

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

Національний університет «Запорізька політехніка»

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра **«Радіотехніка та телекомунікації»**

(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор
Прушківський В.Г.

2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ППВ 02 Системи автоматизованого проектування
біомедичних апаратів та конструкцій**

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Телемедичні та біомедичні системи
(назва освітньої програми (спеціалізації))

інститут Інформатики та радіоелектроніки
(найменування інституту)

факультет Радіоелектроніки та телекомунікацій
(найменування факультету)

мова навчання Українська

2020 рік

Робоча програма з дисципліни «**Системи автоматизованого проектування біомедичних апаратів та конструкцій**» для студентів

спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»,

освітня програма (спеціалізація) «Телемедичні та біомедичні системи»
(назва освітньої програми (спеціалізації))

« 28 » лютого , 2020 року – 11 с.

Розробники: **Пархоменко Анжеліка Володимирівна**, доцент кафедри Програмних засобів, к.т.н., доцент;
Гладкова Ольга Миколаївна, доцент кафедри Радіотехніки та телекомунікацій, к.т.н.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри Радіотехніки та телекомунікацій

Протокол від « 21 » лютого 2020 року № 7

Завідувач кафедри Радіотехніки та телекомунікацій
(найменування кафедри)

« 24 » лютого 2020 року  (Морщавка С.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією факультету РЕТ за спеціальністю **172 «Телекомунікації та радіотехніка»**

Протокол від « 27 » лютого 2020 року № 6

« 28 » лютого 2020 року Голова  (Кабак В.С.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

_____ 2020 рік

1 Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації	вибіркова	
Модулів – 2	Спеціальність, освітня програма 172 Телекомунікації та радіотехніка ОПП «Телемедичні та біомедичні системи»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання –		Семестр	
Загальна кількість годин – 150		2-й	2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 6	Освітній ступінь: Другий (магістерський)	Лекції	
		30 год.	6 год.
		Практичні, семінарські	
		Лабораторні	
		30 год.	6 год.
		Самостійна робота	
		90 год.	138 год.
Індивідуальні завдання: 90 год.			
Вид контролю: іспит			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 60/90;

для заочної форми навчання – 12/138.

2 Мета навчальної дисципліни

Мета: дослідження, розробка та практичне застосування сучасних технологій комп'ютерного проектування біомедичних апаратів та конструкцій.

Завдання:

- знати методологію та сучасні технології комп'ютерного проектування біомедичних апаратів та конструкцій;

- знати структурні та функціональні особливості сучасних CAD/CAM/CAE-систем;

- вміти використовувати сучасні технології віртуального та фізичного прототипування при проектуванні біомедичних апаратів та конструкцій.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати

загальні компетентності:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

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

ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК5. Здатність розробляти проекти та управляти ними.

ЗК6. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК7. Здатність до критичного аналізу, оцінки і синтезу нових та складних ідей, прийняття обґрунтованих рішень.

ЗК8. Здатність вільно володіти державною та спілкуватися іноземною мовами.

ЗК10. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК11. Здатність працювати як автономно, так і в команді.

фахові компетентності:

СК3. Здатність обґрунтовано обирати та ефективно застосовувати математичні методи, комп'ютерні технології моделювання, а також методи оптимізації телекомунікаційних і радіо-технічних телемедичних та біомедичних систем і пристроїв.

СК8. Здатність демонструвати і використовувати знання сучасних комп'ютерних та інформаційних технологій та інструментів інженерних і наукових досліджень, розрахунків, обробки та аналізу даних, моделювання та оптимізації.

СКС3. Здатність розробки нових та ефективного використання існуючих технологій прототипування та проектування біомедичних апаратів та конструкцій.

очікувані програмні результати навчання:

РН1. Вміти організувати власну професійну, науково-дослідницьку та інноваційну діяльність на основі принципів системного підходу та методології наукових досліджень.

