Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних електронних систем
Кафедра біомедичної інженерії та оптико-електронних систем

Електроніка. Електронні прилади. Аналогова схемотехніка
обов'язковий освітній компонент
І (бакалаврський) рівень вищої освіти

Освітня програма **Біомедична інженерія**
Спеціальність **163 Біомедична інженерія**
Викладач: **Гомолінський В. О.**, ст. викладач
Мови викладання: **українська**
Семестр – **4**
Кредитів ЄКТС – **7**
Лекції – **63 год.**
Лабораторні роботи – **54 год.**
Самостійна робота – **93 год.**
Вид контролю – **екзамен**

Передумови для вивчення: навчальна дисципліна «Електроніка. Електронні прилади. Аналогова схемотехніка» є базовим обов'язковим професійним освітнім компонентом. Для ви-вчення дисципліни «Електроніка. Електронні прилади. Аналогова схемотехніка» дисциплінами-передумовами є обов'язкові освітні компоненти «Інженерна графіка» та «Електроніка. Основи теорії кіл та сигналів». Дисципліна «Електроніка. Електронні прилади. Аналогова схемотехніка» є передумовою для вивчення обов'язкової дисципліни «Електроніка. Цифрова схемотехніка».

Мета курсу викладання навчальної дисципліни полягає у набутті здобувачами освіти теоретичних знань та практичних навиків для вибору й аналізу елементної бази сучасної електронної медичної апаратури, а також побудови і аналізу аналогових схем, генераторів, помножувачів і подільників напруги, частоти, комутаційних схем біомедичної техніки.

Компетентності

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.

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, ді-агностиці, 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 інституту-тах.

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.

Програмні результати навчання

ПРН1. Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, власти-вості газів і рідин, електроніки, інформатики, отримання та аналізу

сигналів і зо-бражень, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.

ПРН2. Формулювати логічні висновки та обґрунтовані рекомендації щодо оцінки, експлуатації та впровадженні біотехнічних, медико-технічних та біоінженерних засобів і методів.

ПРН6. 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.

ПРН7. 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.

ПРН10. Вміти планувати, організовувати, направляти і контролювати медико- технічні та біоінженерні системи і процеси.

ПРН17. Вміти використовувати системи автоматизованого проектування для розробки технологічної та апаратної схеми медичних приладів та систем.

Тематика курсу

Змістовий модуль 1. Електронні прилади

Тема 1. Матеріали електронної техніки

Типи матеріалів, що застосовують в електронній техніці. Класифікація матеріалів. Електричні властивості матеріалів. Основи зонної теорії кристалічних тіл. Вольт-амперна характеристика. Діелектричні матеріали. Провідникові матеріали. Напівпровідникові матеріали. Носії заряду в напівпровідниках, їх генерація та рекомбінація. P-N перехід та його характеристики.

Тема 2. Конденсатори

Конденсатори – їх визначення, призначення, класифікація, умовні зображення та позначення, будова, властивості, параметри і застосування. Рекомендації щодо вибору конденсаторів. Конструктивні типи конденсаторів. SMD-компоненти.

Тема 3. Резистори

Резистори – їх визначення, призначення, класифікація, умовні зображення та позначення, будова, властивості, параметри і застосування. Рекомендації щодо вибору резисторів. Конструктивні типи резисторів та їх встановлення.

Тема 4. Котушки індуктивності і трансформатори

Магнітні матеріали. Котушки – їх визначення, призначення, класифікація, умовні зображення та позначення, будова, властивості, параметри і застосування. Рекомендації щодо вибору котушок. Конструктивні типи котушок. Трансформа-тори, їх класифікація та властивості. Конструкції трансформаторів.

Тема 5. Діоди

Діоди – їх визначення, призначення, класифікація, умовні зображення та позначення, будова, властивості, параметри і застосування. Рекомендації щодо вибору діодів. Конструктивні типи діодів. Імпульсні властивості діодів.

Тема 6. Біполярниі транзистори

Структура та принцип роботи біполярного транзистора. Режими роботи. Конструктивні типи. Схеми увімкнення біполярних транзисторів. Параметри і вольт-амперні характеристики біполярного транзистора. Шуми біполярних транзисторів.

