

# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

**Фізичний**  
(назва факультету)

Кафедра **експериментальної фізики**



## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОНІКИ

для студентів

галузь знань 10. Природничі науки

спеціальність 104. фізика та астрономія

освітній рівень бакалавр

освітня програма фізика

спеціалізація \_\_\_\_\_  
(назва спеціалізації)

вид дисципліни обов'язкова

Форма навчання	очна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	4
Кількість кредитів ECTS	5
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
форма заключного контролю	іспит

Викладач: Мягченко Ю.О.

Пролонговано: на 2022/2023 н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «30» 09 2022 р

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_»\_\_ 20\_\_ р

Київ 2021

Розробники<sup>1</sup>: Мягченко Юрій Олександрович, доцент кафедри експериментальної фізики,  
кандидат фіз.-мат. наук (лектор)


ЗАТВЕРДЖЕНО  
Зав. кафедри експериментальної фізики

  
(підпис) (Дмитрук І.М.)  
(прізвище та ініціали)

Протокол засідання кафедри №11 від 15.06.2021 року

Схвалено науково – методичною комісією фізичного факультету

Протокол від “22” 06 20 21 року № 4

Голова науково – методичної комісії  (Олег ОЛІХ)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

---

<sup>1</sup> Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри (циклової комісії – для коледжів), науково-методичної комісії факультету/інституту (раді навчального закладу - коледжу), підписується завідувачем кафедри (головою циклової комісії), головою науково-методичної комісії факультету/інституту (головою ради) і затверджується заступником декана/директора інституту з навчальної роботи (заступником директора коледжу).

**Мета дисципліни** – є ознайомлення із сучасними досягненнями в галузі електроніки та зв'язку, отримання глибоких та систематичних знань, що включає засвоєння основних фізичних законів

## 2. Попередні вимоги до опанування або вибору до навчальної дисципліни

1. *Знати* представлення сигналів і їх перетворення пасивними та активними радіоелектронними пристроями, будова та принцип дії сучасних радіоелектронних елементів ( напівпровідникові діоди, транзистори, прилади з перенесенням зв'язаного заряду)

2. *Уміти* обирати методи, прийоми аналізу взаємодії сигналів з пасивними та активними чотириполюсниками, набути навичок самостійного використання і застосування підсилювачів та генераторів,.

3. *Володіти елементарними навичками* володіти основами комп'ютерного моделювання аналогових радіоелектронних пристроїв

**3. Анотація навчальної дисципліни:** Нормативна навчальна дисципліна "Основи електроніки" є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр". Дисципліна "Основи електроніки" є базовою нормативною дисципліною для спеціальності 6.070100 "фізика", що вивчається в четвертому семестрі в обсязі **5** кредитів за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS. Загальне навантаження становить **180** години, в тому числі: **85** годин аудиторних занять (з них **34** годин лекцій і **51** годин лабораторних занять) та **95** години самостійної роботи.

**4. Завдання (навчальні цілі)** ознайомитись із сучасними досягненнями в галузі електроніки та зв'язку, отримати глибокі та систематичні знання, що включає засвоєння основних фізичних законів, оволодіння методами і принципами як теоретичного розв'язку фізичних задач, так і планування та виконання фізичного експерименту.

## 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2.вміти; 3.комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та порогий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	1.1 Радіоелектроніка в фізичному експерименті. Комп'ютерне моделювання в радіоелектроніці.	<i>Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота</i>	<i>Проміжна контрольна робота, самостійна робота, іспит</i>	5
	1.2 Елементи радіоелектронних кіл та методи аналізу цих кіл	<i>Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота</i>	<i>Проміжна контрольна робота, самостійна робота, іспит</i>	5
	1.3 Перехідні процеси, частотні характеристики та резонанси в лінійних колах	<i>Лекції, лабораторні роботи,</i>	<i>Проміжна контрольна робота, самостійна робота,</i>	6

