

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ
Кафедра комп'ютерних інформаційних технологій



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Затверджено
Вченою радою факультету автоматизації
машинобудування й інформаційних
технологій, протокол № 9 від 24.06.2019 р.
Голова Вченої ради факультету:
С.В. Подлесний,

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
**«Регенеративна інженерія та проектування оптимальних
конструкцій»**

WORKING PROGRAM
of discipline
«Regenerative engineering and design of optimal structures»

рівень вищої освіти	другий (магістр)
спеціальність	122 Комп'ютерні науки
назва освітньої програми	Комп'ютерні науки в техніці, бізнесі та медицині (магістри 1 рік, 4 місяці)
статус	обов'язкова

Розроблено за підтримки міжнародного проекту «Erasmus+» BioArt «Інноваційна мультидисциплінарна навчальна програма для підготовки бакалаврів та магістрів зі штучних імплантів для біоінженерії» (586114-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SVHE-JP).

Підтримка Європейською комісією цієї програми не означає схвалення змісту, який відображає лише думки авторів, і Комісія не може нести відповідальність за будь-яке використання інформації, що міститься в ній.

Краматорськ
ДДМА
2019

Робоча програма навчальної дисципліни «Регенеративна інженерія та проектування оптимальних конструкцій» для підготовки фахівців за другим (магістерським) 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, ст. викл.

Погоджено з групою забезпечення освітньої програми:

Керівник групи забезпечення:

_____ П.І. Сагайда, д-р техн. наук, доцент

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних інформаційних технологій, 18.06.2019, прот. № 11

Завідувач кафедри:

_____ О.Ф. Тарасов, д-р техн. наук, професор

Розроблено за підтримки міжнародного проєкту «Erasmus+» BioArt «Інноваційна мультидисциплінарна навчальна програма для підготовки бакалаврів та магістрів зі штучних імплантів для біоінженерії» (586114-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SVHE-JP).

Підтримка Європейською комісією цієї програми не означає схвалення змісту, який відображає лише думки авторів, і Комісія не може нести відповідальність за будь-яке використання інформації, що міститься в ній.

І ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

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

У даній дисципліні основна увага приділяється принципам проектування імплантатів для наукових, промислових та медичних застосувань, використовуючи сучасні біосумісні матеріали в регенеративній медицині, обранню відповідних медичних імплантатів для кожного окремого випадку, проведенню аналізу результатів моделювання поведінки імплантів під навантаженням, виконанню оптимізації конструкції імплантів, підготовки тривимірної моделі імпланту для виготовлення технологіями 3D-друку та фрезеруванням на станку ЧПУ, дослідження механічних властивостей матеріалів, що використовуються при виготовленні медичних імплантів в прикладних системах різного призначення, в тому числі в технічних, організаційних системах та в галузі медицини.

Дисципліна направлена на вироблення у студентів теоретичних і практичних навичок роботи з технологіями регенеративної медицини, проектування біомедичного обладнання та імплантатів з використанням можливостей спеціалізованих програмних комплексів.

1.2. Мета дисципліни: формування когнітивних, афективних та моторних компетентностей в сфері вивчення і пояснення комплексу базових понять і знань з регенеративної інженерії та проектування оптимальних конструкцій, проектування імплантатів використовуючи системи автоматизованого проектування, мати навички комп'ютерного моделювання біомедичного обладнання та імплантатів, відповідно до індивідуальних анатомічних особливостей людини, в системах різного призначення: технічних, організаційних, медичних системах.

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;
- ознайомлення з основними принципами відновлення втрачених функцій людини;
- розглядання напрямків регенеративної медицини;
- отримання навичок вибору технологій відновлення втрачених можливостей організму людини;
- формування вмінь і навичок з використання засобів проектування та моделювання біомедичного обладнання та імплантів.

В результаті освоєння даної дисципліни студент повинен отримати знання, вміння та навички, що відповідають складовим наступних загальних компетентностей:

- вміння самостійно виявляти, ставити та вирішувати задачі, розробляти та реалізовувати проекти, включаючи власні дослідження;

та наступних спеціальних (фахових) компетентностей:

- здатність застосовувати методи дослідження операцій і математичного програмування при моделюванні та проектуванні складних комп'ютеризованих технічних систем;

- здатність моделювати механічні об'єкти і забезпечувати підтримку проектування виробів різного призначення з використанням сучасних інформаційних технологій проектування оптимальних конструкцій і моделювання в системах різного призначення (в технічних, організаційних, медичних системах).

