



Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Приазовський державний технічний університет»
Кафедра біомедичної інженерії

Азархов О. Ю.

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт
з курсу **«Пристрої реабілітаційної біомеханіки»**
для ступеня магістра спеціальності
G22 «Біомедична інженерія»
освітньо-професійної програми «Біомедична інженерія»
денної форми навчання

Дніпро
2025

Пристрої реабілітаційної біомеханіки [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу «**Пристрої реабілітаційної біомеханіки**» для студентів спеціальності G22 «Біомедична інженерія» денної форми навчання / сост.: О. Ю. Азархов. – Маріуполь-Дніпро: ПДТУ, 2025. – 15 с.

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Пристрої реабілітаційної біомеханіки» призначені для студентів спеціальності G22 «Біомедична інженерія» та спрямовані на опанування теоретичних і практичних знань в області регенеративної медицини та питаннях реабілітаційної біомеханіки.

Укладач: О. Ю. Азархов, докт. мед. наук, професор

Рецензент: В.Г. Ефременко, докт. техн. наук, професор

Затверджено
на засіданні кафедри інформатики,
протокол № 21 від 16 червня 2025 р.

Затверджено
методичною комісією факультету інформаційних технологій,
протокол № 14 від 17 червня 2025 р.

© ДВНЗ «ПДТУ», 2025
© О. Ю. Азархов

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ	5
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ	5
Практичне заняття № 1	6
Практичне заняття № 2	7
Практичне заняття № 3	8
Практичне заняття № 4.	9
Практичне заняття № 5.	10
Практичне заняття № 6.	11
Практичне заняття № 7.	12
Практичне заняття № 8.	14

ВСТУП

Лабораторні роботи з біомеханіки носять характер учбово-дослідницької роботи студентів. Спрямовані вони на те, щоб студенти, будучи викладачами і тренерами, навчилися визначати найкращі способи виконання фізичних вправ. Досвідчені тренери самі створюють вправи, що найбільш наближені до їх видів спорту. Для цього їм необхідні знання звичайної механіки, застосовуваної до тіла людини.

Закони механіки були виведені відносно твердого тіла, а ми застосовуємо їх до тіла людини з урахуванням особливостей будови, сполучень кісток та інших факторів. В циклі лабораторних робіт вивчаються сили, що впливають на тіло спортсмена, кінематичні характеристики рухів. Одна з зовнішніх сил – сила ваги, прикладена до загального центра ваги тіла (ЗЦВТ) і спрямована до центра Землі. При біомеханічному аналізі сил, що діють на тіло спортсмена в будь-яких положеннях, насамперед визначають розташування ЗЦВТ. Необхідно пам'ятати, що ЗЦВТ - нематеріальна точка. Вона змінює своє місце розташування в залежності від розташування частин тіла в просторі. Тому, перед тим, як визначати розташування загального центру ваги тіла, спочатку визначають розташування центрів ваги всіх ланок тіла.

Методичні вказівки призначенні для закріплення одержаних теоретичних знань і набуття практичних навичок з дисциплін, що викладаються на кафедрі. Методичні вказівки знайомлять студентів з темами занять, метою, програмою занять, завданнями до самостійної підготовки і методикою вирішення задач. Дисципліна «Пристрої реабілітаційної біомеханіки» є вибірковою дисципліною за переліком дисциплін підготовки магістрів напрямку 163 «Біомедична інженерія». Пристрої реабілітаційної біомеханіки як і регенеративна медицина

це одна з найбільш передових галузей медичної науки. Найближчим часом людство отримає можливість відновлювати і повністю відтворювати цілі органи людського тіла. За допомогою технологій сучасної імплантології вже зараз можна створити такі органи і тканини як сечовий міхур, кровоносні судини, трахею і уретру. Адитивні технології є сучасним та інноваційним методом виробництва. Завдяки цим технологіям є можливість виробляти складні та досить високотехнологічні вироби. Досить широке застосування адитивні технології знайшли в медицині. Завдяки 3D друку є можливість виробляти індивідуальні протези та імпланти, можливо проводити предопераційні підготовки на моделях, які надруковані зі знімків МРТ хворого, проводити більш якісне навчання спеціалістів завдяки точним копіям органів людини, які можливо надрукувати на 3D принтері. Мета і завдання курсу “Основи імплантології” - опанування студентами знань відносно основ регенеративної медицини, включаючи деякі основи галузі та можливі клінічні застосування та клінічну корисність, розбиратись в різновиді технологій 3D друку, їх відмінностях; розбиратись в різноманітті матеріалів, які використовують для друку; розуміти в яких конкретних сферах можливо застосування адитивних технологій; мати змогу підбору параметрів адитивного виробництва. Задачі вивчення дисципліни; створення у студентів основ досить широкої теоретичної підготовки в області адитивних технологій; формування наукового мислення і наукового світогляду;

ознайомлення студентів із найбільш поширеною технологією використання імплантів.