Тема 7. Польові транзистори

Транзистори з керованим переходом. Структура та принцип роботи польового транзистора. Режим підсилення польового транзистора. Конструктивні типи. Схеми увімкнення польових транзисторів. Частотні властивості польових транзи-сторів. Параметри і вольт-амперні характеристики польового транзистора. МДНП-транзисторні структури.

Тема 8. Тиристори

Тиристори – їх визначення, призначення, класифікація, структура, властивості, параметри і застосування. Одноперехідні тиристори. Рекомендації щодо вибору тиристорів. Імпульсне перемикання тиристора. Методи управління тирис-тором.

Тема 9. Елементи електроживлення

Централізовані і автономні системи електропостачання. Гальванічні елемен-ти та батареї. Конструкції гальванічних елементів і батарей, принцип дії. Паливні елементи та біохімічні джерела струму. Кислотні, лужні акумулятори – класифі-кація, призначення, конструкція, електрохімічні процеси при заряджанні та роз-рядженні. Електричні параметри кислотних акумуляторів. Термоелектричні та термоелектронні генератори. Сонячні батареї і атомні джерела електричної енер-гії. Трифазні електричні системи. Електричні реактори та магнітні підсилювачі. Асинхронні двигуни. Двигуни постійного струму.

Змістовий модуль 2. Аналогова схемотехніка

Тема 10. Пасивні та діодні схеми

Пасивні подільники напруги. Пасивні фільтри. Пасивні послаблювачі сигналу. Діодні детектори. Діодні перемикачі. Діодні обмежувачі. Мостові схеми.

Тема 11. Схеми на біполярних транзисторах

Режими роботи транзистора. Реалізація схем посилення сигналів за допомогою транзистора. Основні схеми включення транзисторів. Мультивібратори.

Тема 12. Підсилювачі електричних сигналів

Основні параметри й характеристики підсилювачів. Логарифмічні амплітудно-частотна (ЛАЧХ) і фазово-частотна (ФЧХ) характеристики. Зворотні зв'язки у підсилювачах. Класифікація зворотних зв’язків. Вплив зворотних зв’язків на основні параметри й характеристики підсилювача.

Тема 13. Підсилювачі на біполярних транзисторах

Наскрізна характеристика. Роль напруги зсуву. Лінія навантаження за постійним та змінним струмом. Способи задавання режимів роботи за постійним струмом. Термостабілізація положення робочої точки. Малосигнальні параметри підсилювачів із спільним емітером, спільним колектором, спільною базою в обла-сті середніх, низьких і високих частот. Складні однокаскадні підсилювачі: емітер-ні повторювачі; фазоінверсні каскади; каскодна схема.

Тема 14. Підсилювачі на польових транзисторах

Принципи побудови і основні схеми підсилювачів на польових транзисторах (ППТ). Способи задання режимів роботи ППТ за постійним струмом. Термостабілізація положення робочої точки ППТ. Малосигнальні параметри ППТ із спільним витоком, спільним стоком в області середніх, низьких і високих частот. Застосування ППТ.

Тема 15. Підсилювачі потужності

Основні параметри й характеристики підсилювачів потужності. Особливості роботи транзистора в режимі великого сигналу на прикладі резистивного підси-лювача потужності. Потужність розсіювання транзистора. Відведення тепла, кон-струкції радіаторів. Однотактний трансформаторний підсилювач потужності. Енергетичні показники каскаду. Вплив трансформатора на ЛАЧХ і ФЧХ підси-лювача потужності. Двотактний трансформаторний і безтрансформаторний під-силювач потужності. Енергетичні показники, принцип дії та методи розрахунку підсилювачів потужності.

Тема 16. Підсилювачі постійного струму

Основні характеристики підсилювачів постійного струму (ППС). Способи побудови ППС прямого перетворення. Обмеження в досягненні необхідного коефіцієнта підсилення. Дрейф вихідної напруги. Диференціальний ППС та принцип його дії. Способи подачі сигналу. Джерела помилок підсилення постійної складо-вої. Синфазна перешкода і способи її зменшення. Диференціальні ППС із несиме-тричним виходом.

