

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
“УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”  
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ФІЗИКИ НАПІВПРОВІДНИКІВ**



**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Декан фізичного факультету

\_\_\_\_\_ /Лазур В.Ю./

«29» червня 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА (СИЛАБУС)  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
« ЕЛЕМЕНТНА БАЗА СУЧАСНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ»**

Рівень вищої освіти	<b>перший (бакалаврський)</b>
Галузь знань	<b>16 Хімічна та біоінженерія</b>
Спеціальність	<b>163 Біомедична інженерія</b>
Освітня програма	<b>Біомедична інженерія</b>
статус дисципліни	<b>обов'язкова</b>
Мова навчання	<b>українська</b>

**Ужгород 2023**

Робоча програма навчальної дисципліни «Елементна база сучасної електроніки» для здобувачів вищої освіти ступеня бакалавра галузі знань **16 Хімічна та біоінженерія** спеціальності **163 Біомедична інженерія** освітньої програми **Біомедична інженерія**.

**Розробники:** Молнар О.О. доцент, доктор фізико-математичних наук,  
професор кафедри фізики напівпровідників


Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри  
фізики напівпровідників

протокол № 7 від «29» травня 2023 р.

Завідувач кафедри  Височанський Ю.М.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

протокол № 10 від «29» червня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії  Карбованець М.І.

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом
Кількість кредитів ЄКТС – 5	Рік підготовки:
Загальна кількість годин – 150	<b>2-й</b>
Кількість модулів – 2	Семестр:
Тижневих годин: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4	<b>4-й</b>
	Лекції:
	<b>30</b>
	Практичні (семінарські):
Вид підсумкового контролю: екзамен	Лабораторні:
	<b>44</b>
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:
	<b>76</b>

## 2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

*Метою* вивчення навчальної дисципліни «**Елементна база сучасної електроніки**» – є вивчення принципів роботи, основ теорії, характеристик і параметрів електронних компонентів сучасних електронних приладів, як у вигляді окремих дискретних компонентів, так і у вигляді інтегральних мікросхем для формування цілісної системи знань та навиків в галузі схемотехніки аналогових та аналого-цифрових пристроїв, методами їх аналізу та проектування, формування знань, необхідних для вивчення інших дисциплін (“Аналогова схемотехніка”, “Основи теорії кіл та сигналів”, “Цифрова схемотехніка”, “Мікропроцесорна техніка” і т.д.) а також підготовка висококваліфікованих спеціалістів, які вміють раціонально вибирати та використовувати сучасні аналогові компоненти в умовах автоматизованого проектування; аналізувати, розраховувати, синтезувати та проектувати аналогові електронні пристрої.

*Місце дисципліни в структурі освітньо-професійної програми:* курс відноситься до дисциплін обов’язкової частини циклу професійної підготовки, за результатами яких здобувачі здають іспит та виконують навчальний процес по спеціальності 163-«Біомедична інженерія».

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

*Інтегральна:* здатність розв’язувати комплексні задачі та проблеми в галузі біомедичної інженерії, здійснювати у цій галузі професійну та дослідницько-інноваційну діяльність, що передбачає глибоке переосмислення наявних і створення нових цілісних знань та професійної практики.

*Загальні компетентності:*

- ЗК1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК4 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК5 Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК6 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК10 Навики здійснення безпечної діяльності

*Фахові компетентності:*

- ФК1 Здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів, а також для автоматизованого проектування медичних приладів та систем.
- ФК2 Здатність забезпечувати інженерно-технічну експертизу в процесі планування, розробці, оцінці та специфікації медичного обладнання.
- ФК6 Здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу, проектування, розрахунку та випробувань при розробці біомедичних продуктів і послуг.
- ФК8 Здатність проводити дослідження та спостереження щодо взаємодії біологічних, природних та штучних систем (протези, штучні органи та ін.).
- ФК9 Здатність ідентифікувати, формулювати і вирішувати інженерні проблеми, пов’язані з взаємодією між живими і неживими системами.
- ФК10 Здатність застосовувати принципи побудови сучасних автоматизованих систем управління виробництвом медичних приладів, їх технічне, алгоритмічне, інформаційне і програмне забезпечення.

