

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Голова Вченої ради ІКТ  
Лобанчикова Н.М.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«АНАЛОГОВА СХЕМОТЕХНІКА»**

для студентів освітнього рівня «бакалавр»  
спеціальності 163 «Біомедична інженерія»  
освітньо-професійна програма «Біомедична інженерія»  
факультет інформаційно-комп'ютерних технологій  
кафедра біоінженерії та телекомунікацій

Робочу програму схвалено на  
засіданні кафедри біомедичної  
інженерії та телекомунікацій  
протокол від « 27 » вересня 2019 р.  
№ 9

Завідувач кафедри біомедичної  
інженерії та телекомунікацій  
\_\_\_\_\_ Т.М. Нікітчук

Розробник: к.т.н., доц. кафедри біоінженерії та телекомунікацій

Коломієць Р. О.

Житомир  
2019 – 2020 н.р.

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань: 16 – «Хімічна та біоінженерія»	Нормативна (за вибором)	
Модулів – 5	Спеціальність: 163 – «Біомедична інженерія»	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 5		2019 / 2020	–
Загальна кількість годин - 150		<b>Семестр</b>	
		3-й	–
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6 самостійної роботи студента – 12,75	Освітній рівень: «бакалавр»	<b>Лекції</b>	
		32 год.	–
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		32 год.	–
		<b>Лабораторні</b>	
		32 год.	–
		<b>Самостійна робота</b>	
54 год.	–		
		<b>Індивідуальні завдання: –</b>	
		Вид контролю: КМР	

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Метою дисципліни «Аналогова схемотехніка»** є вивчення студентами принципів побудови та функціонування вузлів аналогових електронних схем, таких як підсилювачі, фільтри, перетворювачі та генератори сигналів тощо.

**Завданнями вивчення дисципліни є:**

- ознайомлення студентів з основними поняттями і принципами схемотехніки аналогових електронних вузлів;
- вивчення основних прийомів синтезу електричних аналогових схем та методик їх розрахунку;
- отримання практичних навичок роботи з сучасною компонентною базою електронної апаратури для синтезу аналогових електронних схем.

Результатом вивчення дисципліни є набуття студентами таких **компетенцій:**

ЗК-3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях та проводити дослідження на відповідному рівні.

ЗК-7. Здатність знаходити, обробляти та аналізувати інформацію з різних джерел

ЗК-9. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ФК-1. Здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів.

ФК-11. Здатність ідентифікувати, формулювати і вирішувати інженерні проблеми, пов'язані з взаємодією між живими і неживими системами.

ФК-13. Здатність застосовувати базові знання з комп'ютерного програмного забезпечення для автоматизованого проектування медичних приладів та систем.

**Програмні результати навчання:**

ПРН1. Застосовувати знання основ математики, фізики, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, основи рідин, електроніки, інформатики, аналізу сигналів, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень.

ПРН5. Вміти спілкуватися з професіоналами в області охорони здоров'я та розуміти їхні вимоги до біомедичних продуктів і послуг.

ПРН6. Здійснювати інженерний супровід і технічне обслуговування при експлуатації лабораторно-аналітичної техніки, медичних діагностичних і терапевтичних комплексів та систем, проводити обробку діагностичної інформації, здійснювати сервісне обслуговування та оформляти типову документацію за видами робіт із урахуванням Європейських директив стосовно медичної техніки і дозвільної системи МОЗ України.

## **3. Програма навчальної дисципліни**

### **Модуль 1. Схемотехніка на дискретних і пасивних компонентах**

**1. Пасивні ділянки напруги та ослаблювачі сигналів.** Резистивні та ємнісні ділянки напруги. Прецизійні підстроювальні резистори. Пасивні ослаблювачі сигналів та лінії затримки.

**2. Пасивні фільтри.** Реактивний опір. Залежність реактивного опору від частоти. Т-схеми пасивних фільтрів. П-схеми пасивних фільтрів. Перетворення ФНЧ у ФВЧ і навпаки.

**3. Діодні схеми.** Однопівперіодна, двопівперіодна та мостова схеми випрямлячів. Схема подвоєння напруги. Послідовне та паралельне з'єднання діодів.

### **Модуль 2. Схемотехніка пристроїв на біполярних транзисторах**

**4. Біполярні транзистори.** Підсилювальні каскади на основі схем із спільним емітером, спільною базою та спільним колектором.

**5. Генератори на БТ.** Мультивібратори. RC-генератори. Блокінг-генератори

**6. Джерела струму.** Робота каскаду на БТ на низькоомне навантаження.

### **Модуль 3. Схемотехніка пристроїв на польових транзисторах**

**7. Польові транзистори.** Особливості класифікації та області застосування. Вихідні та передавальні характеристики ПТ.

**8. Підсилювальні каскади на ПТ.** Підсилювальні каскади на основі схем із спільним витоком, спільним затвором та спільним стоком.

**9. Взаємозамінність польових та біполярних транзисторів.** Варіанти схем з ПТ та БТ. Особливості використання схем на ПТ в якості джерел струму та їх робота на низькоомне навантаження.

