

Міністерство освіти і науки України

Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра теоретичної механіки, машинознавства та
роботомеханічних систем (202)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи

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

« 31 » 08 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи біомеханіки

(назва навчальної дисципліни)

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

Спеціальності: 163 «Біомедична інженерія»
(код та найменування спеціальності)

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

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Розробник Нарижний О.Г., доцент, к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем

(назва кафедри)

Протокол № 11 від « 30 » червня 2021 р.

Завідувач кафедри докт. техн. наук, проф.

(науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

О.О. Баранов

(ініціали та прізвище)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій (№ 502)

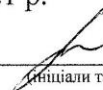
(назва кафедри)

Протокол № 1 від «31» серпня 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор

(науковий ступінь і вчене звання)

(підпис)



О.В. Висоцька

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки (спеціальність), рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни Денна форма навчання
Кількість кредитів –3,5	Галузі знань : <u>16 «Хімічна та біоінженерія»</u> Спеціальності <u>163 «Біомедична інженерія»</u> Освітня програма <u>«Біомедична інженерія»</u> Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Цикл загальної професійної підготовки
Модулів – 1		Навчальний рік:
Змістових модулів –2		2021/2022
Індивідуальне науково-дослідне завдання__РР «Кінематика та динаміка»_____ (назва)		Семестр
Загальна кількість годин –40/65		4-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2.5 самостійної роботи студента – 4.1		Лекції ¹⁾
		24 год.
		Практичні, семінарські
		16
		Лабораторні¹⁾
		Самостійна робота
		65
		Вид контролю
		залік

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
для денної форми навчання –40/65

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: засвоєння основних законів біомеханіки.

Завдання - знати та вміти використовувати основні закони біомеханіки для побудови технічних медичних засобів, у тому числі, реабілітаційної терапії.

Міждисциплінарні зв'язки. При вивченні дисципліни використовуються знання з дисциплін «Анатомія, фізіологія та патологія людини», «Біофізика. Основи взаємодії фізичних полів з біологічними об'єктами», «Вступ до фаху "Біомедична інженерія"». Отримані знання потрібні для вивчення дисципліни «Основи проектування біомедичних засобів».

Програмні результати навчання (ПРН). В результаті засвоєння курсу «Основи біомеханіки» студент повинен бути здатний:

ПРН 1. Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, властивості газів і рідин, електроніки, інформатики, отримання та аналізу сигналів і зображень, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.

ПРН 6. Вміти спілкуватися з професіоналами в області охорони здоров'я державною та іноземною (англійською або однією з інших офіційних мов ЄС) мовами та розуміти їхні вимоги до біомедичних продуктів і послуг.

ПРН 8. Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та керування медичним обладнанням та медичною технікою.

ПРН 9. Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та застосування штучних біологічних і біотехнічних об'єктів та матеріалів медичного призначення.

ПРН 18. Застосовувати знання з хімії та біоінженерії для створення, синтезу та застосування штучних біотехнічних та біологічних об'єктів.

Під час вивчення дисципліни студент повинен отримати наступні **загальні (ЗК) та фахові (ФК) компетенції:**

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК8. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ФК4. Здатність забезпечувати технічні та функціональні характеристики систем і засобів, що використовуються в медицині та біології (при профілактиці, діагностиці, лікуванні та реабілітації).

ФК5. Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем.

ФК8. Здатність проводити дослідження та спостереження щодо взаємодії біологічних, природних та штучних систем (протези, штучні органи та ін.).

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

ФК11. Здатність надавати інжинірингові послуги та забезпечувати техніко-інформаційний супровід біотехнічних та медичних апаратів, приладів та систем на всіх етапах їх життєвого циклу.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовний модуль 1. Основи механіки

Тема 1. Вступ.

Предмет, метод та задачі біомеханіки. Зв'язок з іншими науковими та учбовими дисциплінами. Історичний огляд. Склад, структура та задачі дисципліни. Біологічні системи, людина як предмет механічного дослідження.

Тема 2. Сила. Момент сили.

Сила. Момент сили. Системи сил. Головний вектор та головний момент системи сил. Система збіжних сил. Пара сил. Система пар. Еквівалентність систем сил, системи збіжних сил, системи пар. Рівнодіюча. Рівновага систем сил. Лема про еквівалентний перенос сили. Основна теорема статички. Варіанти зведення систем сил. Класифікації сил. Сили реакцій зв'язків. Визначення невідомих сил із рівнянь рівноваги. Метод перерізів. Внутрішні сили.

Тема 3. Кінематика матеріальної частки.

Системи відліку. Закон руху. Три способи опису руху, основні кінематичні параметри та зв'язок між ними. Складний рух частки. Відносний, переносний та абсолютний рух. Правило диференціювання вектора, що заданий в рухомій системі відліку. Теорема складання швидкостей при складному русі. Теорема складання прискорень при складному русі (теорема Коріоліса).