		<i>самоcтійна робота</i>	<i>іспит</i>	
1.4 Чотириполюсники та фільтри	<i>Лекції, лабораторні роботи, самоcтійна робота</i>	<i>Проміжна контрольна робота, самоcтійна робота, іспит</i>		4
1.5 Енергетичні зони в твердому тілі. Контактні явища	<i>Лекції, лабораторні роботи, самоcтійна робота</i>	<i>Проміжна контрольна робота, самоcтійна робота, іспит</i>		5
1.6 Електронні прилади з одним випрямляючим переходом	<i>Лекції, лабораторні роботи, самоcтійна робота</i>	<i>Проміжна контрольна робота, самоcтійна робота, іспит</i>		5
1.7 Біполярні та канальні польові транзистори	<i>Лекції, лабораторні роботи, самоcтійна робота</i>	<i>Проміжна контрольна робота, самоcтійна робота, іспит</i>		6
1.8 Транзистори з ізольованим затвором та прилади із переносом зв'язаних зарядів	<i>Лекції, лабораторні роботи, самоcтійна робота</i>	<i>Проміжна контрольна робота, самоcтійна робота, іспит</i>		5
1.9 Напівпровідникові прилади з чотирма р-п переходами	<i>Лекції, лабораторні роботи, самоcтійна робота</i>	<i>Проміжна контрольна робота, самоcтійна робота, іспит</i>		3
1.10 Класифікація та основні характеристики транзисторних підсилювачів	<i>Лекції, лабораторні роботи, самоcтійна робота</i>	<i>Проміжна контрольна робота, самоcтійна робота, іспит</i>		4
1.11 Схеми підсилювачів на транзисторах	<i>Лекції, лабораторні роботи, самоcтійна робота</i>	<i>Проміжна контрольна робота, самоcтійна робота, іспит</i>		5
1.12 Підсилювачі постійного струму, підсилювачі потужності	<i>Лекції, лабораторні роботи, самоcтійна робота</i>	<i>Проміжна контрольна робота, самоcтійна робота, іспит</i>		3
1.13 Операційні підсилювачі	<i>Лекції,</i>	<i>Проміжна</i>		6

		<i>лабораторні роботи, самостійна робота</i>	<i>контрольна робота, самостійна робота, іспит</i>	
	1.14 Генератори гармонічних коливань	<i>Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота</i>	<i>Проміжна контрольна робота, самостійна робота, іспит</i>	4
	1.15 Генератори імпульсів	<i>Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота</i>	<i>Проміжна контрольна робота, самостійна робота, іспит</i>	4
<b>2</b>	2.1 Експериментально досліджувати властивості чотириполюсників,	<i>Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота</i>	<i>Опитування в процесі лабораторних робіт, проміжна контрольна робота, самостійна робота, іспит</i>	5
	2.2 Аналізувати чотириполюсники методом комп'ютерного моделювання	<i>Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота</i>	<i>Опитування в процесі лабораторних робіт, проміжна контрольна робота, самостійна робота, іспит</i>	5
	2.3 Подавати результати вимірювань, розрахунків у вигляді графіків та застосовувати їх для аналізу	<i>Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота</i>	<i>Опитування в процесі лабораторних робіт, проміжна контрольна робота, самостійна робота, іспит</i>	5
	2.4 Досліджувати вольт-амперні характеристики напівпровідникових діодів і транзисторів експериментально та за допомогою комп'ютерного моделювання	<i>Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота</i>	<i>Опитування в процесі лабораторних робіт, проміжна контрольна робота, самостійна робота, іспит</i>	5
	2.5 Досліджувати характеристики підсилювачів та генераторів експериментально та за допомогою комп'ютерного	<i>Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота</i>	<i>Опитування в процесі лабораторних робіт, проміжна контрольна робота, самостійна робота,</i>	5