### 3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Елементна база сучасної електроніки» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

Вища математика  
Електрика і магнетизм, оптика  
Фізичний практикум  
Основи теорії кіл та сигналів

### 4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Елементна база сучасної електроніки», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Шифр ПРН	Програмні результати навчання
ПРН1	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.
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.
ПРН8	Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та керування медичним обладнанням та медичною технікою.
ПРН9	Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та застосування штучних біологічних і біотехнічних об'єктів та матеріалів медичного призначення.
ПРН10	Вміти планувати, організовувати, направляти і контролювати медико-технічні та біоінженерні системи і процеси.

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Елементна база сучасної електроніки»:

Шифр ПРН	Очікувані результати навчання з дисципліни
ПРН1	Вміння застосовувати знання з основ математики, фізики, інженерної графіки, електроніки, інформатики, для підбору пасивних та активних елементів сучасної електроніки з метою отримання та аналізу сигналів, системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач аналогової обробки сигналів в галузі біомедичної інженерії.

ПРН2	Вміння формулювати логічні висновки та обґрунтовані рекомендації щодо оцінки, експлуатації та впровадженні медико-технічних та біоінженерних засобів і методів на основі глибокого розуміння принципів роботи, параметрів та можливостей сучасних електронних компонент.
ПРН6	Вміння спілкуватися з професіоналами в області охорони здоров'я та виробництва електронних компонент державною та іноземною (англійською або однією з інших офіційних мов ЄС) мовами та розуміти їхні вимоги до біомедичних продуктів і послуг.
ПРН8	Розуміння теоретичних та практичних підходів до створення та керування медичним обладнанням та медичною технікою які пов'язані з параметрами використаних електронних компонент.
ПРН9	Розуміння теоретичних та практичних підходів до створення та застосування штучних біологічних і біотехнічних об'єктів та матеріалів медичного призначення, які обумовлені можливостями та технічними характеристиками сучасних напівпровідникових та пасивних елементів сучасної електроніки.
ПРН10	Вміння планувати, організовувати, направляти і контролювати медико-технічні та біоінженерні системи і процеси пов'язані з особливостями використання радіодеталей та активних компонент електронних пристроїв.

## 5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

### Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є: заліки, реферати, виступи на практичних (семінарських) заняттях, домашні завдання, підготовка презентації по вибраній темі.

Контрольні заходи включають такі **форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання**: поточний, модульний та підсумковий контроль.

*Поточний контроль* – оцінювання рівня знань, умінь і навичок студентів, що здійснюється в ході навчального процесу проведенням усного опитування, контрольної роботи, тестування, домашнього завдання тощо.

Результатом *модульного контролю* є модульна бальна оцінка, за якою підбивається підсумок роботи студентів впродовж модуля у відповідності до кредитно-модульної системи оцінювання знань (КМСОЗ).

*Підсумковий семестровий контроль* проводиться у формі екзамену в обов'язі навчального матеріалу, що визначений навчальною програмою, та в терміни, встановлені графіком навчального процесу. При семестровому контролі отримані здобувачем згідно КМСОЗ переводяться в оцінки за національною шкалою та за шкалою ЄКТС.

Комплексний показник успішності здобувача третього рівня вищої освіти, його обізнаності в предметі, що вивчається, характеризує якість його знань, систематичність, творчість, активність та самостійність. Максимальна сума балів за всі види робіт (контрольні, самостійне вивчення, практичні (семінарські) заняття) з даного курсу становить 100 балів.

За роботу на протязі семестру в залежності від форми контролю виставляється така максимальна кількість балів:

- Поточний контроль та самостійна робота 1-50 балів
- Виконання лабораторних робіт та їхній захист 1-10 балів
- Контрольна робота за модулем 1-40 балів

## Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: самостійна робота, опитування.

Форма модульного контролю: контрольна робота.

Форма підсумкового семестрового контролю: іспит.

