

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Донбаська державна машинобудівна академія
Кафедра комп'ютерних інформаційних технологій

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

«Регенеративна інженерія та проектування оптимальних конструкцій»

рівень вищої освіти	другий (магістерський)
спеціальність	122 Комп'ютерні науки
назва освітньої програми	Комп'ютерні науки в техніці, бізнесі та медицині
статус	Вільного вибору

Краматорськ
ДДМА
2020

Робоча програма навчальної дисципліни «Регенеративна інженерія та проектування оптимальних конструкцій» для підготовки фахівців за другим (магістерський) рівнем вищої освіти, спеціальність 122 Комп'ютерні науки освітня програма «Комп'ютерні науки в техніці, бізнесі та медицині».

Розробники:

_____ О. В. Алтухов, канд. техн. наук

Погоджено з групою забезпечення освітньої програми (лише для обов'язкових дисциплін):

Керівник групи забезпечення:

_____ П.І.Сагайда, докт. техн. наук, доцент

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних інформаційних технологій, протокол № 18 від 09.06.2020 р.

Завідувач кафедри:

_____ О. Ф. Тарасов, докт. техн. наук, професор

Розглянуто і затверджено на засіданні Вченої ради факультету автоматизації машинобудування та інформаційних технологій протокол № 8 від 22.06.2020 р.

Голова Вченої ради факультету:

_____ С.В. Подлесний, канд. техн. наук, доцент

І ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

- 1.1. Актуальність вивчення дисципліни у зв'язку із завданнями професійної діяльності та навчання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

Знати:

- аспекти проектування біомедичного обладнання та імплантатів.

Вміти:

- проектувати імплантати для конкретних наукових, промислових та медичних застосувань, використовуючи сучасні біосумісні матеріали в регенеративній медицині;
- обрати відповідні медичні імплантати для кожного окремого випадку;
- провести аналіз характеристик пацієнта, визначити тип необхідного біопротеза та характеристики характеристик для оптимальної біосумісності з організмом пацієнта.

1.2. Мета дисципліни: формування когнітивних, афективних та моторних компетентностей в сфері вивчення і пояснення комплексу базових понять і знань в області регенеративної інженерії та проектування оптимальних конструкцій, проектувати імплантати, мати навички комп'ютерного моделювання при проектуванні біомедичного обладнання та імплантатів, відповідно до індивідуальних анатомічних особливостей людини, використовувати для цієї системи автоматизованого проектування. Дисципліна направлена на вироблення у студентів теоретичних і практичних навичок роботи з технологіями регенеративної медицини.

- 1.3. Завдання дисципліни:

- навчити майбутнього фахівця з комп'ютерних наук знанням та використанню фундаментальних концепцій і практичних рішень, що лежать у основі сучасних технологій регенеративної медицини.

- 1.4. Передумови для вивчення дисципліни:

Дисципліни «Біомедичні системи, матеріали і технології», «Проектування і виготовлення виробів медичного призначення», «ІТ в медицині», «Автоматизоване проектування та розрахунки конструкцій», «Теорія комп'ютеризованого проектування».

- 1.5. Мова викладання: українська, англійська.

- 1.6. Обсяг навчальної дисципліни та його розподіл за видами навчальних занять:

- форма навчання 1,4 роки загальний обсяг становить 150 годин / 5 кредитів, в т.ч.

- денна форма навчання 1,4 роки: лекції – 18 годин, практичні (семінарські) – 0 годин, лабораторні – 36 годин, самостійна робота студентів – 96 годин;
 - заочна форма навчання: лекції – 8 годин, практичні (семінарські) – 0 годин, лабораторні – 4 годин, самостійна робота студентів – 138 годин.
- 1.7. інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна (за потребою). При вивченні дисципліни використовується програмне забезпечення Dassault Systemes: SIMULIA Academic Research Suite.

II ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен продемонструвати достатній рівень сформованості наступних програмних результатів навчання.

