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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор з науково-педагогічної роботи по організації навчального процесу та його науково-методичного забезпечення

_____ Васілевський О. М.

"17" 05 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.30 Електроніка. Частина 4. Цифрова схемотехніка

(шифр і назва навчальної дисципліни)

підготовки бакалавра
(назва рівня вищої освіти)
галузь знань 16 – Хімічна та біоінженерія
(шифр і найменування галузі знань)
спеціальність 163 – Біомедична інженерія
(код і найменування спеціальності)
освітня програма Біомедична інженерія

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

Розроблено в рамках проекту "Erasmus+ (CBHE) BioArt "Інноваційна мультидисциплінарна освітня програма зі штучних імплантів для біоінженерії для бакалаврів та магістрів"

Developed in the frame of project "Erasmus+ (CBHE) BioArt "Innovative Multidisciplinary Curriculum in Artificial Implants for Bio-Engineering BSc / MSc Degrees" (586114-EPP- 1-2017- 1-ES- EPPKA2-CBHE- JP).

Вінниця – 2020 рік

Робоча програма навчальної дисципліни
«Електроніка. Частина 4. Цифрова схемотехніка»
для здобувачів освітнього ступеня бакалавра
галузі знань 16 – Хімічна та біоінженерія
спеціальності 163 – Біомедична інженерія

освітня програма Біомедична інженерія, 2020. – 16 с.

Розробники:
Гаврілов Дмитро Володимирович, доцент кафедри БМІ, канд. техн. наук, доцент
Коваль Леонід Григорович, доцент кафедри БМІ, канд. техн. наук, доцент

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри біомедичної інженерії

Протокол від «9» 06 2020 року № 19

Завідувач кафедри _____ доц. Коваль Л. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено Методичною комісією ФІРЕН

Протокол від «10» 06 2020 року № 10

Голова Методичної комісії ФІРЕН_____ проф. Кичак В. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено Методичною радою ВНТУ

Протокол від «17» 09 2020 року № 1

Голова_____ проф. Васілевський О. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

© Д. В. Гаврілов, Л.Г. Коваль
2020 рік.
© ВНТУ, 2020 рік

2. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5,0</td><td>Галузь знань
16 – Хімічна та біоінженерія
(шифр і найменування)</td><td colspan="2">Обов’язкова
Професійна</td></tr>
<tr><td>Модулів – 2</td><td rowspan="6">спеціальність 163 – Біомедична інженерія
освітня програма
Біомедична інженерія</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td>3Б</td><td>3Б</td></tr>
<tr><td>Індивідуальне науково-дослідне завдання (реферати, розрахункові, графічні, розрахунково-графічні роботи, контрольні роботи, що виконуються під час СРС (домашні контрольні роботи), курсові роботи, дипломні проекти (роботи) та Зсн. визначаються робочим навчальним планом чи рішенням кафедри) –</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин – 150</td><td>5Б</td><td>5Б</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 4
самостійної та індивідуальної роботи студента – 4,33</td><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="10">Рівень вищої освіти:
перший (бакалаврський)</td><td>36 год.</td><td>12 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>18 год.</td><td>6 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>18 год.</td><td>7 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Курсова робота</td></tr>
<tr><td>45 год.</td><td>45 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>33 год.</td><td>80 год</td></tr>
<tr><td>Вид контролю:
іспит</td><td>Вид контролю:
іспит</td></tr>
</table>

Примітка.
Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:
для денної форми навчання – 48,0 % / 52,0 %,
для заочної форми навчання – 16,7 % / 83,3 %,

Мови навчання – українська.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліна «Електроніка. Цифрова схемотехніка» базується на знаннях, отриманих студентами при вивченні дисциплін «Фізика», «Електроніка. Основи теорії кіл та сигналів», «Електроніка. Електронні прилади», «Інженерна та комп'ютерна графіка» та «Електроніка. Аналогова схемотехніка». Ця дисципліна безпосередньо пов'язана і передує вивченню дисциплін «Електроніка. Мікропроцесорна техніка» та «Нанотехнології в біології та медицині».

4. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни. Полягає у вивченні фізичних та логічних принципів побудови електронних схем на цифрових елементах та їх використання в медичних апаратах та системах. Вивчення дисципліни «Електроніка Ч4. Цифрова схемотехніка» дає студентам необхідну теоретичну та практичну підготовку для освоєння типових технічних засобів сучасної медичної техніки.