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	20	100
16	16	16	16	16		

T1, T2 ... – теми

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота				Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	20	100
20	20	20	20		

T1, T2 ... – теми

## Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота здійснюється у письмовій формі шляхом відповідей на питання тестових завдань. Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів. Максимальна кількість балів за кожний модуль становить 100 балів. Мінімальна кількість балів, за якої робота вважається виконаною становить 60 балів.

## Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «Елементна база сучасної електроніки» здійснюється у формі заліку та екзамену.

Екзамен проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати екзамену оцінюються за чотирибальною шкалою: „відмінно”, „добре”, „задовільно”, „незадовільно”.

Оцінка „відмінно” виставляється в тому разі, коли студент бездоганно оволодів всіма розділами програми, дав глибокі, чіткі і вичерпні відповіді на всі основні і додаткові запитання, виявив розуміння фізичної суті програмового матеріалу, вільне володіння фактичним матеріалом та відповідним математичним апаратом, вміння грамотно обробляти результати експериментальних вимірювань з метою отримання заданої точності отриманих даних, кваліфіковано використовувати набуті знання для розв’язання конкретних практичних задач.

Оцінка „добре” виставляється тоді, коли студент виявив повне знання і розуміння програмового матеріалу, добре оволодів математичним апаратом курсу, може використовувати набуті знання в практичній діяльності, дав вичерпні відповіді на всі запитання, але під час відповіді допускав окремі нечіткі формулювання і незначні неточності.

Оцінка „задовільно” виставляється в тому разі, коли студент в основному знає і розуміє фактичний матеріал курсу, дав в основному правильні відповіді на запитання, виявив уміння розібратися в усьому матеріалі курсу, вміння використовувати відповідний

математичний апарат, але не може ґрунтовно пояснити окремі положення пройденого курсу, допускає неточності при використанні математичного апарату, недостатньо вміє застосовувати набуті знання для розв'язання конкретних практичних задач.

Оцінка „незадовільно” виставляється тоді, коли студент не оволодів матеріалом даного курсу, виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, коли він під час відповіді на запитання виявив нерозуміння фізичної сутності основних понять та термінів навчальної дисципліни, допускає плутанину, слабо володіє математичним апаратом, не може застосовувати набуті знання для розв'язування конкретних практичних задач, тобто виявив відсутність мінімально необхідної кількості знань з даного курсу.

За бажанням студента результуюча підсумкова екзаменаційна оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем дисципліни і кількісно дорівнює середньому арифметичному балів, отриманих за кожний модуль.

Переведення результатів, отриманих за 100-бальною шкалою оцінювання в національну 4-х бальну та шкалу за системою ECTS здійснюється за наступною схемою:

Оцінка за шкалою балів	Залік	ECTS	
		Оцінка	Характеристика
90 та вище	зараховано	A	відмінно
82-89	зараховано	B	добре
	зараховано	C	добре
64-73	зараховано	D	задовільно
	зараховано	E	задовільно
35-59	незараховано	FX	незадовільно з можливістю перескладання
1-34	незараховано	F	незадовільно з обов'язковим повторним навчанням

Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незадовільно» (1-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти залік.

Результати підсумкового контролю знань заносяться до залікової та екзаменаційної відомостей.

## 6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 6.1. Зміст навчальної дисципліни

#### Модуль 1.

Тема 1. **Вступ.** Аналогові та цифрові сигнали. Основні аналогові функції. Задачі та мета курсу.

Тема 2. **Елементна база сучасної електроніки. Резистори.** Класифікація електронних компонент. Пасивні компоненти електричних кіл – резистори. Класифікація резисторів. Позначення резисторів на схемах. Основні характеристики резисторів. Номінальні значення опорів. Типи резисторів та кодівка номіналів. Резистивні зборки. Класифікація резисторів по виду використовуваних провідних елементів. Вуглецеві, металоплівкові, металлоокисні,

та дротяні резистори. Вплив технології виготовлення на основні параметри резисторів. Залежність опору провідника від температури. Температурний коефіцієнт опору. Змінні резистори. Характеристики змінних резисторів. Цифровий потенціометр. З'єднання резисторів. Подільник напруги. Високовольтні резистори. Основні переваги та недоліки різних резисторів. Технологічні та конструктивні особливості резисторів: термопарні ефекти, шуми резисторів, стабільність опору в часі. Нелінійні резистори: варистор, терморезистор, фоторезистор, тензорезистор, магніторезистор. Мемристор – четвертий базовий пасивний компонент сучасної електроніки. Несправності резисторів.