Програмні результати навчання за даною дисципліною наступні. Студент повинен отримати відповідні компетентності, щоб на майбутньому робочому місці:

- виконувати моделювання та дослідження технічних, організаційно-технічних систем, виробів та систем медичного призначення; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно- та багатокритеріальних оптимізаційних задач нелінійного програмування;

- застосовувати інформаційні технології проектування для розробки оптимальних конструкцій та моделювання поведінки механічних та біомеханічних об'єктів, автоматизованого проектування виробів різного призначення, а також використання технологій віртуальної реальності для завдань моделювання і навчання в прикладних системах різного призначення, в тому числі в технічних, організаційних системах та в галузі 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:

- денна 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: SolidWorks, SIMULIA Academic Research Suite.

II ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен продемонструвати достатній рівень сформованості наступних програмних результатів навчання. В узагальненому вигляді їх можна навести наступним чином. Після вивчення даної дисципліни студент повинен бути здатним:

- виконувати моделювання та дослідження технічних, організаційно-технічних систем, виробів та систем медичного призначення; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно– та багатокритеріальних оптимізаційних задач нелінійного програмування у різних сферах діяльності (в техніці, бізнесі та медицині);

- застосовувати інформаційні технології проектування для розробки оптимальних конструкцій та моделювання поведінки механічних та біомеханічних об'єктів, автоматизованого проектування виробів різного призначення, а також використання технологій віртуальної реальності для завдань моделювання і навчання в прикладних системах різного призначення, в тому числі в технічних, організаційних системах та в галузі медицини.

Тема	Зміст програмних результатів навчання
1	<p><i>У когнітивній сфері:</i> демонструвати розуміння базових понять регенеративної медицини; демонструвати знання сфери застосування та основної термінології регенеративної медицини; демонструвати знання щодо використання функціональних біоматеріалів для регенеративної медицини.</p> <p><i>в афективній сфері:</i> критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, аргументувати обрані функціональні біоматеріали для регенеративної медицини на основі теоретичного матеріалу.</p> <p><i>у психомоторній сфері:</i> студент здатний оформити роботу по дослідженню предметної області та вибору функціональних біоматеріалів для регенеративної медицини.</p>
2	<p><i>У когнітивній сфері:</i> пояснити принципи проектування зубних імплантів. демонструвати розуміння процесу та етапів проектування зубних імплантів.</p> <p><i>в афективній сфері:</i> критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, аргументувати на основі теоретичного матеріалу та застосовувати вивчені методи проектування зубних імплантів.</p> <p><i>у психомоторній сфері:</i> студент здатний оформити роботу по проектуванню зубних імплантів для заданої предметної області.</p>
3	<p><i>У когнітивній сфері:</i> пояснити принципи проектування ортопедичних імплантів. демонструвати розуміння процесу та етапів проектування ортопедичних імплантів.</p> <p><i>в афективній сфері:</i> критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, аргументувати на основі теоретичного матеріалу та застосовувати</p>