моделювання	<i>іспит</i>
-------------	--------------

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	1	2
<b>Програмні результати навчання</b>		
ПРН01. Використовувати концептуальні та спеціалізовані знання і розуміння актуальних проблем і досягнень обраних напрямів сучасної теоретичної і експериментальної фізики для розв'язання складних задач і практичних проблем.	+	+
ПРН03. Застосовувати сучасні теорії наукового менеджменту та ділового адміністрування для організації наукових та прикладних досліджень в області фізики та астрономії.	+	+
ПРН07. Оцінювати новизну та достовірність наукових результатів з обраного напрямку фізики, оприлюднених у формі публікацій чи усної доповіді.	+	+
ПРН09. Аналізувати та узагальнювати наукові результати з обраного напрямку фізики, відслідковувати найновіші досягнення в цьому напрямі, взаємокорисно спілкуючись із колегами	+	+
ПРН10. Відшукувати інформацію і дані, необхідні для розв'язання складних задач фізики та астрономії, використовуючи різні джерела, наукові видання, наукові бази даних тощо, оцінювати та критично аналізувати отримані інформацію та дані.	+	+
ПРН14. Розробляти та викладати фізичні та астрономічні навчальні дисципліни у закладах вищої, фахової передвищої, професійної (професійно-технічної), загальної середньої та позашкільної освіти, застосовувати сучасні освітні технології та методики, здійснювати необхідну консультативну та методичну підтримку здобувачів освіти.	+	+
ПРН25 Мати навички самостійного прийняття рішень стосовно їх освітніх траєкторій та професійного розвитку.	+	+

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1 Форми оцінювання студентів:

#### - семестрове оцінювання:

1. I тест : 3 бали/0 балів

2. Контрольна робота з I-ї теми : 10 балів/3 бали

3. II тест з II-ї теми : 7балів/0 балів

4. Лабораторні роботи (7роботи) -3 бали/1 бал за кожену

#### - підсумкове оцінювання (у формі екзамену, диференційованого заліку) екзамен, максимальна кількість балів - 60

- умови допуску до підсумкового екзамену: студент не допускається до екзамену якщо під час семестру набрав менше, ніж 10 балів.

### 7.2 Організація оцінювання:

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

У змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1 - 9, а у змістовий модуль 2 (ЗМ2) – теми10-17 .

Обов'язковим для заліку є виконання усіх лабораторних робіт

Оцінювання за формами контролю<sup>1</sup>:

	<b>ЗМІ</b>		<b>ЗМ ХХ</b>	
	<i>Min. – балів</i>	<i>Max. – бали</i>	<i>Min. – бали</i>	<i>Max. – балів</i>
Модульна контрольна робота 1	6	10	6	10
Модульна контрольна робота 2	6	10	6	10
«3» – мінімальна/максимальна оцінку, яку може отримати студент. 1 – мінімальна/максимальна залікова кількість робіт чи завдань.				

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Відмінно/ Excekkent</b>	90 - 100
<b>Добре/ Good</b>	75 - 89
<b>Задовільно/ Satisfactory</b>	60 - 74
<b>Незадовільно/ Fail</b>	0 - 59
<b>Зараховано/ Passed</b>	60 - 100
<b>Не зараховано/ Fail</b>	0 - 59

### 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план занять

№ лекції	Норма і назва теми	Кількість годин		
		лекції	лаб. роб.	самост. робота
<b>Частина 1. Радіотехнічні кола та сигнали</b>				
1	Радіоелектроніка в фізичному експерименті. Комп'ютерне моделювання в радіоелектроніці.	1		
2	Елементи радіоелектронних кіл та методи аналізу цих кіл	1		6
3	Перехідні процеси, частотні характеристики та резонанси в лінійних колах	2		6
4	Чотириполюсники та фільтри	2	9	6
<b>Частина 2. Електронні прилади</b>				
5	Енергетичні зони в твердому тілі. Контактні явища	2		5
6	Електронні прилади з одним випрямляючим переходом	2	9	6
7	Біполярні та каналні польові транзистори	2	9	6
8	Транзистори з ізольованим затвором та прилади із переносом зв'язаних зарядів	2		6
9	Напівпровідникові прилади з чотирма р-п переходами	2		6
<b>Частина 3. Схеми радіоелектроніки із дискретними елементами</b>				
10	Класифікація та основні характеристики транзисторних підсилювачів	2		6
11	Схеми підсилювачів на транзисторах	2	9	6