Програмні результати вивчення дисципліни

Згідно з **вимогами освітньо-професійної програми здобувачі освіти в результаті вивчення дисципліни здобувають такі результати.**

ПРН 1. Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, властивості газів і рідин, електроніки, інформатики, отримання та аналізу сигналів і зображень, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.

ПРН 2. Формулювати логічні висновки та обґрунтовані рекомендації щодо оцінки, експлуатації та впровадженні біотехнічних, медико-технічних та біоінженерних засобів і методів.

ПРН 5. Вміти використовувати бази даних, математичне і програмне забезпечення для обробки даних та комп'ютерного моделювання біотехнічних систем.

ПРН 6. Вміти спілкуватися з професіоналами в області охорони здоров'я державною та іноземною (англійською або однією з інших офіційних мов ЄС) мовами та розуміти їхні вимоги до біомедичних продуктів і послуг.

ПРН 7. Здійснювати інженерний супровід, сервісне та інше технічне обслуговування при експлуатації лабораторно-аналітичної техніки, медичних діагностичних і терапевтичних комплексів та систем, а також оформляти типову документацію за видами робіт згідно з Технічним регламентом щодо медичних виробів.

ПРН 10. Вміти планувати, організовувати, направляти і контролювати медико-

технічні та біоінженерні системи і процеси.

ПРН 17. Вміти використовувати системи автоматизованого проектування для розробки технологічної та апаратної схеми медичних приладів та систем.

ПРН 19. Розробляти програмне забезпечення комп'ютерної та мікроконтролерної техніки для обслуговування медичної апаратури та медичних інформаційних систем.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті вивчення дисципліни.

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

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

ЗК3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК10. Навики здійснення безпечної діяльності.

ЗК11. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК12. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина України.

ЗК13. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

ЗК14. Здатність дотримуватись принципів академічної доброчесності під час навчання та в подальшій професійній діяльності.

СК1. Здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів, а також для автоматизованого проектування медичних приладів та систем.

СК3. Здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу, моделювання, проектування та оптимізації медичних приладів і систем.

СК4. Здатність забезпечувати технічні та функціональні характеристики систем і засобів, що використовуються в медицині та біології (при профілактиці, діагностиці, лікуванні та реабілітації).

СК7. Здатність планувати, проектувати, розробляти, встановлювати, експлуатувати, підтримувати, технічно обслуговувати, контролювати і координувати ремонт приладів, обладнання та системи для профілактики, діагностики, лікування і реабілітації, що використовується в лікарнях і науково-дослідних інститутах.

СК10. Здатність застосовувати принципи побудови сучасних автоматизованих

систем управління виробництвом медичних приладів, їх технічне, алгоритмічне, інформаційне і програмне забезпечення.

СК11. Здатність застосовувати інформаційні технології, комп'ютерну, мікроконтролерну техніку та сенсорні системи для розробки та експлуатації медичної апаратури та медичних інформаційних систем.

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у біомедичній інженерії або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів хімічної, біологічної та медичної інженерії, і характеризується комплексністю та невизначеністю умов

Поточний контроль знань здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час виконання і захисту практичних робіт; інших видів самостійної роботи; підсумковий контроль – тестування, колоквіум, опитування, курсова робота, іспит.

На самостійну роботу виноситься вивчення окремих питань курсу та опрацювання проблемних завдань, написання есеїв, розробка презентацій та виголошення доповідей, підготовка до практичних занять, колоквіумів, тестування, написання курсової роботи, іспит, виконання окремих індивідуальних науково-дослідних робіт.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи цифрової схемотехніки.

Тема 1. Вступ. Арифметичні основи ЦП

Завдання і складові частини дисципліни. Літературні джерела та методика вивчення курсу і самостійного виконання завдань, включаючи комп'ютерну частину лабораторних завдань.

Дискретизація і квантування аналогових сигналів, цифрові сигнали. Дискретизація перехідних процесів, підрахунок швидкодії. Складники цифрової техніки: елементи, пристрої, вузли. Два типи ЦП: комбінаційні (ЦКП) і 6сно6ентильног (ЦПП).

Системи числення (СЧ). Перетворення чисел між десятковою, двійковою та шістнадцятковою СЧ, спрощення перетворень між СЧ. Арифметичні коди зображення чисел зі знаком: прямий, обернений і доповняльний. Двоїстість зображення чисел у ЦП. Одиниці кількості цифрової інформації, машинне слово. Двійкова арифметика, алгебричне додавання в двійковій СЧ. Принципи виконання операції множення.