Тема	Зміст програмних результатів навчання
1	<i>У когнітивній сфері:</i> здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій у сфері комп'ютерного проектування і моделювання процесів у різних сферах діяльності; здатність до абстрактного мислення, критичного аналізу, оцінки та синтезу нових та складних ідей; вміння самостійно виявляти, ставити та вирішувати задачі, розробляти та реалізовувати проекти, включаючи власні дослідження, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання. <i>в афективній сфері:</i> володіння методологією власного наукового дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення, в різних предметних галузях (технічного та організаційно-технічного призначення, тощо). <i>у психомоторній сфері:</i> володіння навичками щодо аналізу, застосування математичних методів для статистичної обробки, перевірки адекватності та інтерпретації даних, отриманих в результаті проведення дослідження, в тому числі з використанням методів штучного інтелекту, та пов'язування їх з відповідною теорією у предметних галузях технічного та організаційно-технічного призначення, тощо.
2	<i>У когнітивній сфері:</i> здатність ініціювання інноваційних комплексних проектів, лідерство та повна автономність під час їх реалізації. здатність приймати обґрунтовані рішення і діяти свідомо та соціально відповідально за результати прийнятих рішень. <i>в афективній сфері:</i> здатність розробляти та досліджувати математичні методи, моделі та алгоритми обробки даних, застосовувати математичні методи для обґрунтування, оптимізації та прийняття управлінських і технічних рішень, адекватних умовам,

	в яких функціонують об'єкти інформатизації в різних предметних галузях (технічного та організаційно-технічного призначення, тощо). у психомоторній сфері: здатність до практичного впровадження результатів наукової і інноваційної діяльності, оцінки їх якості, формулювати напрямки подальших досліджень стосовно застосування сучасних методів дослідження та інформаційних технологій у предметних галузях технічного та організаційно-технічного призначення, тощо.
--	--

III ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Розподіл обсягу дисципліни за видами навчальних занять та темами

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна / заочна форма)				
		Усього	в т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
Змістовий модуль 1 Регенеративна медицина та біотехнологія в ортопедії						
1	Огляд регенеративної медицини. Сфера застосування та основна термінологія. Функціональні біоматеріали для регенеративної медицини. Представляє останні тенденції розумних природних біоматеріалів для регенеративної медицини. Біосумісність: Методи тестування та оцінки біосумісності.	17/18	3/1		2	12/17
2	Модальності зубних імплантатів: протези, субперіостеальні, ендостеальні; Тип леза, форма кореня, упаковка та підготовка зубних імплантатів. Серцеві імплантати, Офтальмологічні імплантати, Склоподібні імплантати.	18/18	2/1		4	12/17
3	Кістки та суглоби: Побудова та функції скелета, типи суглобів та їх порушення. Ортопедичні імплантати: прилади для тимчасової фіксації, загоєння переломів, відновлення зв'язок, реконструкція АКЛ з використанням біологічних та синтетичних матеріалів, заміна суглобів: загальна заміна стегна, тотальна заміна колін, регенерація кісток рециркуляційним матеріалом.	21/18	3/1		6	12/17
Змістовий модуль 2 Методи механічного проектування для біомеханічної техніки						
4	Віртуальне прототипування. Віртуальна прототипізація є основою парадигми e-Design. Моделювання та моделювання виробів за допомогою інтегрованого програмного забезпечення CAD/CAE/CAM.	18/20	2/1		4/2	12/17
5	Моделювання скінченими елементами. Топологічний підхід до декомпозиції.	18/18	2/1		4	12/17

	Підходи до розкладання геометрії. Підхід на основі сітки. Поліпшення якості сітки. Основи біомеханіки зубних імплантатів. Інтерфейс між кісткою та імплантатом. Припущення про детальну геометрію кісток та імплантатів. Властивості матеріалу. Граничні умови.					
6	Фізичне прототипування. Системи швидкого прототипування, засновані на технології виготовлення твердих вільних форм, виготовляють фізичні прототипи конструкції для перевірки конструкції. Обробка комп'ютерним числовим керуванням (CNC) виготовляє як функціональні деталі, так і прес-форми або штампи для масового виробництва виробу.	20/18	2/1		6	12/17
7	Механічна обробка з ЧПУ. Операції обробки віртуального виробництва: фрезерування, токарне та свердління, планування процесу обробки. Генерація контуру інструменту для обробки, візуалізація та моделювання операцій обробки, а також оцінка часу обробки. Перетворення в коди з ЧПУ (М-коди та G-коди) для виготовлення функціональних деталей, а також штампів чи форми для виготовлення.	20/19	2/1		6	12/18
8	3D методи біодруку в регенеративній медицині. Визначення та принципи 3D друку. 3D-технології біодруку: біодрук на основі чорнило-струменя, біодрук на основі тиску, біодрук на лазерній основі, друк на основі електромагнітного клапана, акустичний струменевий друк. Органічний друк. Друк на клітинах, стовбурових клітинах. 3D-друк для ортопедичних імплантатів.	18/21	2/1		4/2	12/18
Усього годин		150/ 150	18/ 8		36/ 4	96/ 138