### **Модуль 4. Операційні підсилювачі**

**10. Параметри та характеристики ОП.** Особливості переваги використання ОП. Вхідні та вихідні характеристики. Шуми ОП. Коефіцієнт підсилення ОП.

**11. Основні схеми включення ОП.** Інвертуюча та неінвертуюча схеми включення ОП. Особливості схем з однополярним живленням. Компаратори сигналів на ОП.

**12. Основи теорії зворотного зв'язку.** Передавальна функція. Глибина зворотного зв'язку та коефіцієнт зворотного зв'язку. Діаграми Боде.

### **Модуль 5. Схемотехніка пристроїв на операційних підсилювачах**

**13. Активні фільтри.** Апроксимація АЧХ. Фільтри Баттерворта, Чебишева та Бесселя. Використання діаграм Боде для аналізу роботи активних фільтрів. Порядок фільтра та схема синтезу фільтра.

**14. Методики розрахунку активних фільтрів.** Схема Саллена Кея. Схема з багатопетльовим зворотним зв'язком. Схеми режекторних фільтрів.

**15. Генератори сигналів на основі операційних підсилювачів.** Використання позитивного зворотного зв'язку для генерації сигналів. Критерій Баркхаузена. Схема з подвійним T-мостом та мостом Віна. Генератор Бубба. Квадратурний генератор.

**16. Підсилювачі та перетворювачі сигналів на ОП.** Обмеження коефіцієнту підсилення. Нелінійні (частотні) спотворення сигналів та методи їх компенсації. Аналоговий суматор. Підсилювач з логарифмічною характеристикою. Підсилювач з автоматичним регулюванням коефіцієнту підсилення.

#### 4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Кредитні модулі	Змістовні модулі	Кількість годин				
		Всього	Лекції	Практичні	Лабораторні	Самостійна робота
1	2	3	4	5	6	7
<b>Модуль 1. Схемотехніка на дискретних і пасивних компонентах</b>						
№1	1. Пасивні дільники напруги та ослаблювачі сигналів.	8	2	2	-	4
	2. Пасивні фільтри.	10	2	-	4	4
	3. Діодні схеми.	12	2	2	4	4
	<i>Разом змістовий модуль 1</i>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>12</b>
<b>Модуль 2. Схемотехніка пристроїв на біполярних транзисторах</b>						
№2	4. Біполярні транзистори.	12	2	2	4	4
	5. Генератори на БТ.	12	2	2	4	4
	6. Джерела струму.	6	2	-	-	4
	<i>Разом змістовий модуль 2</i>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>12</b>
<b>Модуль 3. Схемотехніка пристроїв на польових транзисторах</b>						
№3	7. Польові транзистори.	8	2	2	-	4
	8. Підсилювальні каскади на ПТ.	16	2	2	4	8
	9. Взаємозамінність польових та біполярних транзисторів.	6	2	-	-	4
	<i>Разом змістовий модуль 3</i>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>16</b>
<b>Модуль 4. Операційні підсилювачі</b>						
№4	10. Параметри та характеристики ОП.	6	2	-	-	4
	11. Основні схеми включення ОП.	12	2	2	4	4
	12. Основи теорії зворотного зв'язку.	12	2	2	-	8
	<i>Разом змістовий модуль 4</i>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>16</b>
<b>Модуль 5. Схемотехніка пристроїв на операційних підсилювачах</b>						
№5	13. Активні фільтри.	8	2	-	4	2
	14. Методи розрахунку активних фільтрів.	7	2	2	-	3
	15. Генератори сигналів на основі операційних підсилювачів.	8	2	-	4	2
	16. Підсилювачі та перетворювачі сигналів на ОП.	7	2	2	-	3
	<i>Разом змістовий модуль 5</i>	<b>30</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
<b>ВСЬОГО</b>		<b>150</b>	<b>32</b>	<b>20</b>	<b>32</b>	<b>66</b>

### 5. Темі практичних занять

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Пасивні ділянки напруги та ослаблювачі сигналів	2
2.	Діодні схеми	2
3.	Біполярні транзистори	2
4.	Генератори на БТ	2
5.	Польові транзистори	2
6.	Підсилювальні каскади на ПТ	2
7.	Основні схеми включення ОП	2
8.	Основи теорії зворотного зв'язку. Діаграми Боде	2
9.	Основні схеми включення ОП	2
10.	Основи теорії зворотного зв'язку. Розрахунок коефіцієнту та глибини ЗЗ	2
11.	Методики розрахунку активних фільтрів. Схема Саллена –Кея.	2
12.	Методики розрахунку активних фільтрів. Схема з багатопетлевим зворотним зв'язком	2
13.	Підсилювачі та перетворювачі сигналів на ОП	2
14.	Генератори синусоїдальних сигналів на ОП	2
15.	Генератори прямокутних сигналів на ОП	2
16.	Генератори сигналів спеціальної форми на ОП	2
РАЗОМ		<b>32</b>