**Тема 3. Конденсатори.** Основні параметри конденсаторів. Ємність плоского конденсатора. Позначення конденсаторів на принципових схемах. Допустиме відхилення ємності від номінальної. Енергія зарядженого конденсатора. Питома ємність конденсатора. Номінальна робоча напруга. Полярні та неполярні конденсатори. Електричний опір ізоляції діелектрика конденсатора. Еквівалентний послідовний опір. ESR. Еквівалентна послідовна індуктивність. Тангенс кута діелектричних втрат. Температурний коефіцієнт ємності. Діелектрична абсорбція. Паразитний п'єзоефект. Самовідновлення конденсаторів. Класифікація конденсаторів. Суперконденсатори, ультраконденсатори. Переваги та недоліки суперконденсаторів. Послідовне та паралельне з'єднання конденсаторів. Використання конденсаторів. Схеми на перемикаючих конденсаторах.

**Тема 4. Котушки індуктивності.** Індуктивність котушки. Магнітна проникність матеріалів. Основні характеристики котушок індуктивності: номінальна індуктивність, добротність котушки, допуск, опір по постійному струму, температурний коефіцієнт індуктивності, номінальна напруга, здатність навантаження по струму, число витків, діаметр проводу, матеріал магнітопроводу, тип намотки. Фаза струму та напруги в колі змінного струму. Взаємна індуктивність. Модель реальної котушки індуктивності. Паралельне та послідовне сполучення котушок індуктивності. Час перехідного процесу. Класифікація котушок індуктивності. Варіометри. Плоска (планарна) котушка індуктивності. Трансформатори.

**Тема 5. Діоди.** Визначення діоду. P-N перехід. Пряме і зворотне зміщення P-N переходу. Зворотне включення діоду. Зворотній струм. Пряме включення діоду. Вольт-амперна характеристика діоду. Рівняння ідеального діоду. Основні характеристики діодів. Класифікацію напівпровідникових діодів за методом отримання переходу. Типи діодів. Класифікацію напівпровідникових діодів за призначенням. Випрямлення змінного струму. Схеми на діодах.

## **Модуль 2.**

**Тема 1. Різні типи діодів.** Діод з бар'єром Шотткі. Стабілітрон або Діод Зенера. Вольт-амперна характеристика стабілітрона. Використання стабілітронів. PiN діоди. Використання ріп-діодів. Варикапи. Основні електричні і експлуатаційні параметри варикапів. Тунельний діод. Вольт-амперна характеристика тунельного діоду. Використання тунельного діоду. Обернений діод. Лавинно-пролітні напівпровідникові діоди. Фотодіоди. Вентильний та діодний режими роботи фотодіодів. Модифікації фотодіодів. З'єднання сонячних елементів. Світлодіоди. Застосування світлодіодів. Лазерні діоди. Принцип дії та схеми включення лазерних діодів. Види та застосування лазерних діодів. Оптрони. Діоди Ганна. Принцип дії діоду Ганна. Магнітодіоди. Динистор. Структура, принцип дії та схеми

включення динисторів. Керований діод – тиристор. Будова, принцип дії та основні параметри тиристорів. Використання тиристорів.

**Тема 2. Біполярний транзистор.** Історія створення транзистора. Типи транзисторів. Графічне позначення транзисторів на електричних схемах. Основні параметри транзисторів. Класифікація транзисторів. Структура біполярного транзистора. Принцип дії транзистора типу  $n-p-n$ . Використання транзисторів. Основні схеми включення БТ. Схема зі спільною базою, спільним емітером та спільним колектором. Вхідна та вихідна вольт-амперні характеристики БТ. Режими роботи біполярного транзистора. Найпростіший підсилювач на  $n-p-n$  транзисторі. Емітерний повторювач. Коефіцієнт підсилення по струму. Складений «супербета» транзистор. Недоліки та переваги складеного транзистора.