Цифрові коди. Різновиди ДДК. Правила алгебричного додавання в системі ДДК 8421. Циклічний код Ґрея. Завадостійкі коди з виявленням помилок, поняття про коди з виправленням помилок.

Форми зображення чисел з нерухомою і рухомою комою. Особливості двійкової арифметики над числами з рухомою комою.

Тема 2. Логічні елементи.

Основні логічні функції (ЛФ). Логічні елементи (ЛЕ) в пристроях формування імпульсів; детектори фронтів, вибір активного перепаду сигналів у МК.

Групи й шини; одновимірні, послідовні та двовимірні групи; зображення масивів та їх елементів у графічних і текстових редакторах. Поняття про складники бібліотеки елементної бази ЦП: примітиви, макрофункції, мегафункції та символи. Різновиди ЛЕ в бібліотеці САПР: примітиви, стандартні і спеціалізовані макрофункції ЛЕ, мегафункції ЛЕ.

Тема 3. Математичні основи аналізу і синтезу ЦП.

Основи алгебри логіки. Базис. Стандартні форми ЛФ. Структурні формули ЛФ. Мінімізація ЛФ у графічний спосіб. Мінімізація частково визначених ЛФ. Синтез комбінаційних логічних схем у поширених базисах. Поняття про машинні методи мінімізації ЛФ, схемну мінімізацію та спільну реалізацію сукупності ЛФ. Редукція в найпростішій формі.

Елементи технічного проектування. Оптимізація за критеріями швидкодії і складності; глибина реалізації. Врахування коефіцієнтів об’єднання і розгалуження. Аналіз та усунення небезпечних змагань сигналів.

Тема 4. Тригери. Основні поняття схемотехніки тригерів.

Тригери. Основні поняття схемотехніки тригерів. Загальна структура та класифікація. Синтез асинхронних тригерів. Синхронізація рівнем (статичні тригери). Синхронізація фронтом (динамічні тригери). Однофазна, двофазна та багатофазна синхронізація. Синтез синхронних тригерів. Одноступеневі та двоступеневі тригери. Швидкодія тригерів.

Тема 5. Регістри. Загальна характеристика регістрів.

Регістри. Загальна характеристика регістрів. Регістри фіксатори. Способи запису інформації в регістри. Послідовні та паралельні регістри. Способи зчитування інформації в регістрах.

Реалізація арифметичних, логічних та циклічних зсувів. Логічні операції в регістрах. Основні області застосування регістрів в комп’ютерах.

Тема 6. Лічильники. Загальна характеристика лічильників.

Лічильники. Загальна характеристика лічильників. Прості та реверсивні лічильники. Основні параметри лічильників. Десяткові лічильники. Лічильники з одиничним кодуванням. Основні області застосування лічильників в цифрових пристроях.

Тема 7. Дешифратори. Загальна характеристика дешифраторів.

Дешифратори. Загальна характеристика дешифраторів. Лінійні, пірамідальні, матричні та багатоступеневі дешифратори. Каскадування дешифраторів. Шифратори. Загальна характеристика шифраторів. Шифратори клавіатури. Пріоритетні шифратори. Каскадування шифраторів.

Тема 8. Мультиплексори та демультиплексори.

Мультиплексори та демультиплексори. Загальна характеристика мультиплексорів та демультиплексорів. Використання мультиплексорів та демультиплексорів медичній апаратурі

Тема 9. Цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП).

Принципи побудови ЦАП. ЦАП на основі матриці зважених опорів і матриці сталого опору R – 2R. Статичні і динамічні параметри ЦАП. Типові ІС ЦАП. Реалізація ЦАП на основі ШІМ.

Змістовий модуль 2. Синтез цифрових схем та пристроїв

Тема 10. Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП).

Означення, принцип побудови, параметри і похибки АЦП. Структури АЦП послідовного типу (розгортального, стежного і порозрядного зрівноваження), з двотактним інтегруванням, паралельного та комбінованого типу. Типові ІС АЦП.

Тема 11. НВІС програмовної структури (ПЛІС).