Л – лекції, П (С) – практичні (семінарські) заняття, Лаб – лабораторні заняття, СРС – самостійна робота студентів.

3.2. Тематика практичних / семінарських / лабораторних занять

№ з/п	Вид і тема заняття
1	Лабораторна робота №1. Проектування моделей імплантів тазостегнового суглоба
2	Лабораторна робота №2. Проектування типорозмірного ряду моделей імплантів тазостегнового суглоба
3	Лабораторна робота №3. Проектування моделей імплантів колінного суглоба

4	Лабораторна робота №4. Проектування моделей стоматологічних імплантів
5	Лабораторна робота №5. Проектування типорозмірного ряду моделей стоматологічних імплантів
6	Лабораторна робота №6. Моделювання поведінки імплантів тазостегнового суглоба під навантаженням у CAE–системі ABAQUS
7	Лабораторна робота №7. Моделювання поведінки стоматологічних імплантів під навантаженням у CAE–системі ABAQUS
8	Лабораторна робота №8. Оптимізація конструкції імплантів тазостегнового суглоба у пакеті Tosca
9	Лабораторна робота №9. Виготовлення моделі імпланту тазостегнового суглоба фрезеруванням на станку з ЧПУ
10	Лабораторна робота №10. Виготовлення моделі стоматологічного імпланту фрезеруванням на станку з ЧПУ
11	Лабораторна робота №11. Виготовлення моделей медичних виробів за допомогою 3D друку
12	Лабораторна робота №12. Виготовлення моделі стоматологічного імпланту за допомогою 3D друку
13	Лабораторна робота №13. Дослідження зразків матеріалів імплантів на розтяг, осаджування для визначення механічних властивостей матеріалів
14	Лабораторна робота №14. Дослідження властивостей тертя в імпланті колінного суглоба

3.3. Перелік індивідуальних та/або групових завдань

№ з/п	Назва теми або тем, з яких виконується індивідуальне завдання	Назва і вид індивідуального завдання
1	Що таке регенеративна медицина? Які функції організму людини можливо відновлювати?	Самостійна індивідуальна робота
2	Які технології використовують для відновлення функцій опорно-рухової системи людини?	Самостійна індивідуальна робота
3	Які технології використовують для відновлення функцій серцево-судинної системи людини?	Самостійна індивідуальна робота
4	Які технології відновлення використовують у стоматології для регенерації кісткової тканини при дефектах в щелепно-лицевої ділянки?	Самостійна індивідуальна робота
5	Які технології відновлення використовують при хворобах очей?	Самостійна індивідуальна робота
6	Які технології використовують для відновлення м'яких тканин людини?	Самостійна індивідуальна робота
7	Які технології використовують для відновлення шкіряної поверхні людини?	Самостійна індивідуальна робота
8	Які технології використовують для відновлення слухового апарату людини?	Самостійна індивідуальна робота

IV КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

4.1. Перелік обов'язкових контрольних точок для оцінювання знань студентів денної форми навчання

Для дисципліни, підсумковою формою контролю якої є залік:

№	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Мак балів	Характеристика критеріїв досягнення результату навчання для отримання максимальної кількості балів
1	Захист лабораторних робіт	60	Студент здатний продемонструвати критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації. Студент виконав лабораторну роботу та навів аргументовані відповіді на запитання.
2	Модульна контрольна робота №1	20	Студент виконав тестові та розрахункові завдання, що відповідають програмним результатам навчання за темами змістових модулів №1-4
3	Модульна контрольна робота №2	20	Студент виконав тестові та розрахункові завдання, що відповідають програмним результатам навчання за темами змістових модулів №5-8
Поточний контроль		100(*0,5)	-
Підсумковий контроль		100(*0,5)	Студент виконав тестові та розрахункові завдання та навів аргументовані відповіді на ситуаційні завдання, що відповідають програмним результатам навчання з дисципліни
Всього		100	-