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

1. Практичні роботи починаються й закінчуються у встановлений розкладом час. Вхід у лабораторію після початку занять не дозволяється.
2. При виконанні практичних робіт студентам забороняється відволікатися від виконання своєї основної роботи, безцільно ходити по лабораторії, самостійно брати, переносити й включати прилади, захаращувати й засмічувати робочі місця.
3. Входити в лабораторію й виходити з її дозволяється тільки під час перерв і після закінчення занять.
4. Забороняється перебувати в лабораторії й виконувати практичні роботи в теплому верхньому одязі й головних уборах.
5. Забороняється захаращувати лабораторні столи сторонніми предметами, особисті речі – сумки, книги та інше – повинні бути складені на вільних столах або стільцях.
6. Викладач завчасно повідомляє студентам теми робіт на найближчі практичні заняття. До приходу в аудиторію кожний студент повинен підготуватися до практичної роботи.
7. У випадку виконання практичної роботи на комп'ютері після закінчення роботи студенти виключають установки, упорядковують робоче місце й здають його викладачеві.
8. Оформлення практичних робіт повинне провадитися строго відповідно до методичних вказівок на стандартних машинописних аркушах або в зошиті.
9. Кожний студент до наступного заняття повинен представити викладачеві окремий звіт по виконаній роботі. Студент, що не оформив звіти і не захистив їх по 3 практичних роботах без поважної причини, до наступних робіт не допускається.
10. За псування лабораторного майна студент несе матеріальну відповідальність.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

При плануванні практичних занять необхідно знаходити оптимальне співвідношення репродуктивних, частково-пошукових і пошукових робіт, щоб забезпечити високий рівень інтелектуальної діяльності.

У пропонованих методичних вказівках тематика практичних занять побудована відповідно до лекційного курсу. Методичні вказівки включають в себе теми, мету, плани практичних занять, основні теоретичні відомості, контрольні питання, тестові завдання.

Практичне заняття № 1

Біонічні руки: історія, майбутнє і реальність

Мета:— надання знань, формування умінь і навичок з питань протезування і імплантації у фізичної терапії / реабілітації.

Основні питання теми:

1. Специфічні ознаки біонічних кінцівок.
2. Класифікація біонічних протезів.

План заняття:

1. Формулювання мети заняття: вивчити типи і специфічні ознаки біонічних кінцівок.
2. Розбір теоретичного матеріалу.
3. Перегляд і обговорення мультимедійної презентації.
4. Заслуховування реферативного повідомлення і його обговорення.

Питання для підготовки до заняття:

1. біонічні кінцівки: поняття, характеристика.
2. Відмінність біонічних кінцівок від звичайних протезів.
3. Типи і функції біонічних кінцівок.
4. Специфічні ознаки біонічних кінцівок.
5. Класифікації біонічних кінцівок.
6. Рецепторний апарат біонічних кінцівок.

Теми рефератів:

1. Історія вивчення біонічних кінцівок.
2. Внесок вітчизняних науковців в дослідження біонічних кінцівок.
3. Старіння стовбурових біонічних кінцівок.

Контрольні питання:

1. Біологія та біокінетика біонічних кінцівок.
2. Об'єкти та методи дослідження біонічних кінцівок.
3. Розділи та напрямлення досліджень в області біології біонічних кінцівок.
4. Принципи, особливості та проблеми біонічних кінцівок.

Рекомендована література: див. загальний список.

Практичне заняття № 2

КОХЛЕАРНА ІМПЛАНТАЦІЯ.

Мета: проаналізувати відмінні риси кохлеарних імплантів.

Основні питання теми:

1. Специфічні ознаки кохлеарних імплантів.
2. Методи роботи з кохлеарними імплантами.
3. Виробництво кохлеарних імплантів.

План заняття:

1. Формулювання мети заняття: вивчити типи і специфічні ознаки кохлеарних імплантів.
3. Перегляд і обговорення мультимедійної презентації.
4. Заслуховування реферативного повідомлення і його обговорення.