Означення, класифікація, параметри ПЛІС. Програмовні елементи ПЛІС, принцип побудови програмовних логічних матриць (ПЛМ). ПЛІС з електричним стиранням (EPLD), архітектура, основні вузли, ієрархія структурних одиниць. ПЛІС із тригерною пам’яттю конфігурації (FPGA), архітектура, основні вузли, ієрархія структурних одиниць.

Програмування та конфігурування ПЛІС, інтерфейс JTAG, схеми програмування і конфігурування, різновиди 8сно8ентильног.

Тема 12. Синтез схем на логічних елементах за заданими умовами.

Методи спрощення ДДНФ та ДКНФ функцій. Розрахунок логічних схем. Розрахунок схеми контролю парності, мажоритарної схеми, схеми порівняння, порогової схеми.

Тема 13. Пристрої комбінаційного типу.

Пристрої комбінаційного типу. Принцип побудови інтегрального лінійного дешифратора. Принцип побудови інтегрального пірамідального дешифратора. Принцип побудови інтегрального шифратора. Принцип побудови інтегрального суматора. Принцип побудови і функціонування елемента «Виключаюче АБО». Схеми напівсуматорів.

Тема 14. Принципи побудови інтегрального мультиплексора та арифметичних пристроїв.

Півсуматор, суматор, 9сно9ентильного9 суматор. Макрофункції суматорів, мегафункція суматора-віднімача. Двійкові помножувачі. Спеціалізовані макрофункції помножувачів, мегафункції помножувача і двійкового подільника.

Цифрові компаратори. Макрофункції та мегафункція компараторів.

Арифметико-логічні пристрої (АЛП). АЛП як основа операційного блоку МК. Макрофункції АЛП.

Порогові та мажоритарні елементи, застосування арифметичних пристроїв для їх побудови.

Тема 15. Синтез пристроїв послідовністного типу.

Бістабильна комірка. RS-тригер в інтегральному виконанні. RST-тригер в інтегральному виконанні. T-тригер в інтегральному виконанні. JK-тригер в інтегральному виконанні. D-тригер в інтегральному виконанні.

Тема 16. Принцип побудови інтегральних регістрів.

Паралельний регістр на тактуємих Dтригерах. Послідовний регістр на тактуємих D-тригерах. Принцип функціонування універсального регістра.

Тема 17. Інтегральні лічильники.

Синтез паралельних лічильників з довільним модулем лічби на тригерах. Перетворення двійкових лічильників у лічильники з довільним модулем лічби. Двійково-десяткові (декадні) лічильники. Стандартні та спеціалізовані макрофункції декадних лічильників; універсальна мегафункція лічильника; спеціалізовані макрофункції декадних лічильників з додатковими функціями: з вихідним регістром, з трьома станами виходу, з дешифратором 9сно9ентильного9 коду; спеціалізована макрофункція лічильника в коді Ґрея.

Подільники частоти і цифрові таймери; макрофункції подільників частоти і цифрових таймерів. Методика аналізу ЦПП на прикладі 9сно9ентильного подільника частоти.

Тема 18. Запам’ятовувальні пристрої.

Означення, класифікація, параметри та організація напівпровідникових запам’ятовувальних пристроїв (ЗП). Постійні ЗП (ПЗП), репрограмовні ПЗП (РПЗП), РПЗП з електричним стиранням (РПЗПЕС, EEPROM), Flash-пам’ять. Надоперативні ЗП (НОЗП), регістровий файл. Оперативні ЗП (ОЗП), статичні ОЗП (СОЗП, SRAM), динамічні ОЗП (ДОЗП, DRAM).

Вбудовані в ПЛІС блоки пам’яті. Мегафункції ПЗП та ОЗП. Використання ЗП для синтезу логічних схем.

6. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	10сно-го	у тому числі					10сно-го	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
Змістовий модуль 1. Основи цифрової схемотехніки												
Тема 1. Вступ. Арифметичні основи ЦП	4	2	2				5	1				4
Тема 2. Логічні елементи.	6	2		2		2	5	1				4
Тема 3. Математичні основи аналізу і синтезу ЦП.	6	2		2		2	5	1				4
Тема 4. Тригери. Основні поняття схемотехніки тригерів.	6	2	2			2	6	1	1			4
Тема 5. Регістри. Загальна характеристика регістрів.	6	2		2		2	6	1		1		4
Тема 6. Лічильники. Загальна характеристика лічильників.	6	2	2			2	6	1	1			4
Тема 7. Дешифратори. Загальна характеристика дешифраторів.	6	2		2		2	5			1		4
Тема 8. Мультиплексори та демультиплексори.	6	2		2		2	5			1		4
Тема 9. Цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП).	6	2	2			2	5		1			4
Разом за змістовим модулем 1	74	18	8	10	22	16	48	6	3	3		36
Змістовий модуль 2. Синтез цифрових схем та пристроїв												
Тема 10. Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП).	5	2	2			1	5	1				4
Тема 11. НВІС програмовної структури (ПЛІС).	6	2		2		2	6	1		1		4
Тема 12. Синтез схем на логічних елементах за заданими умовами.	6	2	2			2	5	1				4
Тема 13. Пристрої комбінаційного типу.	6	2		2		2	6	1		1		4
Тема 14. Принципи побудови інтегрального мультиплексора та арифметичних пристроїв.	6	2		2		2	6	1		1		4
Тема 15. Синтез пристроїв послідовністного типу.	6	2	2			2	6	1	1			4
Тема 16. Принцип побудови інтегральних регістрів.	6	2	2			2	5		1			4
Тема 17. Інтегральні лічильники.	6	2		2		2	5			1		4
Тема 18. Запам’ятовувальні пристрої.	6	2	2			2	5		1			4
Разом за змістовим модулем 2	76	18	10	8	23	17	49	6	3	4		36
Курсова робота	45				45		45				45	
Контрольна робота для здобувачів освіти заочної форми навчання							8				8	
Усього годин	**150**	36	18	18	45	33	**150**	12	6	7	53	72

6. Теми семінарських занять – *навчальним планом не передбачені*

7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Логічні функції. Форми та способи представлення, властивості	2
2.	Дослідження характеристик логічних елементів на комплементарних МОН-транзисторах	2
3.	Аналіз та синтез комбінаційних логічних схем	2
4.	Створення динамічної моделі цифрової схеми засобами Quartus	2
5.	Методика синтезу тригерів. Практичні схеми перетворення тригерів	2
6.	Реалізація регістрів	2
7.	Розрахунок імпульсних генераторів	2
8.	Застосування та розрахунок лічильників	2
9.	НВІС програмовної структури	2
	Разом	18

8. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Логічні елементи.	2
2.	Математичні основи аналізу і синтезу ЦП.	2
3.	Перетворювачі кодів	2
4.	Комутатори сигналів	2
5.	Арифметичні пристрої.	2
6.	Тригери.	2
7.	Регістри.	2
8.	Лічильники.	2
9.	НВІС програмованої структури	2
	Разом	18

9. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Двійкові коди Коди що розпізнають помилки. Поняття надлишковості Додатковий двійковий код. Принцип дії кодів, що виправляють помилки. Код Хеммінга.	7
2.	Генератори тактових імпульсів на логічних елементах Генератори на інверторах. ГТІ на двох інверторах. ГТІ на 3-х інверторах	6
3.	Реалізація базових логічних функцій Транзисторна базова логіка. Базовий ТТЛ (ТТЛШ). Базовий ЕЗЛ логіка - елемент АБО / АБО-НІ. Базова КМОН логіка.	7

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
4.	Характеристики інтегральних мікросхем Параметри і характеристики інтегральних мікросхем. Характеристика коефіцієнтів по входу і виходу. Статичні і динамічні характеристики. Вхідні та вихідні параметри напруги та струму.	6
5.	Дискретизація аналогових сигналів Дискретизація аналогових сигналів. Дискретизація сигналів. Квантування за рівнем. Квантування за часом. Квантування за рівнем і за часом. Розрахунок похибки АЦП. Вибір величини кроку квантування за часом	7
	Разом	33

10. Індивідуальні завдання

Під час вивчення дисципліни студенти готують доповіді, презентації, есеї, виконують індивідуальні домашні завдання. Крім того, за рішенням кафедри та за узгодженням з науковим керівником студенти готують доповіді на щорічну науково-технічну конференцію ВНТУ.