**Тема 3. Польовий транзистор.** Історія створення польових транзисторів. Принцип дії польового транзистора. Класифікація польових транзисторів. Будова польового транзистора JFET з N каналом. Принцип дії JFET польових транзисторів. Схеми підключення транзисторів. Будова польового транзистору МДН (N типу). Принцип дії МДН польових транзисторів. Вольт-амперна характеристика МДН транзистора. Переваги та недоліки польових транзисторів в порівнянні з біполярними. Біполярний транзистор із ізольованим затвором IGBT.

**Тема 4. Операційний підсилювач.** Історія створення операційних підсилювачів (ОП). Загальна структура операційних підсилювачів. Ідеальний операційний підсилювач. Основні параметри ідеального ОП. Реальний ОП. Основні параметри реального ОП. Схеми включення операційних підсилювачів. Інвертуюче-, неінвертуюче- та повне включення ОП. Повторювач. Компенсація напруги зміщення ОП. Покращення параметрів ОП.

## 6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Форма навчання: денна				
	Усього	у тому числі			
лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
<b>1-й семестр</b>					
<b>Модуль 1</b>					
Тема 1. Вступ. Задачі та мета курсу.	14	2		2	4
Тема 2. Елементна база сучасної електроніки. Резистори.	14	2		4	9
Тема 3. Конденсатори.	14	2		4	9
Тема 4. Котушки індуктивності.	14	2		4	9
Тема 5. Діоди.	16	4		4	9
Модульна контрольна робота	2	2			
Разом за модуль	72	14		18	40
<b>Модуль 2</b>					
Тема 1. Різні типи діодів.	16	2		4	9

Тема 2. Біполярний транзистор	18	4		8		9
Тема 3. Польовий транзистор.	16	4		8		9
Тема 4. Операційний підсилювач	20	4		6		9
Модульна контрольна робота	2	2				
Разом за модуль	76	16		26		36
<b>Разом за семестр</b>	<b>150</b>	<b>30</b>		<b>44</b>		<b>76</b>

#### 6.4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступне заняття.	2
2	Вимірювання параметрів пасивних елементів електронних кіл	4
3	Дослідження випрямних діодів.	
4	Визначення параметрів стабілітронів та варікапів	4
5	Дослідження статичних характеристик біполярних транзисторів. Вимірювання параметрів біполярного транзистора та перевірка моделі Молла-Еберса	4
6	Залежність параметрів біполярного транзистора від режиму роботи	4
7	Дослідження статичних характеристик напівпровідникових приладів з від'ємним опором	4
8	Визначення параметрів твердотільних реле	4
9	Дослідження статичних характеристик польових транзисторів з р-п-переходом	4
10	Дослідження статичних характеристик МДН-транзисторів	4
11	Дослідження операційного підсилювача	4
12	Заключне заняття.	2
<b>Разом</b>		<b>44</b>

#### 6.5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Пасивні компоненти електричних кіл. Резистори, конденсатори, котушки індуктивності.	18
2	Мемристори	13
3	Напівпровідникові діоди. Класифікація та особливості використання	9
4	Діоди з S- та N- подібною вольт-амперною характеристикою	9
5	Біполярні транзистори. Класифікація та особливості використання.	9
6	Польові транзистори з вбудованим каналом	4
7	МДН транзистори. IGBT транзистори.	5
8	Вивчення особливостей використання операційних підсилювачів.	9
<b>Разом</b>		<b>76</b>

### 7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби навчання: мультимедійний проектор, персональний комп'ютер.

Дистанційна платформа Moodle

Прилади і матеріали:

1. Комп'ютерний клас (комп'ютерів – 5 шт., моніторів – 5 шт.)
2. Макет Texas Instruments Analog System Lab Kit PRO – 5 шт.
3. Осцилограф SIGLENT SDS 1202X-E – 2 шт.
4. Лабораторний блок живлення (10,24В) OWON ODP3033 – 1 шт.
5. Мультиметр OWON XDM3041 – 2 шт.
6. Генератор сигналів SIGLENT SDG 2082X – 1 шт.

