Вінницький національний технічний університет
Кафедра біомедичної інженерії
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем

РЕГЕНЕРАТИВНА МЕДИЦИНА ТА 3D ДРУК ДЛЯ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

(обов'язковий освітній компонент)
ІІ (магістерський) рівень вищої освіти

Освітня програма **Інтелектуальні штучні імпланти та медичні апарати в біоінженерії**
Спеціальність **163 Біомедична інженерія**
Викладач: **Штофель Д. Х.**, к. т. н., доцент
Мови викладання: **українська**
Семестр – **1**
Кредитів ЄКТС – **4**
Лекцій – **36 год.**
Лабораторних – **27 год.**
Практичних – **18 год.**
Самостійна робота – **39 год.**
Вид контролю – **іспит**

Передумови для вивчення: програмні результати навчання, отримані здобувачами освіти на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти, а саме: базові знання з проектування та побудови біотехнічних систем, побудови моделей об'єктів, обробки біомедичної інформації. Ця дисципліна безпосередньо пов'язана і передує вивченню дисциплін «Апаратно-програмне та медико-технічне забезпечення імплантів та медичних апаратів».

Мета курсу полягає у вивчення здобувачами освіти основ відновлювальних медичних технологій та застосування об'ємного друку для медичних задач.

Компетентності

1. Здатність вирішувати комплексні проблеми біомедичної інженерії із застосовуванням методів математики, природничих та інженерних наук (ФК1).
2. Здатність аналізувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми та здійснювати їх формалізацію для знаходження кількісних рішень із застосуванням сучасних математичних методів та інформаційних технологій (ФК3).

3. Здатність створювати і вдосконалювати засоби, методи та технології біомедичної інженерії для дослідження і розробки біоінженерних об’єктів та систем медико- технічного призначення (ФК4).
4. Здатність розробляти технічні завдання на створення, а також моделювати, оцінювати, проектувати та конструювати складні біоінженерні та медико-інженерні системи і технології (ФК5).
5. Здатність досліджувати біологічні та технічні аспекти функціонування та взаємодії штучних біологічних і біотехнічних систем (ФК6).
6. Здатність розробляти і проектувати інтелектуальні штучні імпланти для біоінженерії (ФК10).

Результати навчання

1. Проектувати, конструювати, вдосконалювати та застосовувати медико-технічні та біоінженерні вироби, прилади, апарати і системи з дотриманням технічних вимог, а також супроводжувати їх експлуатацію (ПРН1).
2. Створювати і вдосконалювати засоби, методи та технології біомедичної інженерії для всебічного дослідження і розробки біоінженерних об’єктів та систем медико-технічного призначення (ПРН3).
3. Оцінювати біологічні і технічні аспекти та наслідки взаємодії інженерно-технічних і біоінженерних об’єктів з біологічними системами, передбачувати їх взаємний вплив, правові, деонтологічні і морально-етичні наслідки використання (ПРН5).
4. Розробляти та застосовувати штучні інетелектуальні імпланти, використовуючи інформаційні технології цифрової обробки біомедичних зображень та реконструкції об’єктів, 3D-друку, сучасні біоматеріали та засоби медичної електроніки (ПРН9).

Тематика курсу

Змістовий модуль 1. Регенеративні біомедичні технології в сучасній медицині.

Тема 1. Сучасні напрямки і перспективи розвитку регенеративної медицини.

Термінологія і зміст регенеративної медицини (РМ). Методи РМ. Принципи РМ. Досягнення і проблеми РМ. Технології РМ. Регенеративні біомедичні технології для терапевтичного застосування. Основні фактори впливу на індустрію РМ. Сигнальна система тіла людини. Механізми регенерації в організмі людини.

Тема 2. Регенеративні біомедичні технології в стоматології.

Дентальна імплантологія. Етапи імплантації в стоматології. Аналіз і

виправлення помилок при імплантації. Особливості різних імплантаційних систем. Основні методики направленої тканинної регенерації. Архітетоніка кістки. Морфологія біосумісності внутрішньокісткових імплантів. Визначення кількості імплантів для встановлення за принципом імплантаційної ізотопії.

Тема 3. Особливості застосування регенеративної медицини в накістковому остеосинтезі.