	<p>вивчені методи проектування ортопедичних імплантів. <i>у психомоторній сфері:</i> студент здатний оформити роботу по проектуванню ортопедичних імплантів для заданої предметної області.</p>
4	<p><i>У когнітивній сфері:</i> студент здатний</p> <ul style="list-style-type: none"> • продемонструвати знання сучасних технологій механічного проектування для біомеханічної техніки; • продемонструвати знання засобів проектування для біомеханічної техніки; <p><i>в афективній сфері</i> студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> • критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, аргументувати на основі теоретичного матеріалу варіанти проектування для біомеханічної техніки; <p><i>у психомоторній сфері:</i> студент здатний оформити роботу з дослідження предметних областей проектування для біомеханічної техніки.</p>
5	<p><i>У когнітивній сфері:</i> студент здатний</p> <ul style="list-style-type: none"> • продемонструвати знання принципів моделювання скінченими елементами у різних сферах діяльності (в техніці, бізнесі та медицині); • продемонструвати розуміння основ побудови скінчено-елементної моделі для взаємодії біомеханічної системи; <p><i>в афективній сфері</i> студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> • критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, аргументувати на основі теоретичного матеріалу обрані програмні засоби, технології та методики побудови скінчено-елементної моделі для взаємодії біомеханічної системи; <p><i>у психомоторній сфері:</i> студент здатний оформити роботу по реалізації скінчено-елементної моделі для взаємодії біомеханічної системи</p>
6	<p><i>У когнітивній сфері:</i> студент здатний</p> <ul style="list-style-type: none"> • продемонструвати знання принципів структурної та параметричної оптимізації в різних предметних галузях (технічного, організаційно-технічного, медичного призначення, тощо); • продемонструвати розуміння засобів структурної та параметричної оптимізації; <p><i>в афективній сфері</i> студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> • критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, аргументувати на основі теоретичного матеріалу обрані програмні засоби, методики підготовки моделі ортопедичного імпланту для структурної оптимізації; <p><i>у психомоторній сфері:</i> студент здатний оформити роботу з підготовки моделі ортопедичного імпланту для структурної оптимізації.</p>
7	<p><i>У когнітивній сфері:</i> студент здатний</p> <ul style="list-style-type: none"> • продемонструвати знання принципів фізичного прототипування в різних

	<p>предметних галузях (технічного, організаційно-технічного, медичного призначення, тощо);</p> <ul style="list-style-type: none"> • продемонструвати знання принципів операції обробки виробів - фрезерування; • продемонструвати розуміння обробки виробів з використанням обладнання з числовим програмним управлінням (CNC); • продемонструвати розуміння механізму перетворення моделі в коди для обладнання ЧПУ; <p><i>в афективній сфері</i> студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> • критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, аргументувати на основі теоретичного матеріалу обрані програмні засоби, технології та методики перетворення моделі в коди для обладнання ЧПУ; <p><i>у психомоторній сфері:</i> студент здатний оформити роботу з перетворення моделі в коди для обладнання ЧПУ.</p>
8	<p><i>У когнітивній сфері:</i> студент здатний</p> <ul style="list-style-type: none"> • продемонструвати знання 3D методів біодруку в регенеративній медицині; • продемонструвати розуміння 3D-друку для ортопедичних імплантів; <p><i>в афективній сфері</i> студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> • критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, аргументувати на основі теоретичного матеріалу обрані програмні засоби, технології та методики підготовки моделі ортопедичного імпланту для виготовлення з використанням 3D-друку; <p><i>у психомоторній сфері:</i> студент здатний оформити роботу з підготовки моделі ортопедичного імпланту для виготовлення з використанням 3D-друку</p>

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
Змістовий модуль 1 Регенеративна медицина та біотехнологія в ортопедії					
1	Огляд регенеративної медицини. Сфера застосування та основна термінологія. Функціональні біоматеріали для регенеративної медицини. Останні тенденції розумних біоматеріалів для регенеративної медицини.	17/18	3/1	2	12/17
2	Модальності зубних імплантів: протези, субперіостеальні, ендостеальні; Тип леза, форма кореня, упаковка та підготовка зубних імплантів. Серцеві імпланти,	18/18	2/1	4	12/17

	Офтальмологічні імпланти, Склоподібні імпланти.					
3	Кістки та суглоби: Побудова та функції скелета, типи суглобів та їх порушення. Ортопедичні імпланти: прилади для тимчасової фіксації, загоєння переломів, відновлення зв'язок, реконструкція суглобів 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. Проектування та моделювання виробів за допомогою інтегрованого програмного забезпечення CAD/CAE/CAM в системах різного призначення, в тому числі в технічних, організаційних системах та в галузі медицини.	18/20	2/1		4/2	12/17
5	Моделювання скінченими елементами. Топологічний підхід до декомпозиції. Підходи до розкладання геометрії. Підхід на основі сітки. Поліпшення якості сітки. Основи біомеханіки зубних імплантів. Взаємодія між кісткою та імплантом. Властивості матеріалу. Граничні умови.	18/18	2/1		4	12/17
6	Методи структурної та параметричної оптимізації. Програмне забезпечення для оптимізації біомеханічних систем . Tosca.	20/18	2/1		6	12/17
7	Фізичне прототипування в системах різного призначення, в тому числі в технічних, організаційних системах та в галузі медицини. Механічна обробка з ЧПУ. Обробка обладнанням з числовим програмним управлінням (CNC) для виготовлення функціональної деталі. Перетворення в коди з ЧПУ (M-коди та G-коди) для виготовлення функціональних деталей.	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 імплантів.	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 САЕ-системі ABAQUS
7	Лабораторна робота №7. Моделювання поведінки стоматологічних імплантів під навантаженням у САЕ-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-лицевій ділянці?	Самостійна індивідуальна робота
5	Які технології відновлення	Самостійна індивідуальна робота