Тема 4. Кінематика твердого тіла.

Поняття про полюс. Теорема про розподіл швидкостей в твердому тілі. Кутова швидкість, кутове прискорення. Миттєва ось обертання. Теорема про розподіл прискорення в твердому тілі. Окремі види руху твердого тіла: поступовий рух, обертання навколо нерухомої осі, плоский рух.

Тема 5. Динаміка руху.

Динаміка абсолютного руху матеріальної частки та матеріальної системи. Динаміка відносного руху. Динаміка матеріальної системи. Принцип відносності класичної механіки. Кількість руху. Теореми при зміні та збереження кількості руху. Центр мас. Теорема про рух центра мас. Динаміка поступового руху. Момент кількості руху. Теореми про змін та збереження моменту кількості руху. Динаміка обертального руху. Динаміка плоского руху. Робота сили. Теорема про змін кінетичної енергії. Принцип Даламбера. Сили інерції. Основне рівняння динаміки. Принцип можливих переміщень.

Змістовний модуль 2. Особливості механічних процесів в організмі людини

Тема 6. Основи механіки деформуємих середовищ.

Поняття напружень. Напруження на похилій площадці. Тензор напружень. Поняття деформацій та тензора деформацій. Напружено-деформований стан. Міцність та руйнування. Основні механічні властивості матеріалів. Ізотропія та анізотропія. Пружність, в'язкість, пластичність. Біологічні матеріали, їх побудова та механічні властивості.

Тема 7. Особливості руху опорно-рухомої системи (ОРС) людини.

Побудова та механічні властивості кісток. Побудова та механічні властивості м'язів. Склад, побудова та механічні властивості суглобів, хрящів та синовіальної рідини. Механіка ОРС людини. Статичний та динамічний вплив факторів на ОРС. Вивихи та переломи. Патології суглобів. Розриви м'язів та зв'язок. Грижі. Фізкультура та спорт. Спортивна біомеханіка.

Тема 8. Закони руху рідини в каналах.

Закони руху рідини в каналах; ламінарна та турбулентна течія крові. Склад та механічні властивості крові та інших рідких середовищ. Побудова та механічні закони роботи серця та серцево-судинної системи (ССС). Параметри нормальної роботи ССС. Пульсова хвиля. Патології ССС механічної природи.

Тема 9. Особливості механічних процесів у системі дихання та шлунково- кишковому тракті.

Побудова системи та закони дихання. Параметри нормальної роботи системи дихання. Патології та пошкодження системи дихання.

Побудова, призначення та механічні властивості окремих відділів ШКТ. Нормальна робота ШКТ. Механічні пошкодження ШКТ.

Тема 10. Механічні основи слуху. Звук. Акустика. Органи зору.

Побудова та механічні закони функціонування органа слуху. Нормальна робота органу слуху.

Механічні пошкодження . Ультразвукові дослідження органів.

Побудова та закони функціонування органа зору.

Огляд курсу.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Основи механіки					
Тема 1. Вступ до дисципліни	6	2			4
Тема 2 Сила. Момент сили.	8	2	2		4
Тема 3. Кінематика матеріальної частки	6	2			4
Тема 4. Кінематика твердого тіла	8	2	2		4
Тема 5. Динаміка руху.	8	2	2		4
Модульний контроль	2	2			
Разом за змістовним модулем 1	38	12	6		20
Змістовний модуль №2. Особливості механічних процесів в організмі людини					
Тема 6. Основи механіки деформуваних середовищ	8	2	2		4
Тема 7. Особливості руху опорно- рухомої системи (ОРС) людини	8	2	2		4
Тема 8. Закони руху рідини в каналах	8	2	2		4
Тема 9. Особливості механічних процесів у системі дихання та шлунково- кишковому тракті.	8	2	2		4
Тема 10. Механічні основи слуху Звук. Акустика. Органи зору	8	2	2		4
Модульний контроль	2	2			
Разом за змістовним модулем 2	42	12	10		20
Разом за модулем	80	24	16		40
Індивідуальне завдання	25				25
Усього годин	105	24	16		65

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин
1	Векторна алгебра. Проекції вектора на ось. Векторні та осьовий момент сили, зв'язок між ними. Способи обчислення. Головний вектор та головний момент системи сил. Система збіжних сил. Пара сил. Система пар. Рівновага систем сил	2
2	Способи завдання руху точки. Швидкість. Прискорення. Складний рух точки. Кінематика найпростіших рухів твердого тіла. Плоско-паралельний рух твердого тіла	2
3	Закони та задачі динаміки матеріальної частки та твердого тіла.	2
4	Визначення напруг при розтязі, крученні та згині	2
5	Механіка опорно-рухомої системи (ОРС) людини.	2
6	Закони руху рідини в каналах. Кровоток.	2
7	Особливості механічних процесів у системі дихання та шлунково-кишкову тракті (ШКТ)	2
8	Механічні основи звук. Акустика. Побудова та закони функціонування органа зору	2
	Разом	16