4.2. Перелік обов'язкових контрольних точок для оцінювання знань студентів заочної форми навчання

№	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Мак балів	Характеристика критеріїв досягнення результатів навчання для отримання максимальної кількості балів
1	Тестова контрольна робота, яка виконується студентом індивідуально в системі Moodle	40	Студент виконав тестові завдання, що відповідають програмним результатам навчання з дисципліни
2	Письмовий екзамен (залік)	60	Студент виконав аналітично-розрахункові завдання та навів аргументовані відповіді на ситуаційні завдання, що відповідають програмним результатам навчання з дисципліни
Всього		100	-

4.3. Критерії оцінювання сформованості програмних результатів навчання під час підсумкового контролю

Синтезований опис компетентностей	Типові недоліки, які зменшують рівень досягнення програмного результату навчання
Когнітивні: - студент здатний продемонструвати знання і розуміння основних технологій регенеративної медицини; - студент здатний продемонструвати знання і розуміння основних можливостей регенеративної медицини; - студент здатний продемонструвати знання і розуміння основних засобів створення біомедичного обладнання та імплантатів;	75-89% - студент припускається помилок у описі технологій розподілених систем, недостатньо повно визначає призначення засобів створення біомедичного обладнання та імплантатів та їх параметрів, припускається несуттєвих фактичних помилок при визначенні необхідних технологій регенеративної медицини
	55-74% - студент некоректно формулює призначення технологій розподілених систем та робить суттєві помилки у змісті призначення технологій регенеративної медицини, припускається помилок при опису вимог до біомедичних матеріалів та виробів, припускається помилок у проектуванні біомедичного обладнання та імплантатів
	менше 55% - студент не може обґрунтувати свою позицію посиленням на конкретну технологію регенеративної медицини, не володіє методикою проектування біомедичного обладнання та імплантатів, не може самостійно підібрати необхідні біомедичні матеріали; не має уяви про основні можливості регенеративної медицини
Афективні: студент здатний критично осмислювати матеріал; аргументувати власну позицію оцінити аргументованість вимог та дискутувати у професійному середовищі; студент здатний співпрацювати із іншими студентами та викладачем; ініціювати і брати участь у дискусії, розділяти цінності колективної та наукової етики	75-89% - студент припускається певних логічних помилок в аргументації власної позиції в дискусіях на заняттях та під час захисту лабораторних та індивідуальних завдань, відчуває певні складності у поясненні фахівцю окремих аспектів професійної проблематики
	55-74% - студент припускається істотних логічних помилок в аргументації власної позиції, слабо виявляє ініціативу до участі у дискусіях та індивідуальних консультаціях за наявності складності у виконанні лабораторних та індивідуальних завдань; відчуває істотні складності при поясненні фахівцю або нефахівцю окремих аспектів професійної проблематики
	менше 55% - студент не здатний продемонструвати володіння логікою та аргументацією у виступах, не виявляє ініціативи до участі у дискусії, до консультування з проблемних питань виконання лабораторних та індивідуальних завдань, не здатний пояснити нефахівцю суть відповідних проблем професійної діяльності; виявляє зневагу до етики навчального процесу
Психомоторні: студент здатний самостійно	75-89% - студент припускається певних помилок у стандартних методичних підходах та відчуває ускладнення при їх модифікації за зміни вихідних

працювати, розробляти варіанти рішень, звітувати про них; • студент здатний слідувати методичним підходам у проектуванні біомедичного обладнання та імплантатів; • студент здатний контролювати результати власних зусиль та коригувати ці зусилля	умов навчальної або прикладної ситуації 55-74% - студент відчуває ускладнення при модифікації стандартних методичних підходів за зміни вихідних умов навчальної або прикладної ситуації менше 55% - студент нездатний самостійно здійснювати пошук та опрацювання технології регенеративної медицини, виконувати індивідуальні завдання, проявляє ознаки академічної недобросовісності при підготовці індивідуальних завдань та виконанні контрольних робіт, не сформовані навички самооцінки результатів навчання і навичок міжособистісної комунікації з прийняття допомоги з виправлення ситуації
--	---

V ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

№	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Характеристика змісту засобів оцінювання
	Захист лабораторних робіт	• опитування за термінологічним матеріалом, що відповідає темі роботи; • оцінювання аргументованості звіту про розбір ситуаційних завдань; • оцінювання активності участі у дискусіях
	Індивідуальне завдання	• письмовий звіт про виконання індивідуального завдання; • оцінювання самостійності та якості виконання завдання в ході звіту-захисту та співбесіди
	Модульні контрольні роботи	• стандартизовані тести; • аналітично-розрахункові завдання;
	Підсумковий контроль	• стандартизовані тести; • аналітично-розрахункові завдання;

VI РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

6.1. Основна література

1. Кухарчук А.Л., Радченко В.В., Сирман В.М. Стволовые клетки: эксперимент, теория, клиника. Эмбриональные, мезенхимальные, нейральные и гемопоэтические стволовые клетки. - Черновцы.: Золоті литаври, 2004. - 505 с. ISBN 966-8029-76-3
2. Биология стволовых клеток и клеточные технологии. Том 1 / Под ред. М. А. Пальцева.— М.: ОАО «Издательство «Медицина», издательство «Шико», 2009. — 272 с.
3. Бегун П.И. Биомеханическое моделирование объектов протезирования. - СПб.: Политехника, 2011. - 464 с. ISBN 978-5-7325-0914-4
4. Principles of Regenerative Medicine / Anthony Atala, Robert Lanza, Robert Nerem, James A. Thomson // Academic Press, 2008. - 1473 p.
5. Translational Regenerative Medicine / Anthony Atala, Julie Allickson // Academic Press, 2014. - 606 p. ISBN: 9780124103962
6. Regenerative medicine technology: on-a-chip applications for disease modeling, drug discovery and personalized medicine / Atala, Anthony; Murphy, Sean V // CRC Press, 2017. - 459 p. ISBN: 978-1-4987-1191-3
7. Application of the Finite Element Method in Implant Dentistry / Jianping Geng, Weiqi Yan, Wei Xu // Zhejiang University Press, 2008. - p. 148 ISBN 978-7-308-05510-9
8. Handbook of Intelligent Scaffolds for Tissue Engineering and Regenerative Medicine, Second Edition / Gilson Khang // Pan Stanford Publishing Pte, 2017. - 1480 p.

6.2. Допоміжна література

10. Advanced materials for Joint implants / Giuseppe Pezzotti / CRC PRESS, 2013, p.622
11. Biomaterials and Medical Devices. A Perspective from an Emerging Country / Ferdiansyah Mahyudin, Hendra Hermawan // Springer, 2016, 248 p.
12. Applications of Computational Tools in Biosciences and Medical Engineering / Andreas Öchsner, Holm Altenbach // Springer, 2015, 216 p.
13. Advances in Polymer Science / Springer, 2007, 242 p.
14. Implantable sensor systems for medical applications / Andreas Inmann, Diana Hodgins // Woodhead Publishing Limited, 2013, 528 p.
15. Developments in tissue engineered and regenerative medicine products. A practical approach / Joydeep Basu, John W. Ludlow // Woodhead Publishing Limited, 2012, 226 p.

16. Implantable Neural Prostheses 1. Devices and Applications / David D. Zhou, Elias Greenbaum // Springer, 2009, 390p.
17. Implantable Neural Prostheses 2. Techniques and Engineering Approaches / David D. Zhou, Elias Greenbaum // Springer, 2010, 386 p.
18. Toward Replacement Parts for the Brain. Implantable Biomimetic Electronics as Neural Prostheses / Theodore W. Berger, Dennis L. Glanzman // Massachusetts Institute of Technology, 2005, 418 p.
19. Neural prostheses for restoration of sensory and motor function / John K. Chapin, Karen A. Moxon // CRC PRESS, 2000, 292 p.