<sup>1</sup> Див. Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу від 1 жовтня 2010 року, а також Розпорядження ректора «Про методику розрахунку підсумкової оцінки дисциплін, які читаються два і більше семестри» від 29 вересня 2010 року

12	Підсилювачі постійного струму, підсилювачі потужності	2	3	6
<b>Частина 4. Інтегральні схеми радіоелектроніки</b>				
13	Операційні підсилювачі	2	6	6
14	Генератори гармонічних коливань	2	6	6
15	Генератори імпульсів	2		6
<b>Частина 5. Елементи цифрової схемотехніки</b>				
16	Базові елементи цифрової електроніки	2		6
17	Інтегральні цифрові схеми	2		6
<b>Всього</b>		<b>30</b>	<b>51</b>	<b>95</b>

Загальний обсяг год. -**180**, в тому числі:

Лекцій – **30 год.**

Лабораторних занять – **51 год.**

Самостійна робота - **95 год**

### **9.Рекомендовані джерела**

#### **Основна:**

1. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Радио и связь, 1986.
2. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы. М.; Высш.шк., 1987.- 479с.
3. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. М.: Мир, 1982.
4. Слободянюк О.В., Мягченко Ю.О., Кравченко В.М. Методичні вказівки до практикуму “Основи радіоелектроніки” для студентів фізичного факультету. К.:, 2007, - 120с.
5. Мягченко Ю.О., Дулич Ю.М., Хачатрян А.В. Вивчення радіоелектронних схем методом комп’ютерного моделювання (методичне видання). К.:, 2006, 40с.

#### **Додаткова:**

6. Викулин И.М., Стафеев В.И. Физика полупроводниковых приборов. М., ; Радио и связь, 1990.- 264с.
7. Жеребцов И.П. Основы электроники. Л.; Энергоатомиздат,1990.-352с.
8. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. т.1,2. М.: Мир, 1984.



# ПРАКТИКУМ З ОСНОВ ЕЛЕКТРОНІКИ

**1. Мета дисципліни** полягає засвоєнні основ сучасних теоретичних і практичних знань з курсу «Основи електроніки». Це включає в себе знання основних фундаментальних закономірностей електромагнітних явищ та важливих прикладних аспектів, означень основних фізичних величин, що вводяться в курсі, формулювання фізичних законів. Проведення експериментальних дослідів з метою практичного підтвердження окремих теоретичних положень навчальної дисципліни, набуття практичних навичок роботи з лабораторним устаткуванням, обладнанням. Тим самим *підкреслюється експериментальний характер фізики та науки загалом.*

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

*1.Знати* основні фундаментальні закономірності електромагнітних явищ та важливі прикладні аспекти. Означення основних фізичних величин, що вводяться в курсі. Формулювання фізичних законів.

*2.Вміти* сформулювати основні принципи та закони електроніки, пояснити їх фізичний зміст. Самостійно виконувати лабораторні роботи з курсу основи електроніки, вміти обробляти та пояснювати отримані результати, розраховувати похибки вимірювань та формулювати висновки. Самостійно працювати з навчально-методичною та довідковою літературою з основ електроніки.

*3. Володіти елементарними навичками* роботи з вимірювальними приладами; пошуку та аналізу табличних даних, роботи з програмним забезпеченням для обробки даних, роботи в групі.

## **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Навчальна дисципліна «**Практикум з основ електроніки**» є складовою частиною вивчення *базової нормативної* дисципліни - загального курсу «**Основи електроніки**». Формою викладання дисципліни «Практикум з основ електроніки» є лабораторні роботи. Заняття проводяться паралельно з курсом «Основи електроніки», який включає в себе лекції та практичні заняття, у відповідності до його програми. Тематика лабораторних робіт дозволяє більш успішно опанувати такі основні розділи курсу «Основи електроніки»:

1. Вплив пасивних фільтрів на гармонічні та прямокутні сигнали.
2. Вольт-амперні характеристики напівпровідникових діодів.
3. Вольт-амперні характеристики транзисторів.
4. Підсилювачі на транзисторах. Операційні підсилювачі та генератори.