Тема 17. Підсилювачі на операційному підсилювачі

Інтегральний операційний підсилювач (ОП). Структурна схема ОП, призначення основних функціональних блоків. Параметри й характеристики ідеального та реального ОП. Основні параметри й характеристики реального підсилювача: диференціальний коефіцієнт підсилення, коефіцієнт ослаблення синфазної складо-вої, вхідний та вихідний опір. Джерела помилок підсилення ОП. Класифікація ін-тегральних ОП. Підсилювачі сигналів з інвертуванням та без інвертування на ОП. Вплив обмеженості коефіцієнта підсилення ОП на параметри та характеристики підсилювача. Стійкість підсилювача на ОП. Ланки корекції. Багатокаскадний під-силювач на ОП.

Тема 18. Генератори гармонійних коливань

Теоретичні основи побудови генераторів гармонійних коливань (ГГК). Умови самозбудження, моночастотності та стаціонарності амплітуди коливань. М'який і твердий режими автоколивань. ГГК на основі ОП з RC-чотириполюсниками в ланці зворотного зв'язку. Принцип дії, умови самозбудження, стабілізація амп-літуди коливань. Застосування ГГК в біомедичній техніці.

Тема 19. Функціональні перетворювачі на операційних підсилювачах

Суматори аналогових сигналів з інвертуванням та без інвертування на ОП. Помилки сумування і їхня мінімізація. Інтегратори на ОП. Вплив обмеженості ко-ефіцієнта підсилення ОП на характеристики інтегратора. Квазіінтегратор. Анало-говий диференціатор. ЛАЧХ і ФЧХ реального диференціатора. Схеми логариф-мування й антилогарифмування. Способи мінімізації температурних похибок. Універсальний функціональний перетворювач, принципи його побудови. Основні розрахункові співвідношення. Активні фільтри на ОП: фільтр низьких частот, фільтр високих частот і функціональний перетворювач на RC-чотириполюсниках. Синтез активних фільтрів, ЛАЧХ і ФЧХ фільтрів. Квазіінтегратор і квазідиферен-ціатор у режимі активного фільтра.

Лабораторні роботи

Модуль 1

1. Параметри матеріалів електронної техніки.
2. Дослідження конденсаторів.
3. Дослідження резисторів.
4. Дослідження котушок індуктивності
5. Дослідження напівпровідникових діодів.
6. Дослідження біполярних транзисторів.
7. Дослідження польових транзисторів.
8. Дослідження тиристорів.
9. Дослідження джерел електроживлення.

Модуль 2

10. Побудова пасивних фільтрів та діодних випрямлячів.
11. Побудова ключових схем на біполярному транзисторі.
12. Побудова і дослідження підсилювача на біполярному транзисторі.
13. Побудова і дослідження підсилювача на польовому транзисторі.
14. Побудова і дослідження підсилювача потужності.
15. RC-генератори гармонійних сигналів.
16. Мультивібратори на біполярних транзисторах.
17. Формувачі прямокутних імпульсів. Комутатори аналогових сигналів. Аналогові компаратори напруг.
18. Параметричний стабілізатор напруги. Вплив зворотного зв'язку на вхідний і вихідний опори підсилювача.

Індивідуальні завдання

Під час вивчення дисципліни здобувачі освіти готують доповіді, презентації, есеї, виконують індивідуальні домашні завдання. Крім того, за рішенням кафедри та за узгодженням з науковим керівником здобувачі освіти можуть виконувати дослідні завдання, готувати доповіді на науково-технічну конференцію, інші публікації.