Питання для підготовки до заняття:

- 1) Кохлеарні імпланти: поняття, загальна характеристика.
- 2) Типи кохлеарних імплантів.
- 3) Методи отримання кохлеарних імплантів.
- 4) Застосування кохлеарних імплантів в клінічній практиці.
- 5) Специфічні ознаки кохлеарних імплантів.

Теми рефератів:

- 1) Типи кохлеарних імплантів.
- 2) Переваги та недоліки застосування кохлеарних імплантів на практиці.
- 3) Порівняльна характеристика кохлеарних імплантів.
- 2) Методи виправлення рефракції
- 3) Катаракта і різні види інтраокулярних лінз для заміщення кришталика.
- 4) Ураження сітківки (пігментний ретиніт і макулодистрофії) і електричні методи стимуляції.
- 5) Рефракційні захворювання пов'язані зі зміною геометричних пропорцій очей.

Контрольні питання:

- 1) Характеристика кохлеарних імплантів.
- 2) Типи, способи вживання кохлеарних імплантів.
- 3) Специфічні ознаки кохлеарних імплантів.
- 4) Застосування кохлеарних імплантів в клінічній практиці.

Рекомендована література: див. загальний список.

Практичне заняття № 3

ПРОТЕЗУВАННЯ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ.

Мета: вивчити основи та принципи протезування опорно-рухового апарату.

Основні питання теми:

1. Методи протезування опорно-рухового апарату.
2. Напрямки в технологіях протезування опорно-рухового апарату.

План заняття:

1. Формулювання мети заняття: вивчити основні напрямки та принципи протезування опорно-рухового апарату.
2. Розбір теоретичного матеріалу.
3. Перегляд і обговорення мультимедійної презентації.
4. Заслуховування реферативного повідомлення і його обговорення.

Питання для підготовки до заняття:

- 1) Напрямки, об'єкти, проблеми, методи протезування опорно-рухового апарату.
- 2) Соціальні, етичні та релігійні проблеми протезування.
- 3) Поняття про ендопротезування.
- 4) Які елементи містить пасивна частина ОДА ?
- 5) Функції рухового апарату.

Теми рефератів:

- 1) Сучасні досягнення в області протезування опорно-рухового апарату.
- 2) Класифікація суглобів.
- 3) Історія ендопротезування суглобів.
- 4) Локомоторна функція ОРА.

Контрольні питання:

- 1) Протезування опорно-рухового апарату: поняття, проблеми, напрямки.
- 2) З яких частин складається опорно-руховий апарат?
- 3) Які елементи містить пасивна частина ОДА ?
- 4) Функції рухового апарату.

Рекомендована література: див. загальний список.

Практичне заняття № 4. ІМПЛАНТОЛОГІЯ В ХІРУРГІЇ ОКА.

Мета:— надання знань, формування умінь і навичок з питань протезування і імплантації при хірургічних захворювань ока.

Основні питання теми:

1. Рефракційні хвороби. Сучасні методи без застосування імплантатів.
2. Астигматизм і короткозорість (міопія).
3. Структура та класифікація ІОЛ.

План заняття:

1. Формулювання мети заняття: вивчити основні напрямки та принципи вживлення імплантів очей.
2. Розбір теоретичного матеріалу.
3. Перегляд і обговорення мультимедійної презентації.
4. Заслуховування реферативного повідомлення і його обговорення.

Питання для підготовки до заняття:

1. Що таке рефракційні хвороби?
2. Структура та класифікація ІОЛ.
3. Що таке склеральний імплантат ?
4. Які бувають лінзи, закріплені в зениці «гриби».
5. Коли в Україні активно почалися розвиватися імплантологія ока?

Теми рефератів:

1. Рефракційні хвороби.
2. Сучасні методи лікування очей без застосування імплантатів.
3. Лінзи, закріплені на райдужній оболонці ока.
4. Склеральний імплантат.
5. Телескопічний ІОЛ.

Контрольні питання:

1. Проблема акомодації.
2. Методи виправлення рефракції.
3. Катаракта і різні види інтраокулярних лінз для заміщення кришталика.
4. Ураження сітківки (пігментний ретиніт і макулодистрофії) і електричні методи стимуляції.
5. Рефракційні захворювання пов'язані зі зміною геометричних пропорцій очей.

Рекомендована література: див. загальний список.

Практичне заняття № 5. БІОНІЧНІ ПРОТЕЗИ.

Мета:— надання знань, формування умінь і навичок з питань протезування біонічних імплантів.