Сучасні технології накісткового остеосинтезу. Остеосинтез з аксімальною компресією Нейтралізуючий остеосинтез. Остеоінтеграція біоактивного імпланта при накістковому остеосинтезі. Адитивні технології виробництва імплантів.

Тема 4. Регенеративні технології в косметології та естетичній медицині.

Апаратна косметологія: принципи, підходи, види. Технологія 3Д омолодження. Регенеративні технології для корекції і підвищення естетики тіла. Лазерна косметологія. Типи лазерів для косметології і принцип їх дії. Переваги і недоліки лазерної косметології. Технологія термоліфтінгу Aluma – технологія неінвазивного омолодження шкіри. Ультразвуковий SMAS-ліфтінг і лазеротерапія шкіри. Технологія ELOS для омолодження шкіри. Фракційний лазер для виправлення естетичних і вікових дефектів.

Тема 5. Фізіотерапевтична лікувально-реабілітаційна підтримка регенеративних технологій.

Фізичні методи діагностики і лікування в стоматології та імплантології: фізіологічне обґрунтування, показання, протипоказання. Апаратура на неперервному постійному струмі (гальванізація, електрофорез, електрознеболювання). Струми низької напруги і частоти (діадинометрія, ампліпульс). Прилади на використанні змінних струмів високої, надвисокої, ультравискої частоти. Ультразвук. Фототерапія. Застосування магнітного поля різної частоти.

Тема 6. Взаємодія і біосумісність імплантів з біологічними тканинами.

Загальні закономірності реакції кісткової тканини щелеп на введення імплантів. Вплив вида імплантуємого матеріалу на регенерацію кісткової тканини. Класифікація матеріалів для імплантації за критеріями біосумісності і приживаємості. Вплив різних методів оброблення поверхні імпланта на реакцію біотканини. Взаємодія епітеліальної тканини з матеріалом імпланта. Методи визначення біосумісності імплантів.

Змістовий модуль 2. Біопринтинг та технології 3D друку в біомедичній інженерії.

Тема 7. 3D друк та імплантологія.

Класифікація 3D принтерів. Типи 3D друку. Витратні матеріали для 3D друку. Біопринтинг. 3D друк в біомедичній інженерії. Теореричні основи імплантології. Типи імплантації. Види імплантів. Класифікація імплантів. Біосумісність імплантів. Вплив біоматеріалів на регенеративну здатність кісток. Критерії вибору біоматеріалів для імплантів.

Тема 8. Особливості ортопедичного лікування при використанні 3D технологій.

Біомеханіка імплантів. Вибір конструкції протезів. Загальні вимоги до зубних протезів з опорою на імпланти. Лабораторні етапи виготовлення зубних протезів після імплантації. Протезування незйомних протезів з опорою на зуби та імпланти.

Тема 9. Біопринтинг і 3D принтери в стоматології.

Конструкції імплантів. Переваги 3D друку перед звичайними методами виготовлення протезів. Технологія CAД/CAM. EAER-технологія. 3D моделювання протезів. Переваги та недоліки трьохмірної імплантації зубів. Виготовлення шаблонів та протезів на 3D принтері.

Тема 10. Особливості мікроциркуляції крові в яснах до та після встановлення імплантів.

Оцінювання мікроциркуляції крові в яснах. Корекція мікроциркуляції крові після встановлення імпланта. Медико-технічне та апаратно-програмне забезпечення досліджень периферійної мікроциркуляції кровотоку в щелепно-лицьовій ділянці. Індивідуальний лікувально-діагностичний комплекс для визначення мікроциркуляції крові. Оптоелектронний комплекс для визначення мікроциркуляції крові в яснах. Доплерівський метод дослідження мікроциркуляції крові.

Тема 11. Критерії оцінювання імплантів в стоматології та остеосинтезі.

Критерії клінічного оцінювання внутрішньо кісткових імплантів. Критерії апаратурного оцінювання якості встановлення імплантів. Оцінювання стану мікроциркуляції крові за рівнем тканинного кровотоку, інтенсивності, коефіцієнтом варіації. Фотоплетизмографічний індекс, як критерій наявності запального процесу. Метод частотно-резонансного аналізу. Коефіцієнт стабільності імпланта ISQ.

Тема 12. Імплантовані телемедичні засоби і системи.

