. Загальний підхід та методи функціональної ідентифікації медичного комплексу як системи. Метод простору станів. Методика визначення функції передачі біотехнічної системи. Ідентифікація системи методом навчання)

Модуль 2.

Змістовий модуль 2.

Тема 4. Формалізований опис структури діагностичних та терапевтичних БТС. (Проблеми діагностики стану організму. Логічні схеми розмежування станів. Задача визначення імпульсної функції системи. Задача визначення функції передачі системи).

Тема 5. Діагностичні БТС (Загальні умови побудови діагностичних БТС. Електрокардіографічні, енцефалографічні, реографічні АПК та системи).

Тема 6. Терапевтичні БТС (Особливості побудови терапевтичних БТС. БТС електростимуляції. Формування впливу стимуляції у БТС. БТС протибольової електронейростимуляції).

Тема 7. БТС моніторування стану біологічного об’єкту (Синтез структури моніторних систем. БТС клінічного моніторингу.)

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
Модуль 1.					
Змістовний модуль 1. *Теорія ідентифікації та системні аспекти синтезу БТС*					
Тема 1. Вступ. Основні визначення.	18	2	2		14
Тема 2. Системні аспекти створення медико-інженерних комплексів	20	2	4		14
Тема 3. Ідентифікація ланок	31	8	8		15

БТС					
Разом за змістовим модулем 1	*69*	*12*	*14*		*43*
Модульний контроль 1	2	-	2	-	-
Модуль 2.					
Змістовий модуль 2. *Діагностичні та терапевтичні БТС*					
Тема 4. Формалізований опис структури діагностичних та терапевтичних БТС.	22	4	6		12
Тема 5. Діагностичні БТС	21	4	4		13
Тема 6. Терапевтичні БТС	15	2			13
Тема 7. БТС моніторування стану біологічного об'єкту	19	2	4		13
Разом за змістовим модулем 2	*77*	*12*	*14*		*51*
Модульний контроль 2	2	-	2	-	-
Усього годин	**150**	**24**	**32**	**-**	**94**

5. ТЕМИ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

не передбачено навчальним планом

6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження можливостей графічної оболонки Matlab Simulink	2
2	Дослідження паралельного та послідовного з'єднання ланок БТС засобами Matlab	2
3	Дослідження елементів структурної схеми БТС засобами Matlab	2
4	Дослідження впливу запізнення на точність роботи БТС засобами Matlab	2
5	Дослідження стійкості біотехнічної системи засобами Matlab	2
6	Дослідження прямих та непрямих показників оцінки якості БТС засобами Matlab	2
7	Синтез послідовного корегуючого елемента БТС за заданими показниками якості	2
8	Модульний контроль 1	2
9	Дослідження типових нелінійностей поведінки БТС засобами Matlab	2
10	Дослідження поведінки БТС у просторі станів засобами Matlab	2
11	Дослідження можливостей методу навчання при ідентифікації стану системи засобами Matlab	2
12	Дослідження можливостей пакета Fuzzy Logic Toolbox під	2

	час опису нечіткої біотехнічної системи	
13	Дослідження дихального хемостата засобами Matlab	2
14	Дослідження параметрів системного регулятора для регулювання артеріального тиску людини засобами Matlab	2
15	Дослідження процесів массопереносу та теплообміну в БТС засобами Matlab	2
16	Модульний контроль 2	2
Разом		**32**

7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

не передбачено навчальним планом

8. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення лекційного матеріалу	12
2	Підготовка до практичних занять	14
4	Вивчення теоретичного матеріалу за додатковою літературою	68
	Разом	**94**

9. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

не передбачено навчальним планом

10. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Практичний (практичні заняття); наочний (метод ілюстрацій і метод демонстрацій); словесний (лекція, дискусія тощо); робота з навчально-методичною літературою; відеометод у сполученні з новітніми інформаційними технологіями та комп'ютерними засобами навчання (мультимедійний).

11. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Проведення поточного контролю під час захисту практичних робіт, письмового або комп'ютерного модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

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

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1			

Робота на лекціях	0…2	6	0…12
Виконання практичних робіт	0 ... 3	7	0 ... 21
Модульний контроль	0 … 16	1	0 … 16
Модуль 2			
Робота на лекціях	0…2	6	0…12
Виконання практичних робіт	0 ... 3	7	0 ... 21
Модульний контроль	0 … 18	1	0 … 18
Усього за семестр			**0…100**

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів. Тоді загальний бал підсумкового контролю $Р_п$ обчислюється за формулою: $Р_п = 0{,}6 \cdot О_{сем} + 0{,}4 \cdot О_{icп}$, де $О_{сем}$ – оцінка за семестр за 100-бальною шкалою, $О_{icп}$ – оцінка за іспит за 100-бальною шкалою. Іспит проводиться у вигляді письмової роботи. Студенту надається білет, що містить 2 теоретичних питання та одне практичних завдання.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки.