Лабораторні роботи представлені в достатній кількості установок для фронтального виконання за темою, яка викладається в лекційному курсі. Крім того студенти мають можливість досліджувати радіоелектронні схеми методом комп'ютерного моделювання. Теоретичні відомості в описах до лабораторних робіт викладено стисло, тому для глибшого вивчення деяких теоретичних питань потрібно опрацювати рекомендовану літературу.

Для роз'яснення незрозумілих питань перед початком лабораторного заняття викладач може провести коротку *консультацію*.

## **4. Завдання (навчальні цілі):**

- розвиток навичок студентів самостійно працювати та застосовувати теоретичні знання для вирішення практичних задач;
- засвоєння методів і прийомів фізичних вимірювань та оволодіння практичними навичками користування лабораторним устаткуванням, вміння аналізувати отримані результати;

- вміння застосовувати математичний апарат для обробки отриманих результатів експерименту; оволодіння культурою запису та представлення отриманої інформації у вигляді графіків, таблиць;
- набуття та розвиток навичок комунікації, роботи в групі;
- розвиток абстрактного та критичного мислення для подальшого застосування в науковій роботі.

#### 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	1.1. Основні фундаментальні закономірності електромагнітних явищ та важливі прикладні аспекти	Захист лабораторної роботи	-	40%
	1.2. знати про взаємозв'язок окремих явищ і процесів	Захист лабораторної роботи		30%
	1.3. про складності проведення вимірювань, точності отримання результатів та джерела імовірних похибок	Письмове оформлення лабораторної роботи		
	1.4. загальні правила безпеки при проведенні експериментальних досліджень	Вступна лекція Інструктаж		
2	2.1 представляти та аналізувати одержані результати	Захист лабораторної роботи		25%
	2.2 працювати з нескладним експериментальним устаткуванням, оцінювати похибки вимірювання	Проведення експерименту		
	2.3. обробляти та пояснювати отримані результати	Захист лабораторної роботи		5%
	2.4. оцінювати порядки величин, що досліджуються, їх точність та ступінь достовірності, розраховувати похибки вимірювань та формулювати висновки	Оформлення лабораторної роботи,		
	2.5. самостійно працювати з навчальною, навчально-методичною та довідковою літературою з електрики.	Захист лабораторної роботи		
3	3.1. вміти працювати у групі;	Проведення експерименту		
	3.2. вміти вислуховувати співрозмовника та розуміти його точку зору.	Захист лабораторної роботи		
4.	4.1. нести особисту відповідальність за виконання правил безпеки, самостійну роботу з лабораторним устаткуванням	Проведення експерименту		
	4.2. розвиток навичок студентів автономно працювати та застосовувати свої теоретичні знання для виконання	Проведення експерименту		

експериментального завдання			
-----------------------------	--	--	--

## 7. Схема формування оцінки.

Схема формування оцінки здійснюється за рейтинговою системою.

Рейтинг кожної роботи складається з **10 балів**:

- підготовка до виконання лабораторної роботи (щоб отримати допуск до виконання треба вміти відповісти на контрольні запитання щодо виконання роботи, знати мету роботи та мати протокол з теоретичними відомостями) - **1 бал**  
**Без попередньої підготовки студент не допускається до виконання лабораторної роботи.**
- виконання роботи та отримання експериментальних даних, кількість та якість вимірів – **2 бали**
- оформлення протоколу, обробка експериментальних даних: обчислення величин, похибок; пояснення розбіжностей і похибок у висновку – **3 бали**
- знання та розуміння матеріалу за темою роботи, що захищається – **4 бали**

**При виставленні балів** враховуються:

якість виконання та оформлення лабораторних робіт;  
знання та розуміння матеріалу відповідної теми при захисті лабораторних робіт;  
якість самостійної роботи студента при виконанні відповідних завдань для самостійної роботи.