РН4. Знати як здійснювати пошук інформації у науково-технічній та довідковій літературі, патентах, базах даних, інших джерелах, аналізувати і оцінювати цю інформацію. Вміти виявляти актуальні науково-прикладні задачі, здійснювати їх теоретичний аналіз, пропонувати та обґрунтовувати підходи та методи їх вирішення, здійснювати техніко-економічне обґрунтування та формулювати конкретні цілі дослідження.

РН14. Знати та практично застосувати сучасні методи та моделі розробки біомедичних апаратів та конструкцій на основі сучасних CAD/CAM/CAE-систем.

3 Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРОБКИ БІОМЕДИЧНИХ АПАРАТІВ ТА КОНСТРУКЦІЙ

Тема 1. Задачі та проблеми застосування програмних інструментів для реалізації етапів життєвого циклу біомедичних апаратів та конструкцій.

Тема 2. Сучасний стан та перспективи розвитку CAD/CAM/CAE – систем. Нові напрямки в проєктуванні.

Тема 3. Системи геометричного моделювання. Твердотільне моделювання. Моделювання складань.

Змістовий модуль 2. АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЄКТУВАННЯ БІОМЕДИЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА БАЗІ МЕХАНІЧНИХ САПР (MCAD).

Тема 1. Структура та функціональні можливості системи Creo.

Тема 2. Розробка та дослідження 3D віртуальних прототипів біомедичних конструкцій.

Змістовий модуль 3. АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЄКТУВАННЯ БІОМЕДИЧНИХ АПАРАТІВ НА БАЗІ ЕЛЕКТРОННИХ САПР (ECAD).

Тема 1. Структура та функціональні можливості системи Altium Designer

Тема 2. Розробка та дослідження технологій проєктування електронних схем та друкованих плат для біомедичних апаратів.

Змістовий модуль 4. ПЕРЕДОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ШВИДКОГО ПРОТОТИПУВАННЯ БІОМЕДИЧНИХ АПАРАТІВ ТА КОНСТРУКЦІЙ

Тема 1 Класифікація технологій прототипування. Віртуальне та фізичне прототипування.

Тема 2. Технології 3D-друку та 3D-сканування. Апаратне та програмне забезпечення.

Тема 3. Особливості прототипування роботизованих протезів верхніх кінцівок людини.

4 Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лк	пр	лаб	інд	с.р.		лк	пр	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРОБКИ БІОМЕДИЧНИХ АПАРАТІВ ТА КОНСТРУКЦІЙ												
Тема 1. Задачі та проблеми застосування програмних інструментів для реалізації етапів життєвого циклу біомедичних апаратів та конструкцій.	6	2				4	6	1				5
Тема 2. Сучасний стан та перспективи розвитку CAD/CAM/CAE – систем. Нові напрямки в проектуванні.	10	4				6	10	1				9
Тема 3. Системи геометричного моделювання. Твердотільне моделювання. Моделювання складань.	14	6				8	14	0,5				13,5
Разом за змістовим модулем 1	30	12				18	30	2,5				27,5
Змістовий модуль 2. АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЄКТУВАННЯ БІОМЕДИЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА БАЗІ МЕХАНІЧНИХ САПР (МСAD).												
Тема 1. Структура та функціональні можливості системи Creo.	8	2		2		4	8	0,5		0,5		7
Тема 2. Розробка та дослідження 3D віртуальних прототипів біомедичних конструкцій.	37	2		18		17	37	0,5		3,5		33
Разом за змістовим модулем 2	45	4		20		21	45	1,0		4,0		40
Усього годин М1	75	16		20		39	75	3,5		4,0		67,5
Модуль 2												
Змістовий модуль 3. АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЄКТУВАННЯ БІОМЕДИЧНИХ АПАРАТІВ НА БАЗІ ЕЛЕКТРОННИХ САПР (ЕСAD)												
Тема 1. Структура та функціональні можливості Altium Designer	4	2				2	4	0,5				3,5
Тема 2. Розробка та дослідження технологій проектування електронних схем та друкованих плат для біомедичних апаратів.	26	2				24	26	0,5				25,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Разом за змістовим модулем 3	30	4				26	30	1,0				29
Змістовий модуль 4. ПЕРЕДОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ШВИДКОГО ПРОТОТИПУВАННЯ БІОМЕДИЧНИХ АПАРАТІВ ТА КОНСТРУКЦІЙ												
Тема 1. Класифікація технологій прототипування. Віртуальне та фізичне прототипування.	11	4				7	11	0,5				10,5
Тема 2. Технології 3D-друку та 3D-сканування. Апаратне та програмне забезпечення.	24	4		10		10	24	0,5		2		21,5
Тема 3. Особливості прототипування роботизованих протезів верхніх кінцівок людини.	10	2				8	10	0,5				9,5
Разом за змістовим модулем 4.	45	10		10		25	45	1,5		2		41,5
Усього годин М2	75	14		10		51	75	2,5		2		70,5
Разом з дисципліни	150	30		30		90	150	6		6		138