1. Класифікацію БТС за їх призначенням;
2. Основні принципи теорії систем, які використовуються під час синтезу БТС.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки.

1. Проводити функціональну та структурну ідентифікації біологічних та технічних ланок БТС;
2. Моделювати біологічні та технічні ланки БТС за допомогою MatLab.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімально-достатній рівень знань та умінь. Вміти викладати отримані знання в усній чи письмовій формі; при цьому, неповний обсяг засвоєного навчального матеріалу не повинен перешкоджати засвоєнню наступного програмного матеріалу; допускаються окремі істотні помилки, виправлені за допомогою викладача. Виконати та захистити всі практичні роботи з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на елементарному рівні в межах конспекту лекцій. Вирішувати простіші задачі модульного контролю. Вміти пояснити типові алгоритми та програмні рішення, що використовувалися при виконанні лабораторних робіт.

Добре (75 - 89). Показати середній рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у достатньому обсягу, системно,

відповідно до вимог навчальної програми (допускаються окремі несуттєві помилки, що виправляються студентом після указівки викладача). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; підкріпляти вивчений матеріал відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення, у яких можуть бути окремі несуттєві помилки. Виконати та захистити всі практичні роботи з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на достатньому рівні в межах конспекту лекцій та рекомендованих підручників, вміти обґрунтовано обирати типові рішення. Вирішувати задачі модульного контролю середнього рівня складності. Вміти розробляти типові алгоритми та програмні рішення, подібні тим, що використовувалися при виконанні лабораторних робіт.

Відмінно (90 - 100). Показати відмінний рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у повному обсягу, системно, відповідно до вимог навчальної програми (припустимими є одиничні несуттєві помилки, які студент виправляє самостійно). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; вільно оперувати відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення. Виконати та захистити практичні роботи з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на високому рівні в межах конспекту лекцій, рекомендованих підручників та додаткової літератури, вміти аналізувати надану інформацію та пропонувати нестандартні рішення, вміти їх обґрунтовувати. Вирішувати задачі модульного контролю високого рівня складності. Вміти розробляти нестандартні алгоритми та програмні рішення, відмінні від тих, що використовувалися при виконанні лабораторних робіт.

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. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Основи теорії біотехнічних системдля студентів усіх форм навчання за напрямом підготовки 6.051402 – біомедична інженерія [Електронне видання] / Упоряд.: О.М. Величко. – Харків: ХНУРЕ, 2013. – 60 с.

2. Гліненко Л. К. Основи біотехнічних систем та їх моделювання // Гліненко Л. К., Павлиш В. А., Фаст В. М., Яковенко Є. І. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2021. – 380 с.

3. Мустецов Т.М. Теорія біотехнічних систем // Т.М. Мустецов, А.С. Нечипоренко Харків. :ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2015. – 186 с.

Допоміжна

1. Федотов, А.А. Вимірювальні перетворювачі біомедичних сигналів систем клінічного моніторингу / А.А. Федотов, С.А. Акулов. - М .: Радіо та зв'язок, 2013. - 250 с.

2. Гурко О.Г., Єрьоменко І.Ф. Аналіз та синтез систем автоматичного керування в MATLAB. Навчальний посібник / О.Г. Гурко, І.Ф. Єрьоменко. – Харків: ХНАДУ, 2011. – 286 с.

4. Гейдес М.А. Загальна теорія систем (системи і системний аналіз). М.: «ГЛОБУС-ПРЕС». 2005.- 201с.

3. Акулов С.А., Федотов А.А. Основы теории биотехнических систем. – М.: ФИЗМАТЛИТ., 2014. – 259 с.

4. Калакутский, Л.И. Аппаратура и методы клинического мониторинга: Учебное пособие / Л.И. Калакутский, Э.С. Манелис. – М.: Высшая школа, 2004 – 156 с.

5. Moore, J. Biomedical technology and devices. Handbook / Edited by J. Moore – CRC Press LLC, 2004. – 750 p.

6. Біотехнічні системи: теорія і проектування / Під ред. В.М. Ахутіна. - Л.: Видавництво ЛДУ, 1981. - 204 с.

7. Теорія і проектування діагностичної електронно-медичної апаратур / Під ред. В.М. Ахутіна. – Л.: Вид-во ЛГУ, 1980. – 147 с.

14. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни http: // k502.khai.edu/; http: // mentor.khai.edu/