Форми контролю

Поточний контроль здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час лабораторних, лекційних занять, а також за результатами виконання завдання для самостійної роботи, модульний контроль – тестування, колоквіум, підсумковий контроль – екзамен

Оцінювання результатів навчання

Вид роботи	Модуль 1	Модуль 2
	1	2
1. Лабораторні роботи	18 (1 робота – 2 бали)	27 (1 робота – 3 бали)
2. Колоквіум	10	12
3. Самостійна робота, активність під час занять	4	4
Сума за модуль	32	43
Екзамен	25	
Всього за курс	100	

Шкала відповідності оцінок та балів

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS
90 – 100	**A**
82 – 89	**B**
75 – 81	**C**
64 – 74	**D**
60 – 63	**E**
35 – 59	**FX** (незадовільно з можливістю повторного складання)
0 – 34	**F** (незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни)

Політика курсу

Викладач та всі учасники освітнього процесу з дисципліни зобов'язані дотримуватися тих морально-етичних норм, які викладені у Кодексі етики ВНТУ, Положення про академічну доброчесність у ВНТУ, Положення про рейтингову систему оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти у Вінницькому національному технічному університеті і розуміють, що за порушення викладених у положеннях принципів учасники освітнього процесу несуть повну особисту відповідальність.

Базові інформаційні ресурси

1. Матвійків М. Д., Когут В. М., Матвійків О. М. Елементна база електронних апаратів : підручник. 2-ге вид. Львів : НУ "Львівська політехніка", 2007. 428 с.
2. Піддубний В. О., Товкач І. О. Елементна база радіоелектронної апаратури. В 4 ч. Ч. 1: Пасивні радіокомпоненти. Київ : КПІ ім Ігоря Сікорського, 2021. 98 с.
3. Піддубний В. О., Товкач І. О. Елементна база радіоелектронної апаратури. В 4 ч. Ч. 2: Напівпровідники та діоди. Київ : КПІ ім Ігоря Сікорського, 2021. 117 с.

4. Піддубний В. О., Товкач І. О. Елементна база радіоелектронної апаратури. В 4 ч. Ч. 3: Багатоперехідні структури. Київ : КПІ ім Ігоря Сікорського, 2021. 134 с.

5. Елементна база електронних апаратів : навчальний посібник. Ч. 1: Фізичні основи електронної техніки / М. А. Філинюк, О. О. Лазарєв, О. В. Войцеховська [та ін.]. Вінниця : ВНТУ, 2015. 100 с.

6. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої : підручник / В. І. Бойко, В. Я. Жуйков, А. А. Зорі та ін. *3-е вид., доповн. і переробл*. К. : Освіта України, 2012. 480 с.

7. Сєдов С. О. Оброблення сигналів на базі операційних підсилювачів. Схемотехніка. Розрахунки : навчальний посібник. К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 132 с.

8. Медяний Л. П. Аналогова схемотехніка. К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 177 с.

9. Елементна база радіоелектронної апаратури та телекомунікаційних систем : лабораторний практикум / М. А. Філинюк, О. О. Лазарєв, О. В. Войцеховська, О. Л. Пастушенко. Вінниця : ВНТУ, 2017. 90 с.

10. Елементна база електронних апаратів : навчальний посібник. Ч. ІІІ: Напівпровідникові діоди та тиристори / М. А. Філинюк, О. О. Лазарєв, О. В. Войцеховська [та ін.]. Вінниця : ВНТУ, 2016. 92 с.

11. Стахів П. Г., Коруд В. І., Гамола О. Є. Основи електроніки: функціональні елементи та їх застосування. Львів : Магнолія, 2015. 206 с.

12. Основи схемотехніки. Аналогова та інтегральна схемотехніка : навчальний посібник / В. М. Кичак, В. Д. Рудик, А. О. Семенов, О. О. Семенова. Вінниця : ВНТУ, 2013. 267 с.

13. Електроніка та мікросхемотехніка : підручник / О. М. Воробйова, І. П. Панфілов, М. П. Савицька, Ю. В. Флейта. Одеса : ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2015. 298 с.

14. Схемотехніка електронних систем : у 3 кн. Кн. 1. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої : підручник / В. І. Бойко, А. М. Гуржій, В. Я. Жуйков та ін. 2-ге вид., допов. і переробл. К. : Вища школа, 2004. 336 с.