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Лабораторна робота №1. Знайомство з інтерфейсом Creo Parametric	4
2	Лабораторна робота № 2. Створення 3D-моделі пальця кіберфізичної руки	4
3	Лабораторна робота № 3. Побудова 3D-моделі основної частини кисті руки	4
4	Лабораторна робота № 4. Проектування 3D-моделі п'ясті великого пальця	4
5	Лабораторна робота № 5. Створення кресленника пальця та складання повної 3D-моделі кисті	4
6	Лабораторна робота № 6. Розробка цифрового прототипу кінцівки людини з використанням технології 3D-сканування	4
7	Лабораторна робота № 7. Розробка фізичного прототипу роботизованого протезу кінцівки людини з використанням технології 3D-принтингу	6
	Усього	30

6. Самостійна робота

Повторення матеріалу, засвоєного на лекціях, самостійне опанування частини теоретичного та практичного матеріалу, робота з контрольними запитаннями та джерелами інформації, підготовка до лабораторних робіт – 90 год., в т.ч. 1-ий змістовий модуль – 18 год., 2-й – 21 год., 3-ій - 26 год., 4-ий – 25 год.

Тематику самостійної роботи до змістового модулю 2 наведено в табл. 6.1

Таблиця 6.1

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Робота з моделями. Типи файлів. Діалогові вікна. Менеджер меню. Робота з декількома моделями.	2
2	Створення макрокоманд. Створення макросів в Creo Parametric. Способи виклику макросів. Приклад створення макросу. Виконання макросу.	3
4	Побудова тонколистових деталей. Приклад побудови монтажного кута.	3
5	Створення складання. Способи сполучення компонентів складання. Перегляд і редагування параметрів компонентів складання	3
6.	Побудова моделі імплантату для хребта людини.	4
	Усього	15

Тематику самостійної роботи до змістового модулю 3 наведено в табл. 6.2.

Таблиця 6.2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Знайомство з інтерфейсом системи автоматизованого проектування радіоелектронних засобів Altium Designer	2
2	Створення бібліотеки елементів	2
3	Створення електричної схеми	2
4	Створення друкованої плати	4
5	Встановлення правил проектування	4
6	Моделювання роботи схеми	4
7	Створення інтегрованої бібліотеки	4
8	Створення переліку елементів (Bill of Materials). Друк принципової схеми. Друк друкованої плати.	4
	Усього	26

7. Методи навчання

Організаційні форми навчання: лекційні заняття, лабораторні заняття, самостійна робота студентів.

Основні методи активного навчання: розповідь, бесіда, дискусія, діалог, доповідь, презентація.

8. Очікувані результати навчання з дисципліни

PH1. Вміти організувати власну професійну, науково-дослідницьку та інноваційну діяльність на основі принципів системного підходу та методології наукових досліджень.