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кільк. годин
1	Вступ до дисципліни	4
2	Сила. Момент сили.	4
3	Кінематика матеріальної частки	4
4	Кінематика твердого тіла	4
5	Динаміка руху.	4
6	Основи механіки деформуємих середовищ	4
7	Механіка опорно-рухомої системи (ОРС) людини	4
8	Закони руху рідини в каналах	4
9	Механіка системи дихання та шлунково-кишкового тракту (ШКТ).	4
10	Механічні основи слуху. Звук. Акустика. Органи зору	4
11	Індивідуальне завдання	25
	Разом	65

9. Індивідуальні завдання

Виконання РР на тему “Кінематика та динаміка ”

10. Методи навчання

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

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді заліку

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
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Робота на практичних заняттях	0...5	3	0...15
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Робота на практичних заняттях	0...5	5	0...25
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Виконання та захист РГР	0...30	1	0...30
Всього за семестр			0...100

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до заліку. При складанні семестрового заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для заліку складається з двох теоретичних питань та однієї задачі. Максимальна кількість балів за одне теоретичне питання –20, за задачу –60. Загальна максимальна кількість балів дорівнює 100 балів

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

1. Предмет та метод дисципліни.
2. Матеріальна частка. Поняття руху частки. Системи відліку. Закон руху частки.
3. Три способи опису руху. Зв'язок між ними.
4. Основні кінематичні параметри (переміщення, швидкість, прискорення, траєкторія), зв'язок між ними.
5. Складний рух матеріальної частки.
6. Відносний, переносний та абсолютний рух матеріальної частки.
7. Правило диференціювання вектору в рухомій системі відліку.
8. Миттєвий кут обертання вектору.
9. Поняття кутової швидкості та кутового прискорення.
10. Єдиність кутової швидкості.

11. Теорема про складання швидкостей при складному русі.
12. Теорема про складання прискорень при складному русі.
13. Випадки, коли прискорення Коріоліса дорівнюють нулю.
14. Поняття твердого тіла, визначення, сліdstва.
15. «Вморожена» система координат, поняття полюса.
16. Теорема про розподіл швидкостей в твердому тілі.
17. Кутова швидкість твердого тіла.
18. Миттєва ось обертання.
19. Теорема щодо проекцій швидкостей.
20. Теорема про розподіл прискорень в твердому тілі.
21. Окремі види руху твердого тіла. Поступовий рух.
22. Окремі види руху твердого тіла. Обертальний рух.
23. Окремі види руху твердого тіла. Плоский рух.
24. Миттєвий центр швидкостей.
25. Способи визначення МЦШ.
26. Миттєвий центр прискорень.
27. Складний рух твердого тіла.
28. Поняття про матеріальну систему.
29. Поняття про силу як міру дії. Властивості сили.
30. Чотири закони динаміки матеріальної частки.
31. Поняття інерціальної системи відліку.
32. Динаміка відносного руху частки.
33. Принцип відносності в механіці.
34. Дві задачі динаміки матеріальної частки.
35. Внутрішні сили, їх властивості.
36. Задача динаміки матеріальної системи.
37. Масо- геометричні характеристики матеріальної системи.
38. Тверде тіло як матеріальна система з розподіленою масою.
39. Маса матеріальної системи. Центр мас.
40. Швидкість та прискорення центру мас.
41. Моменти інерції матеріальної системи.
42. Кількість руху матеріальної системи.
43. Головний вектор системи сил.
44. Теорема про зміну вектору кількості руху системи.
45. Теорема про збереження кількості руху. Теорема про рух центру мас.
46. Принцип відносності класичної механіки.
47. Динаміка плоского руху твердого тіла.
48. Момент сили та головний вектор моменту системи. Плече сили.
49. Залежність моменту сили от положення полюсу.
50. Способи визначення моменту сили.
51. Символічний визначник для визначення моменту.
52. Проекції моменту.
53. Момент сили відносно осі.
54. Момент кількості руху матеріальної частки та матеріальної системи.
55. Момент кількості руху при складному русі системи.
56. Момент кількості руху твердого тіла при обертанні навколо нерухомої осі.
57. Поняття роботи та потужності сили.
58. Потенційна енергія системи.
59. Кінетична енергія системи.
60. Теорема Кеніга про зміну кінетичної енергії.
61. Система кровообігу.