Згідно робочого навчального плану за індивідуальними завданнями студентами виконується курсова робота, яка присвячена питанням біомеханічного аналізу рухів людини. Курсова робота присвячена теоретичному опрацюванню відповідної теми за індивідуальним завданням, яке присвячене біомеханічному аналізу певного руху людини та розрахунку відповідного протезу суглоба. Зразки тем для теоретичного опрацювання: стрибок в довжину; стрибок з жердиною; стрільба з луку; спринтерський біг. Практична частина курсової роботи містить розроблення моделі обраного суглоба та проектування його протеза. Ілюстративна частина роботи включає результати моделювання руху, модель протезу, а також може включати схеми, зображення, діаграми, гістограми, узагальнюючі таблиці та графіки, які ілюструють тему роботи. Теми курсових робіт затверджуються на засіданні кафедри БМІ.

На виконання курсової роботи відводиться 45 годин, 1,5 кредити ECTS.

11. Методи навчання

Лекція, проблемна лекція, фасилітація, тренінг, демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання, практичні заняття (під час проведення практичних робіт використовується відповідне обладнання та комп'ютерне устаткування, розташоване в лабораторіях кафедри, презентації, електронні матеріали та програмні засоби), консультації, підготовка статей і доповідей науково-дослідного характеру.

12. Засоби діагностування результатів навчання

Поточний контроль здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час виконання і захисту практичних робіт та індивідуальної роботи; підсумковий контроль – тестування, колоквіум, опитування, курсова робота, іспит.

13. Розподіл балів, які отримують студенти

Таблиця 13.1 – Вид контролю: диференційний залік

<table>
<tr><td colspan="18">Поточне тестування та самостійна робота</td><td>Сума</td></tr>
<tr><td colspan="9">Модуль 1</td><td colspan="9">Модуль 2</td><td rowspan="4">100</td></tr>
<tr><td colspan="9">Змістовий модуль № 1</td><td colspan="9">Змістовий модуль № 2</td></tr>
<tr><td>Т1</td><td>Т2</td><td>Т3</td><td>Т4</td><td>Т5</td><td>Т6</td><td>Т7</td><td>Т8</td><td>Т9</td><td>Т10</td><td>Т11</td><td>Т12</td><td>Т13</td><td>Т14</td><td>Т15</td><td>Т16</td><td>Т17</td><td>Т18</td></tr>
<tr><td colspan="9">50</td><td colspan="9">50</td></tr>
</table>

Т1, Т2 ... Т18 – теми змістових модулів.

Таблиця 13.2 – Оцінювання знань, умінь та навичок студентів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

Вид робіт	Модуль	
	1	2
1. Виконання лабораторних завдань / 1 завдання	15 / 5	12 / 4
2. Виконання практичних завдань / 1 завдання	8 / 4	10/ 5
2. Колоквіум	12 / 12	12 / 12
3. Виконання завдань з СРС	1	1
4. Активна робота на заняттях	1	2
Балів за модулями	38	37
Іспит	25	
Всього	100	

Таблиця 13.3 – Розподіл балів за курсову роботу

Пояснювальна записка (оцінюються результати проектування та їх оформлення)	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
50	10	40	100

Таблиця 13.4 – Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою (для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики)
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

14. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

Рівень компетентності	**Національна шкала**	**Шкала ECTS**	**Критерії оцінювання**
IV Високий (творчий) «5»	відмінно	A	Виставляється, якщо при відповіді на питання виявлено всебічні, систематизовані, глибокі знання матеріалу, який виноситься на контроль, уміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, знання основної і додаткової літератури, передбаченої програмою на творчому рівні.
III Достатній (конструк-тивний) «4»	добре «4+»	B	Повні знання з питань і задач, що стоять перед студентом. Уміння викладати основні ідеї. Вміння професійно відстоювати свою точку зору. Припускаються несуттєві неточності у викладенні матеріалу та у відповідях.
	добре «4»	C	Достатньо повні знання з поставлених питань і задач. Вміння викладати основні ідеї. Здатність самостійно застосовувати вивчений матеріал на рівні стандартних ситуацій, наводити окремі власні приклади на підтвердження власних тверджень. Вміння доводити правильність своїх рішень. Несуттєві неточності у відповідях та деякі нераціональності при програмуванні задач.