Основні питання теми:

1. Останні досягнення в області створення високотехнологічних пристроїв, здатних замінити втрачені органи.
2. Біонічні протези.
3. Серцеві протези.

План заняття:

1. Формулювання мети заняття: вивчити основні напрямки та принципи вживлення біонічних протезів.
2. Розбір теоретичного матеріалу.
3. Перегляд і обговорення мультимедійної презентації.
4. Заслуховування реферативного повідомлення і його обговорення.

Питання для підготовки до заняття:

1. Що таке «Біоніка»?
2. Яку запатентовану технологію використовують **I-limb** протези?
3. Який пристрій був схвалений для використання як «тимчасовий пристрій до отримання донорського серця»?
4. Що таке цільова реіннервація м'язів ?

Теми рефератів:

1. Квантовий проект i-limb.
2. Протези ніг. Принцип роботи біонічних ніг.
3. Серцеві протези.
4. Цільова реіннервація м'язів.

Контрольні питання:

1. Які бувають серцеві протези ?
2. Принцип роботи біонічних ніг.
3. У чому полягають досягнення проекту Neuro Embodied Design з проривом у реабілітації людей?
4. Коли проводиться цільова сенсорна реіннервація?

Рекомендована література: див. загальний список.

Практичне заняття № 6.

БІОМАТЕРІАЛИ В ТРАВМАТОЛОГІЇ ТА ОРТОПЕДИЧНОЇ ПРАКТИЦІ.

Мета: вивчити основи застосування біоматеріалів в травматології та ортопедичної практиці.

Основні питання теми:

1. Біоінертні металеві імпланти.
2. Розробка внутрішньомедулярних імплантів.
3. Біоінертні метали і сплави з кальціально-фосфорним покриттям.

План заняття:

1. Формулювання мети заняття: вивчити основні напрямки та принципи вживлення біоматеріалів в травматології та ортопедичної практиці.
2. Розбір теоретичного матеріалу.
3. Перегляд і обговорення мультимедійної презентації.
4. Заслуховування реферативного повідомлення і його обговорення.

Питання для підготовки до заняття:

1. На які групи діляться метали що використовуються для імплантації в медичній практиці?
2. Які бувають композитні матеріали на основі двофазної кераміки?
3. Яким вимогам повинні відповідати біоматеріали, що претендують на імплантацію?
4. У чому полягає напрямок дослідження внутрішньомедулярних імплантів для заміни великих дефектів кісток після травми або радикальних резекції під час ортопедичних або онкологічних операцій?

Теми рефератів:

1. Біотолерантні матеріали.
2. Репаративний остеогенез.
3. Фіксації скелетних імплантів.
4. Оксидні керамічні і вуглецеві сполуки.

Контрольні питання:

1. Які бувають біотолерантні матеріали ?
2. Що таке біоінтеграція та остеоіндуктивність?
3. Які хірургічні імпланти використовують в сучасній медицині?
4. Яка перспектива інтраопераційного використання клітинних технологій на основі стовбурових клітин ?
5. На які основні групи діляться метали що використовуються в медицині відповідно до їх впливу на живі тканини?

Рекомендована література: див. загальний список.

Практичне заняття № 7. ДЕНТАЛЬНА ІМПЛАНТОЛОГІЯ.

Мета:— надання знань, формування умінь і навичок з питань протезування у дентальній імплантології.

Основні питання теми:

1. Феномен остеінтеграції.
2. Передумови і фактори, що впливають на взаємодію імплантів з кістковою тканиною.
3. Морфологія біосумісності внутрішньосумних імплантатів.
4. Дістантний остеогенез.
5. Показання та протипоказання стоматологічної реабілітації з зубними імплантатами.
6. Матеріали, що використовують в дентальній імплантології.

План заняття:

1. Формулювання мети заняття: вивчити основні напрямки та принципи дентальної імплантології.
2. Розбір теоретичного матеріалу.
3. Перегляд і обговорення мультимедійної презентації.
4. Заслуховування реферативного повідомлення і його обговорення.

Питання для підготовки до заняття:

1. У чому полягають дентальні переваги імплантатів?
2. Що необхідно встановити щоб визначити можливість або неможливість імплантації?
3. Передумови і фактори, що впливають на взаємодію імплантів з кістковою тканиною?
4. Опишіть феномен остеінтеграції?
5. Що необхідно встановити щоб визначити можливість або неможливість імплантації?