Принципи побудови імплантованих телеметричних систем. Модуль базової станції імплантованої системи. Імплантований телеметричний модуль. Моніторинг стану стоматологічних імплантів. Бездротові мережеві технології

моніторингу стану імплантів. Вибір каналів обміну інформацією для біотехнічної системи.

Теми практичних занять

1. Вплив оптичного випромінювання на біологічний об'єкт
2. Розробка 3D моделі для остеосинтезу
3. Вибір матеріалів для імплантів
4. Визначення рівня мікроциркуляції крові фотоплетизмографічним методом
5. Оцінювання якості стоматологічних імплантів
6. Засоби комунікації імпланта з зовнішніми приторями

Теми лабораторних занять

1. Розробка 3D моделі стоматологічного імпланта
2. Застосування 3D сканерів в біомедичній інженерії
3. Визначення механічних навантажень на кісткові імпланти
4. Дослідження технологій 3D друку
5. Виготовлення та аналіз імпланта для остеосинтезу засобами 3D друку
6. Виготовлення та аналіз стоматологічного імпланта засобами 3D друку

Індивідуальні завдання

Під час вивчення дисципліни студенти готують доповіді, презентації, есеї, виконують індивідуальні домашні завдання. Навчальним планом передбачено 1 контрольну роботу для студентів заочної форми навчання. Крім того, за рішенням кафедри та за узгодженням з науковим керівником студенти готують доповіді на щорічну науково-технічну конференцію ВНТУ.

Форми контролю:

Поточний контроль, який здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час практичних, лабораторних занять, тестування, колоквіум, іспит.

Оцінювання результатів навчання

Модуль	Колоквіум	Практичні роботи	Лабораторні роботи	СРС	Активність	Іспит	Разом
I	13	9	9	5	1	25	100
II	14	9	9	5	1		
За семестр	27	18	18	10	2		

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	відмінно
82 – 89	B	добре
75 – 81	C	
64 – 74	D	задовільно
60 – 63	E	
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням

Політика курсу

Викладач та всі здобувачі, що вивчають цей курс, зобов'язуються дотримуватись положень, визначених у документах: «Кодекс етики ВНТУ», «Положення про академічну доброчесність студентів та науково-педагогічних працівників ВНТУ», «Положення про рейтингову систему оцінювання досягнень студентів у ВНТУ». Учасники освітнього процесу погоджуються, що за порушення цих положень несуть особисту відповідальність.

Базові інформаційні ресурси

1. Principles of Regenerative Medicine / Anthony Atala, Robert Lanza (eds) - Academic Press, 2011. – ISBN 978-0-12-381422-7.
2. 3D printing in medicine / Kalaskar, Deepak M., ed. – Woodhead Publishing, 2017. – ISBN 978-0081007174.
3. Advances in 3D printing & additive manufacturing technologies / D. I. Wimpenny, P. M. Pandey, L. J. Kumar. – Springer, 2017. - ISBN 978-981-10-0811-5.
4. 3D printing and bio-based materials in global health / Bhatia, S. K., Ramadurai K. W. – Springer, 2017. – ISBN 978-3-319-58276-4.
5. Медична та біологічна фізика : підручник / за ред. проф. О. В. Чалого. – Вінниця : Нова Книга, 2013. – 528 с.
6. Біофізика і біомеханіка : підручник / В. С. Антонюк, М. О. Бондаренко, В. А. Ващенко та ін. – К. : Політехніка, 2012. – 344 с.
7. 3D Printing in Medicine / Rybicki, Frank J., and Gerald T. Grant. – Springer International Publishing, 2017. – ISBN 978-3-319-61922-4.
8. Mobile and Wireless Technologies / Kim, K. J., Joukov, N. (Eds.) – Springer, 2017. - ISBN 978-9-81-10-5281-1.
9. Principles of Regenerative Medicine / Anthony Atala Robert Lanza Tony Mikos Robert Nerem. - Academic Press, 2017. – ISBN: 978-0-128-09880-6.
10. Foundations of Regenerative Biology and Medicine / David L Stocum. – IOP Publishing Ltd, 2018. – ISBN: 978-0-7503-1624-8.
11. Regenerative Medicine and Tissue Engineering / Jose A. Andrades. – IntechOpen, 2013. – ISBN: 978-953-51-1108-5.