II Середній (репро-дуктив-ний) «3»	задовільно «3+»	D	Студент може відтворити значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання та розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати матеріал, робити висновки та розробляти програмні блоки. Пояснення неповні, нелаконічні, не завжди точні. Відповіді на питання неповні, містять неточності, при вирішенні задач застосовуються не найраціональніші рішення.
	задовільно «3»	E	Задовільні знання програмного матеріалу на рівні вищому за початковий. Здатність за допомогою викладача логічно відтворювати значну частину матеріалу. При відповіді на запитання виникають труднощі у деяких положеннях, відповіді не повні, програми пишуться нераціонально, не використовуються всі ефективні засоби програмування.
I Низький «2»	«незадо-вільно з можливістю повторного складання»	FX	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обґрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (40-60%), пояснення не до ладу. Самостійно, без допомоги викладача, не може сформувати алгоритм рішення задачі. Програми не раціональні та неефективні, при програмуванні використовуються лише прості конструкції.
	«незадо-вільно з обо-в'язковим повторним вивченням дисципліни»	F	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обґрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (60-100%). Самостійно, без допомоги викладача, не може сформувати алгоритм рішення задачі.

15. Рекомендована література

Базова

1. Гаврілов Д.В., Кофанов В. Л., Осадчук О.В. Проектування цифрових пристроїв на основі САПР Quartus II: Практикум. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – 164 с.
2. Гаврілов Д.В., Кофанов В. Л., Осадчук О.В. Лабораторний практикум з дослідження цифрових пристроїв на основі САПР Max+PLUS II: Лабораторний практикум. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 200 с.
3. Кофанов В. Л. Математичні та схемотехнічні основи цифрових пристроїв: Навч. посібник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 165 с.
4. Бойт К. Цифровая электроника. – М.: Техносфера, 2007. – 472 с. – ISBN 978-5-94836-124-6.

5. Електроніка і мікросхемотехніка: У 4-х т. Том 3. Цифрові пристрої: Підручник / За ред. В.І. Сенька. – К.: Каравела, 2008. – 400 с. – ISBN 978-966-96076-7-6.

6. Maini, Anil K. Digital electronics: principles, devices and applications John Wiley & Sons 2007. -ISBN: 978-0-470-03214-5.

7. Ndjountche, Tertulien. Digital Electronics 1: Combinational Logic Circuits Vol. 1. – John Wiley & Sons. - 2016. - ISBN: 978-1-848-21984-7.

8. Ndjountche, Tertulien. Digital Electronics 2: Sequential and Arithmetic Logic Circuits Vol. 2. - John Wiley & Sons. – 2016. - ISBN: 978-1-848-21985-4.

9. Ndjountche, Tertulien. Digital Electronics 3: Finite-state Machines. Vol. 3. - John Wiley & Sons. – 2016. - ISBN: 978-1-848-21986-1.

10. Birtwistle, Graham, and Alan Davis, (eds). Asynchronous digital circuit design. - Springer Science & Business Media. – 2013. - ISBN 978-1-4471-3575-3.

11.Лебедєв О. М., Ладик О. І. Цифрова схемотехніка: Навчальний посібник. - К.: Арістей. – 2005. - ISBN 966-8458-77-X.

Допоміжна

1. Максфилд К. Проектирование на ПЛИС. Курс молодого бойца. – М.: Издательский дом «Додека-XXI», 2007. – 408 с.

2. Суворова, Е.А. Проектирование цифровых систем на VHDL / Е.А. Суворова, Ю.Е. Шейнин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. - 576 с.

3. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. – СПб.: БХВ-Петербург, 2000. – 528 с.

4. Бойко В.И. и др. . Схемотехника электронных систем. Цифровые устройства . .СПб.: БХВ-Петербург 2004.

5. Tooley, Mike . Electronic circuits: fundamentals and applications. – Routledge. - 2019 . - https://doi.or g/10.1201/97 80367822651.

6. За ред. В.І. Сенька. Електроніка і мікросхемотехніка: У 4-х т. Том 3. Цифрові пристрої: - К.: Каравела. - 2008. - ISBN 978966-96076-7-6.

16. Інформаційні ресурси

1. Circuits and Electronics. MIT Course Number 6.002. https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-002-circuits-and-electronics-spring-2007/
2. Digital Logic Design is a Software tool for designing and simulating digital circuits. – Access mode : http://www.digitalcircuitdesign.com/
3. Digital circuits lessons. – Access mode: https://www.renesas.com/eu/en/support/technical-resources/engineer-school/digital-circuits-01-and-circuit-or-circuit-not-circuit.html
4. Digital circuits lessons. – Access mode: https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/digital-circuits
5. Digital Circuits Tutorial – Access mode : https://www.tutorialspoint.com/digital_circuits/

This project has been funded with support from the European Commission. This publication / communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsibility for any use which may be made of the information contained therein.