PH4. Знати як здійснювати пошук інформації у науково-технічній та довідковій літературі, патентах, базах даних, інших джерелах, аналізувати і оцінювати цю інформацію. Вміти виявляти актуальні науково-прикладні задачі, здійснювати їх теоретичний аналіз, пропонувати та обґрунтовувати підходи та методи їх вирішення, здійснювати техніко-економічне обґрунтування та формулювати конкретні цілі дослідження.

PH14. Знати та практично застосувати сучасні методи та моделі розробки біомедичних апаратів та конструкцій на основі сучасних CAD/CAM/CAE-систем.

9. Засоби оцінювання

Усний контроль у вигляді індивідуального опитування на лабораторних роботах. Письмовий контроль у вигляді самостійних письмових робіт. Комп'ютерний контроль у вигляді тестування.

10. Критерії оцінювання

Поточне тестування та самостійна робота										Підсумковий тест (екзамен) 20	Сума 100
ЗМ 1			ЗМ 2		ЗМ 3		ЗМ 4				
T1	T2	T3	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T3		
5	5	5	10	20	5	10	5	10	5		

T1, T2 ... – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D		
60-69	E	задовільно	не зараховано з можливістю повторного складання
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «САПР біомедичних апаратів та конструкцій» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» освітньої програми «Телемедичні та біомедичні системи» усіх форм навчання / Укл.: А.В. Пархоменко, О.М. Гладкова. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 62 с.

2. Методичні вказівки до самостійної роботи «Дослідження та практичне використання системи CREO» з дисципліни «САПР біомедичних апаратів та конструкцій» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» освітньої програми «Телемедичні та біомедичні системи» усіх форм навчання. / Укл.: А.В. Пархоменко, О.М. Гладкова. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 56 с.

3. Методичні вказівки до самостійної роботи «Дослідження та практичне використання системи Altium Designer» з дисципліни «САПР біомедичних апаратів та конструкцій» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» освітньої програми «Телемедичні та біомедичні системи» усіх форм навчання. Частина 1 / Укл.: А.В. Пархоменко, О.М. Гладкова. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 43 с.

4. Методичні вказівки до самостійної роботи «Дослідження та практичне використання системи Altium Designer» з дисципліни «САПР біомедичних апаратів та

конструкцій» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» освітньої програми «Телемедичні та біомедичні системи» усіх форм навчання. Частина 1 / Укл.: А.В. Пархоменко, О.М. Гладкова. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 43 с.

5. Методичні вказівки до самостійної роботи «Дослідження та практичне використання системи Altium Designer» з дисципліни «САПР біомедичних апаратів та конструкцій» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» освітньої програми «Телемедичні та біомедичні системи» усіх форм навчання. Частина 1 / Укл.: А.В. Пархоменко, О.М. Гладкова. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 35 с.

12. Рекомендована література

Базова

1. Пархоменко, А.В. Автоматизоване проектування електронних засобів в середовищах Creo та Altium Designer: навчальний посібник, 2-ге вид. / А.В.Пархоменко, А.В.Пругула, В.М.Кришук.– Запоріжжя: Дике поле, 2016. - 250с. (<http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/1968>)

2. Інженерія вбудованих систем: навчальний посібник./ Пархоменко А.В., Гладкова О.М., Залюбовський Я.І., Пархоменко А.В. – Запоріжжя: Дике Поле, 2017. – 220 с. (<http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/1969>)

Допоміжна

3. Gopinath, Chintala. Trends in CAD/CAM/ To Capture Global Markets. - LAP Lambert Academic, 2011. – 208 pp.

4. Miltiadis, A. Boboulos. CAD-CAM & Rapid Prototyping Application Evaluation. -Ventus Publishing ApS, 2003. - 174 pp.

5. Shih, Randy H. Parametric Modeling with Creo Parametric 1.0 / Randy H.Shih. – SDC Publisher: Stepher Schroff, 2011. - 432 pp.

6. Кунву, Ли. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / Кунву Ли. – СПб.: Питер, 2004. – 560 с.: ил.

7. Малюх, В.Н. Введение в современные САПР : курс лекций / В.Н. Малюх. - М. : ДМК Пресс, 2010. – 192 с. : ил.