Програмне забезпечення:

1. Texas Instruments TINA - програмне забезпечення для моделювання на основі SPICE, <https://www.ti.com/tool/TINA-TI>
2. GNUPlot - <http://www.gnuplot.info/>
3. Quite Universal Circuit Simulator - <https://sourceforge.net/projects/qucs/>
4. EveryCircuit - <https://everycircuit.com/app>
5. PartSim - <https://www.partsim.com/simulator>
6. Multisim™ for Education - <https://www.ni.com/ru-ru/shop/electronic-test-instrumentation/application-software-for-electronic-test-and-instrumentation-category/what-is-multisim/multisim-education.html>
7. EasyEDA - <https://easyeda.com/>

## 8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

### Основна література

1. Васильєва, Л. Д. Напівпровідникові прилади : підручник / Л. Д. Васильєва, Б. І. Медведенко, Ю. І. Якименко. — Київ : Кондор : Політехніка, 2018. — 388 с.
2. Твердотільна електроніка : підручник / О. В. Борисов, Ю. І. Якименко ; за заг. ред. Ю. І. Якименка. — К. : НТУУ «КПІ», 2015. — 484 с.  
[https://me.kpi.ua/downloads/Borysov\\_Yakymenko\\_TTE\\_2015.pdf](https://me.kpi.ua/downloads/Borysov_Yakymenko_TTE_2015.pdf)
3. Дружинін А.О. Твердотільна електроніка. Фізичні основи і властивості напівпровідникових приладів: Навчальний посібник. Львів. Видавництво Львівської політехніки. 2009. - 322с.
4. А.А. Горват, О.О. Молнар, В.В. Мінькович, Методи обробки експериментальних даних з використанням MS Excel: Навчальний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ, “Говерла”, 2019. – 160 с.: іл. [https://drive.google.com/file/d/1veed6-umLKRa3Jx1Wfk-24RliV\\_46YPg/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1veed6-umLKRa3Jx1Wfk-24RliV_46YPg/view?usp=sharing)
5. А.А. Горват, О.О. Молнар, В.В. Мінькович, Обробка, візуалізація та аналіз експериментальних даних з використанням пакету Origin: Навчальний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ “Говерла”, 2020. – 64 с.: іл. [https://drive.google.com/file/d/1SaKL4s5oEvfMs8FYohSlu6\\_BRspgwGA\\_/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1SaKL4s5oEvfMs8FYohSlu6_BRspgwGA_/view?usp=sharing)
6. Ю.М. Височанський, А.А. Горват, О.О. Грабар, О.О. Молнар, Ш.Б. Молнар, Ю.С. Наконечний, В.І. Феделеш, Твердотільна електроніка: Лабораторний практикум. Навчальний посібник. — Ужгород: ІВА, 2001. — 388с.  
<https://drive.google.com/file/d/0B58vUyqArFpxUUQxUXVueGctZnc/edit?usp=sharing>
7. Осадчук В.С., Осадчук О.В. Напівпровідникові діоди. Навчальний посібник — Вінниця: ВДТУ, 2002. — 162 с.  
[http://osadchuk\\_ov.vk.vntu.edu.ua/file/fc54ea7282c34282cf48a3301c8bcd15.pdf](http://osadchuk_ov.vk.vntu.edu.ua/file/fc54ea7282c34282cf48a3301c8bcd15.pdf)