Теми рефератів:

1. Переваги імплантатів зубів.
2. Феномен остеінтеграції. Передумови і фактори, що впливають на взаємодію імплантів з кістковою тканиною.
3. Морфологія біосумісності внутрішньосумних імплантатів.
4. Контактний остеогенез, що заснований на процесах остеоіндукції і остеокондукції.

Контрольні питання:

1. Що таке дістантний остеогенез?

2. Показання та протипоказання стоматологічної реабілітації з зубними імплантатами.
3. Яким вимогам повинні відповідати імплантаційні матеріали?
4. Типи імплантатів. На які основні групи можна розділити зубні імплантати?
5. Система «тонких» імплантатів.
6. Методи імплантації зубів.

Рекомендована література: див. загальний список.

Практичне заняття № 8. КАРДІОІМПЛАНТИ.

Мета:— надання знань, формування умінь і навичок з питань протезування кардіоімплантів.

Основні питання теми:

1. Штучний CARMAT серця.
2. Серце людини генерє електрику для живлення імплантатів.
3. Нове покоління серцевих імплантатів.
4. Бездротовий серцевий імплантат.

План заняття:

1. Формулювання мети заняття: вивчити основні напрямки та принципи кардіоімплантології.
2. Розбір теоретичного матеріалу.
3. Перегляд і обговорення мультимедійної презентації.
4. Заслуховування реферативного повідомлення і його обговорення.

Питання для підготовки до заняття:

1. Імплантат відновлює серцеву тканину за допомогою електричних імпульсів.
2. Пристрій призначений для використання у пацієнтів з розширеною кардіоміопатією.
3. Бездротовий серцевий імплантат.
4. Імплантат для спостереження за серцем з аритмією і інфарктом.

Теми рефератів:

1. MICROPUS SYNERGY, який імплантується пацієнту, і працює в тандемі з серцем.
2. Пристрій, призначений для використання у пацієнтів з розширеною кардіоміопатією.
3. Бездротовий серцевий імплантат.
4. Нове покоління серцевих імплантатів.

Контрольні питання:

1. Штучний CARMAT серця починають імплантувати пацієнтам?
2. Коли у Європі вперше дозволили продаж штучного серця?
3. Розроблено яке нове покоління серцевих імплантатів?
4. Коли був імплантований перший бездротовий серцевий імплантат?

Рекомендована література: див. загальний список.

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Конспект лекцій з дисципліни «Регенеративна медицина та 3D друк для біомедичної інженерії» для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 163 – Біомедична інженерія, освітня програма «Інтелектуальні штучні імпланти та медичні апарати в біоінженерії» / Уклад. С.В. Тимчик, Д.Х. Штофель. – Вінниця: ВНТУ, 2020. – 76 с.
2. Регенеративна медицина та біотехнології в ортопедії [Електронний ресурс] : конспект лекцій з дисципліни «Регенеративна медицина та біотехнології в ортопедії» для студентів спеціальності 163 «Біомедична інженерія» денної та заочної форм навчання / Уклад. О.Ю. Азархов. – Маріуполь: ДВНЗ «ПДТУ», 2019. – 67 с.
3. Engineering in Translational Medicine / Weibo Cai, Editor. Springer-Verlag London, 2014. 998 p. DOI: 10.1007/978-1-4471-4372-7. Principles of Regenerative Medicine. 3rd Edition. Editors: Anthony Atala Robert Lanza Tony Mikos Robert Nerem. Academic Press, 2018. 1454 p.
4. Principles of Translational Science in Medicine. From Bench to Bedside. Second Edition. Edited by Martin Wehling. Elsevier, 2015. 332 p.
5. Regenerative Medicine. Editor: Gustav Steinhoff. Springer Netherlands, 2013. 1220 p. DOI: 10.1007/978-94-007-5690-8.
6. Stem Cells and Biomaterials for Regenerative Medicine. Editors Marek J. Łos, Andrzej Hudecki, Emilia Wiecheć. Academic Press, 2019. 230 p. DOI: 10.1016/C2016-0-03365-X
7. Tissue Engineering. Second Edition. Editors Clemens A. van Blitterswijk and Jan de Boer. Elsevier, 2015. 856 p.
8. Translational Medicine: Tools and Techniques. Edited by Aamir Shahzad. Elsevier, 2015. 180 p.
9. Translational Regenerative Medicine. Editors Anthony Atala and Julie G. Allickson. 590 p. Academic Press, 2015. DOI: 10.1016/C2012-0-06956-6.