8. Тимченко А.А. Основы системного проектирования та системного аналізу складних об'єктів: Основы САПР та системного проектування складних об'єктів: Підручник/ За ред.В.І. Бикова.- К.: Либідь, 2003.- 272с.

9. Сабунин, А. Е. Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств / А. Е. Сабунин. – М.: Солон-Пресс, 2009. - 432 с.

10. Суходольский, В. Ю. Altium Designer. Проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах / В. Ю Суходольский. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. - 480 с.

11. Большаков, В.П. 3-D моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, Solid Works, Inventor, T-Flex / В.П. Большаков, А.Л. Бочков, А.А. Сергеев. - СПб.: Питер, 2010.-336 с.

12. Алексеев, О.В. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств: учеб. пособие для вузов / О.В. Алексеев, А.А. Головкин, И.Ю. Чавка, Г.Г. Пивоваров и др.; под. ред О.В. Алексеева. – М.: Высшая школа, 2000. - 480с.

13. Стешенко, В.Б. EDA. Практика автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств / В.Б. Стешенко. - М.: Нолидж, 2002. - 768 с.

14. Мироненко, И.Г. Автоматизированное проектирование узлов и блоков РЭС средствами современных САПР: учеб. для вузов / И.Г. Мироненко, В.Ю. Суходольский, К.К. Холуянов; под ред. И.Г. Мироненко. – М.: Высшая школа., 2002. – 391с.: ил.

13. Інформаційні ресурси

1. Creo [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mathcad.com.ua/news.php?name=news-10-11-2013>
2. Altium Designer [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.altium.com/solutions/academic-programs/student-licenses>,
<https://www.altium.com/solutions/academic-programs/education-programs>
<http://www.altium.com/altium-designer/overview>
3. Программное обеспечение для 3D-моделирования Creo [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ptc.com/ru/products/creo/parametric>
4. 3D сканування об'єктів. [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <https://koloro.ua/3d-skaner-3d-skanirovanie-obektov-i-trehmerno-modelirovanie.html>
5. Gotcha [Ел. ресурс]. – Режим доступу: [http://www.4ddynamics.com/](https://www.4ddynamics.com/)
6. Skanect. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://skanect.occipital.com>
7. 3D-принтеры в медицине. Настоящее и будущее [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <http://medicena.ru/blogpost/3d-printeryi-v-meditsine-ih-nastoyashhee-i-budushhee/>
8. 10 правил подготовки к 3D печати. [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <https://habr.com/post/196182/>
9. 3D Printer [Ел. ресурс]. – Режим доступу: http://techterms.Com/definition/3d_printer.
10. Additive Manufacturing vs. 3D Printing [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ge.com/additive/additive-manufacturing/information/3d-printing>.
11. Классификация 3D принтеров (7 технологий 3D печати) [Ел. ресурс]/. – Режим доступу: <http://geektimes.ru/post/208906/>
12. 3D printer Leapfrog Creatr HS [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.lpfrg.com/product-groups/printers/>
13. Unofficial Documentation for Simplify3D. [Ел. ресурс]- Режим доступу: <https://jinschoi.github.io/simplify3d-docs>
14. J. T. Belter, J. L. Segil, A. M. Dollar, R. F. Weir. Mechanical design and performance specifications of anthropomorphic prosthetic hands: A review. [El. resource] – <https://www.rehab.research.va.gov/jour/2013/505/page599.html>
15. Bionic Athletes With Exoskeletons, Robotic Limbs, and Brain-Control Devices to Compete in Cybathlon [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <https://singularityhub.com/2014/04/23/bionic-athletes-with-exoskeletons-robotic-limbs-and-brain-control-devices-to-compete-in-2016-cybathlon>
16. Прорыв у біоінженерії [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <http://hi-news.ru/technology/proryv-v-bioinzhenerii-sozdany-podsoznatelno-upravlyaemye-protezy-nizhnix-konechnostej.html>