8. Електронні прилади та пристрої. Частина 1. Електричні фільтри і напівпровідникові прилади: Навч. посіб. / А.М. Кулабухов, О.М. Петренко, Ю.М. Чашка. – Д.: РВВ ДНУ, 2008. – 98 с. [http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner\\_material&id=1808](http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner_material&id=1808)
9. Електроніка та мікросхемотехніка: підручник / Квітка С.О. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. – 223 с. <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/7295>
10. О.М. Воробйова, В.Д. Іванченко. Основи схемотехніки: підручник. – [2-е вид.]. – Одеса: Фенікс, 2009. – 388 с. [http://www.dut.edu.ua/uploads/1\\_142\\_89529752.pdf](http://www.dut.edu.ua/uploads/1_142_89529752.pdf)
11. В.Б.Дудикевич, Г.В.Кеньо, І. В. Петрович. Електроніка та мікросхемотехніка. Частина II: Аналогова схемотехніка (Серія “Дистанційне навчання”. № 53). Навчальний посібник. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. - 224 с.
12. В.І.Бойко, В.Я.Жуйков, А.А. Зорі та ін. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої. - 2-е видання. - К.: Освіта України. - 2010р.
13. Ю.П.Колонтаєвський, А.Г.Сосков Електроніка і мікро схемотехніка: Підручник. 2-е вид./ за ред.. А.Г.Соскова. – К.: Каравела, 2009. – 416с.
14. В.М.Приходько Комп'ютерна електроніка. Ч. 1. Аналогова схемотехніка: Навч. посібник. За ред. Приходька В. М. — Д.: ДонІЗТ, 2008. — 198 с.
15. В.І.Бойко, А.М. Гуржій, В.Я. Жуйков та ін. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн. 1. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої: Підручник. – 2-ге вид., допов. і переробл. – К.: Вища шк., 2004. – 366с.
16. В.В.Багрій, В.І.Бойко, С.П.Денисюк, та ін. Основи схемотехніки електронних систем. — К.: Вища школа, 2004. — 536 с.;

### Додаткова

1. О.М.Воробйова, В.Д.Іванченко, А.І.Палагін Методичний посібник до лабораторних робіт з курсу «Основи схемотехніки»: У двох частинах. Частина I: Аналогова схемотехніка – Одеса: ОНАЗ ім. О.С.Попова. 2005. – 72с.
2. М.С.Будіщев Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка. Підручник. – Львів: Афіша, 2001. – 424с.
3. Б.А.Мандзій, Р.Т.Желяк Основи аналогової мікросхемотехніки. Посібник для студентів радіотехнічних спеціальностей вузів України /Під редакцією д.т.н. проф. Мандзія Б.А. - Львів, "Тезаурус", 1993, 186 с. з іл.
4. Jung, Water G. Op Amp applications handbook / by Walt Jung., - Elsevier, 2004, - 895р.
5. ДСТУ 3212-95. Мікросхеми інтегровані. Класифікація та система умовних позначень.
6. ДСТУ 2399-94. Системи обробки інформації. Логічні пристрої, схеми, сигнали. Терміни та визначення.
7. ДСТУ 2383-94. Мікросхеми інтегровані. Терміни, визначення та літерні позначення електричних параметрів.
8. ДСТУ 2533-94. Системи обробки інформації. Арифметичні та логічні операції. Терміни та визначення.

### **Інформаційні ресурси в мережі Інтернет**

1. <https://www.analog.com/en/education/education-library/tutorials/analog-electronics.html>
2. <https://training.ti.com/ti-precision-labs-op-amps?context=1139747-1139745-14685>
3. <https://www.analog.com/en/education/education-library/tutorials/signals-and-systems.html#>
4. <https://easyeda.com/>
5. [https://www.circuitlogix.com/student\\_version.php](https://www.circuitlogix.com/student_version.php)

## Результати перегляду

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_\_ / 20\_\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_\_).  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_\_ від «\_\_\_» 20\_\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Височанський Ю.М.  
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_\_ / 20\_\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_\_).  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_\_ від «\_\_\_» 20\_\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Височанський Ю.М.  
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_\_ / 20\_\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_\_).  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_\_ від «\_\_\_» 20\_\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Височанський Ю.М.  
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_\_ / 20\_\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_\_).  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_\_ від «\_\_\_» 20\_\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Височанський Ю.М.  
(підпис) (Прізвище ініціали)