62. Побудова та механічні властивості судин кровотоку.
63. Склад крові Механічні властивості . В'язкість. Гідравлічний спротив. Формула Пуазейля.
64. Кровоток. Швидкість крові в різних судинах. Розподіл швидкості в судині. Ламінарний та турбулентний види кровотоку. Критерій Рейнольдса.
65. Тиск крові. Напруження судин. Формула Лапласа. Трансмуральний тиск.
66. Залежність тиску крові от типу судини. Артеріальний тиск. Градієнт тиску. Середній тиск, ударний тиск. Систолічний тиск та діастолічний тиск. Пульсовий тиск. Гіпертонія та гіпотонія. Гіпотензія та гіпертензія, їх прояви та причини.
67. Порушення кровотоку. Причини виникнення шуму в судинах та серці.
68. Серце як гідромотор, механічні функції серця. Визначення роботи серця по створенню кровотоку. Коефіцієнт корисної дії серця як гідромотору.
69. Сердечний виброс, його параметри. Залежність серцевого вибросу от фізичного навантаження людини та його віку.
70. Об'єм та розподіл крові в організмі.
71. Лімфатична система, зв'язок з кровоносною системою.
72. Етапи процесу дихання (вентиляція, легеневе дихання, газообмін з тканинами). Механічний принцип дихання- різниця тиску.
73. Характеристика органів та тканин.
74. Плевра, її роль в дихальному русі.
75. Дихальні м'язи, діафрагма, їхня роль в диханні.
76. Механізм вдиху під керуванням в'язів.
77. Механізм видиху.
78. Види спротиву потоку при диханні.
79. Механізм альвеолярного руху та роль сурфаканту.
80. Види току газу, критерій Рейнольдса.
81. Робота руху легенів при диханні.
82. Вентиляція легенів. Легеневі об'єми.
83. Структура та склад шлункового тракту та їхні механічні властивості та особливості. Мускулатура, її роль в русі їжі, перистальтичний насос.
84. Моторна функція хвильові рухи травної системи.
85. Механічна функція опорно- рухомої системи, її склад, механічні властивості кісток та м'язів.
86. Хребетний стовп, побудова, призначення. Можливі рухи.
87. Суглоби, їхнє призначення, різновиди.
88. Верхній пояс кінцівок, його склад, механічна функція, види рухів

12.3. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Студент знайомий з основними поняттями навчального матеріалу, може самостійно відтворити значну частину навчального матеріалу та робити певні узагальнення, ознайомлений з основною літературою, рекомендованою програмою, вміє виконувати навчальні завдання, передбачені програмою.

Добре (75-89). Студент вільно володіє навчальним матеріалом, вміє застосовувати вивчений матеріал в стандартних ситуаціях, узагальнювати та систематизувати навчальну інформацію, самостійно виконує передбачені програмою навчальні завдання, самостійно знаходить і виправляє допущені помилки, обґрунтовано вибірає раціональний спосіб виконання навчального завдання.

Відмінно (90-100). Знання вміння та навички студента цілком відповідають вимогам програми. Студент володіє глибокими та міцними знаннями, самостійно визначає проміжні цілі і вміє планувати особисту навчальну діяльність, оцінювати результати власної практичної роботи, вміє знаходити додаткову інформацію та самостійно використовує її для реаліза-

ції поставлених перед ним навчальних цілей, судження його логічні і достатньо обґрунтовані, засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності, вміє вільно використовувати сучасні програмні засоби для поповнення власних знань та розв'язування задач.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

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

13. Методичне забезпечення

1. Старов О.М. Теоретична механіка. Статика: конспект лекцій Методичний посібник Харків: Держ. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 1999.
2. Спренне С.В. Теоретична механіка. Кінематика: навч. посіб. Електронний документ.- Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т" 2012.

14. Рекомендована література

Базова

1. Антонюк В.С. , Бондаренко М.О., Ващенко В.А. Біофізика і біомеханіка. Київ: НТУ «КПІ», 2012, 344 с.
2. Біофізика в задачах та прикладах: навч. посіб./ В.С. Антонюк, Г.С. Тимчик, М.О. Бондаренко та ін.- Київ: НТУ «КПІ», 2015, 208 с.
3. Посудін Ю.І. Біофізика.- Київ, 2016. -451 с.

Допоміжна

1. Лещенко В.Г., Ильич Г.К. Медицинская и биологическая физика.-Минск: Новое знание,2012.- 551 с.
2. Дубровский В.И., Федорова В.Н. Биомеханика.- М.: Владос пресс, 2003.-550 с.
3. Ремизов А.Н.,Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика.- М:Дрофа, 2003.- 560 с.

15. Інформаційні ресурси

<https://education.khai.edu/department/202>
<https://k202.tilda.ws/>