### 6. Темі лабораторних занять

№	Назва теми	Кількість годин
1	Діодні випрямлячі	4
2	Підсилювачі сигналів на біполярних транзисторах	4
3	Генератори на БТ (мультивібратор та RC-генератор)	4
4	Підсилювальні каскади на польових транзисторах	4
5	Основні схеми включення ОП	4
6	Активний фільтр. Схема Саллена –Кея.	4
7	Активний фільтр. Схема з багатопетлевим зворотним зв'язком	4
8	Генератори синусоїдальних сигналів на ОП	4
РАЗОМ		<b>32</b>

### 7. Завдання для самостійної роботи

№	Назва теми	Кількість годин
1	Схемотехніка на дискретних і пасивних компонентах	12
2	Схемотехніка пристроїв на біполярних транзисторах	12
3	Схемотехніка пристроїв на польових транзисторах	16
4	Операційні підсилювачі	16
5	Схемотехніка пристроїв на операційних підсилювачах	10
РАЗОМ		<b>66</b>

### 8. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не передбачені програмою дисципліни

### 9. Методи контролю

Кредитна модульна робота проводиться у вигляді письмової аудиторної роботи. До складу роботи входять теоретичні і практичні завдання у тестовій формі

### 10. Схема нарахування балів

#### Рекомендована шкала меж позитивних оцінок

Модулі та їх елементи	Форма контролю	Максимальна кількість балів
<b>Змістовий модуль 1. «Схемотехніка на дискретних і пасивних компонентах»</b>		
Лекції 1-3 по темам 1-3	Модульна контрольна робота №1	20
<b>Разом за змістовий модуль 1</b>		<b>20</b>
<b>Змістовий модуль 2. «Схемотехніка пристроїв на біполярних транзисторах»</b>		
Лекції 3-6 по темам 3-6 Практичні роботи 1-2	Модульна контрольна робота №2	20
<b>Разом за змістовий модуль 2</b>		<b>20</b>
<b>Змістовий модуль 3. «Схемотехніка пристроїв на польових транзисторах»</b>		
Лекції 7-9 по темам 7-9 Практичні роботи 3-4	Модульна контрольна робота №3	20
<b>Разом за змістовий модуль 3</b>		<b>20</b>
<b>Змістовий модуль 4. «Операційні підсилювачі»</b>		
Лекції 10-13 по темам 10-13 Практичні роботи 5-6	Модульна контрольна робота №4	20
<b>Разом за змістовий модуль 4</b>		<b>20</b>
<b>Змістовий модуль 5. «Схемотехніка пристроїв на операційних підсилювачах»</b>		
Лекції 14-16 по темам 14-16 Практичні роботи 7-8	Модульна контрольна робота №5	20
<b>Разом за змістовий модуль 5</b>		<b>20</b>
<b>Іспит</b>		<b>100</b>
<b>Оцінка по дисципліні</b>		<b>100</b>

#### 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
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни



## 11. Рекомендована література

### *Основна література*

1. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники – М.: Изд-во БИНОМ. 2014 – 704 с.
2. Картер Б., Манчини Р. Операционные усилители для всех – М.: Додэка-XXI, 2011. – 544 с.

### *Допоміжна література*

3. Наундорф У. Аналоговая электроника. Основы, расчёт, моделирование – М.: Техносфера, 2008. – 472 с.
4. Схемотехніка електронних систем. У 3-х 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. – 366 с.

### *Інформаційні ресурси в Інтернеті*

4. [http://www.who.int/diagnostic\\_imaging/imaging\\_modalities/ru/](http://www.who.int/diagnostic_imaging/imaging_modalities/ru/)
5. [http://www.who.int/diagnostic\\_imaging/publications/en/](http://www.who.int/diagnostic_imaging/publications/en/)
6. [http://www.ime-istituto.ru/research/dermatodiagnostika/ultrazvukovaya\\_vizualizatsiya\\_vysokogo\\_razresheniya/](http://www.ime-istituto.ru/research/dermatodiagnostika/ultrazvukovaya_vizualizatsiya_vysokogo_razresheniya/)
7. <http://www.ineum.ru/proektirovanie-kompyuterizovannykh-medicinskikh-diagnosticheskikh-kompleksov-s-primeneniem-imitacionnykh-modelej>
8. <http://www.usclub.ru/patient/article/view/novye-kontrastnye-vesestva-povysaut-kacestvo-vizualizacii-pri-uzi>
9. <https://habrahabr.ru/post/309152/>
10. [https://www.rmj.ru/articles/khirurgiya/Sovremennye\\_tehnologii\\_i\\_protokoly\\_molekulyarnoy\\_vizualizacii\\_molecular\\_imaging\\_v\\_praktike\\_endohirurgii\\_tochka\\_zreniya/](https://www.rmj.ru/articles/khirurgiya/Sovremennye_tehnologii_i_protokoly_molekulyarnoy_vizualizacii_molecular_imaging_v_praktike_endohirurgii_tochka_zreniya/)
11. <http://um.co.ua/2/2-2/2-20220.html>