	використовують при хворобах очей?	
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	Max 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	Max балів	Характеристика критеріїв досягнення результатів навчання для отримання максимальної кількості балів
1	Тестова контрольна робота, яка виконується студентом	40	Студент виконав тестові завдання, що відповідають програмним результатам

	індивідуально в системі Moodle		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
<p>Когнітивні:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 імплантів; 	75-89% - студент припускається помилок у описі технологій розподілених систем, недостатньо повно визначає призначення засобів створення біомедичного обладнання та імплантів 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 імплантів
	менше 55% - студент не може обґрунтувати свою позицію посиланням на конкретну технологію регенеративної медицини, не володіє методикою проектування біомедичного обладнання та імплантів, не може самостійно підібрати необхідні біомедичні матеріали; не має уяви про основні можливості регенеративної медицини
<p>Афективні:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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: <ul style="list-style-type: none"> студент здатний самостійно працювати, розробляти варіанти рішень, звітувати про них; студент здатний слідувати методичним підходам у проектуванні біомедичного обладнання та імплантів; студент здатний контролювати результати власних зусиль та коригувати ці зусилля 	75-89% - студент припускається певних помилок у стандартних методичних підходах та відчуває ускладнення при їх модифікації за зміни вихідних 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	<ul style="list-style-type: none"> опитування за термінологічним матеріалом, що відповідає темі роботи; оцінювання аргументованості звіту про розбір ситуаційних завдань; оцінювання активності участі у дискусіях
	Індивідуальне завдання	<ul style="list-style-type: none"> письмовий звіт про виконання індивідуального завдання; оцінювання самостійності та якості виконання завдання в ході звіту-захисту та співбесіди
	Модульні контрольні роботи	<ul style="list-style-type: none"> стандартизовані тести; аналітично-розрахункові завдання;
	Підсумковий контроль	<ul style="list-style-type: none"> стандартизовані тести; аналітично-розрахункові завдання;

VI РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

6.1. Основна література

1. Галузевий стандарт вищої освіти України з напрямку підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки»: Збірник нормативних документів вищої освіти. – К.: Видавнича група ВНУ, 2011. – 85 с.
2. 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

3. Биология стволовых клеток и клеточные технологии. Том 1 / Под ред. М. А. Пальцева.— М.: ОАО «Издательство «Медицина», издательство «Шико», 2009. — 272 с.
4. Бегун П.И. Биомеханическое моделирование объектов протезирования. - СПб.: Политехника, 2011. - 464 с. ISBN 978-5-7325-0914-4
5. Principles of Regenerative Medicine / Anthony Atala, Robert Lanza, Robert Nerem, James A. Thomson // Academic Press, 2008. - 1473 p.
6. Translational Regenerative Medicine / Anthony Atala, Julie Allickson // Academic Press, 2014. - 606 p. ISBN: 9780124103962
7. 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
8. 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
9. 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.
20. Методичні рекомендації до підготовки та захисту кваліфікаційної роботи магістра для студентів закладів вищої освіти, що навчаються за освітніми програмами «Комп'ютерні науки» і «Комп'ютерні науки в техніці, бізнесі та медицині» / О. Ф. Тарасов, П. І. Сагайда, Л. В. Васильєва, І. А. Гетьман, І. І. Сташкевич. – Краматорськ : ДДМА, 2019. – 58 с.

6.3. Web-ресурси