Обов'язковим для заліку є виконання та захист **8** лабораторних робіт. Студент максимально може отримати **100** балів

### 7.1 Форми оцінювання студентів:

- 1.Письмове оформлення лабораторної роботи.
- 2.Усна відповідь.

### семестрове оцінювання:

Студент, який виконав три роботи та не захистив жодної з них до наступної роботи не допускається.

Лабораторні роботи (8 робіт): РН -100 балів

**підсумкове оцінювання (у формі екзамену/комплексного екзамену, диференційованого заліку)<sup>2</sup>:** диференційований залік

### умови допуску до підсумкового екзамену з курсу «Онови електроніки»:

Отримання заліку з дисципліни «Практикум з основ електроніки» з рейтингом не менше ніж 60 балів. При невиконанні лабораторних робіт в повному обсязі, або виконанні з кількістю балів, меншою 60, студент до іспиту з курсу «Основ електроніки» не допускається.

**7.2 Організація оцінювання:** (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтовного графіку оцінювання). Оцінювання проводиться впродовж одного семестру, після виконання та захисту лабораторної роботи. Для захисту лабораторної роботи студент має подати

письмовий звіт про виконання відповідної лабораторної роботи, в якому крім даних попередньої підготовки мають бути первісні дані експерименту, кінцеві показники експерименту – формула та результат обчислення шуканої величини, похибки, відповідні графіки, висновки відносно методики вимірювань і знайдених закономірностей, а також відповіді на основні питання за темою роботи.

## Основні контрольні запитання для захисту лабораторних робіт з основ електроніки

**Робота №1.** Вимірювання характеристик електричних сигналів за допомогою осцилографа  
Поясніть, як утворюється зображення на екрані електронно-променевої трубки?

Які функції виконують генератор розгортки та схема синхронізації осцилографа?

Що таке електричний сигнал? Які параметри характеризують гармонічний сигнал та сигнал у вигляді послідовності прямокутних імпульсів?

Які характеристики електричних сигналів можна вимірювати за допомогою одноканального осцилографа? двоканального осцилографа?

Для чого корпуси всіх приладів (генераторів, осцилографів) повинні бути заземленими?

Виведіть формулу для визначення зсуву фаз між двома гармонічними коливаннями, що утворюють фігуру Лісажу?

Коли раціональніше застосовувати схему з реостатом і коли – схему з подільником напруги?

Яку електричну схему потрібно зібрати для того, щоб можна було лінійно змінювати напругу на опорі-навантаженні?

**Робота №2.** Проходження сигналів через пасивні лінійні чотириполюсники

Що таке чотириполюсник? У чому полягає відмінність лінійного чотириполюсника від нелінійного? Активного від пасивного?

Назвіть види стандартних сигналів, суперпозицією яких можна представити будь-який періодичний сигнал.

Поясніть відмінність між частотною, імпульсною та перехідною характеристиками чотириполюсника. Як вони пов'язані між собою?

Що називається спектром сигналу? Для яких сигналів спектр буде дискретним, а для яких неперервним?

Які пасивні чотириполюсники називаються фільтрами електричних сигналів? Що таке АЧХ і ФЧХ фільтрів?

Виведіть формули для АЧХ і ФЧХ фільтрів нижніх частот, верхніх частот та смугового фільтра

Яким чином при одночасному спостереженні на екрані двоканального осцилографа вхідного і вихідного сигналів деякого фільтра можна визначити його тип (фільтр НЧ чи ВЧ)?

Яким чином за допомогою методу фігур Лісажу можна виміряти АЧХ і ФЧХ фільтрів?

Поясніть форму вихідних сигналів нижніх і верхніх частот при подачі на їх вхід сигналів сигналу у вигляді послідовності прямокутних імпульсів

Чому фільтр нижніх частот називають інтегрувальною ланкою, а фільтр верхніх частот – диференціальною?

## Робота №3. Напівпровідникові діоди

- 1 Напівпровідники *n*- та *p*-типу. Основні та неосновні носії заряду в таких напівпровідниках
- 2 *p-n* перехід. Власне електричне поле переходу. Контактна різниця потенціалів. Дифузійний та дрейфовий струми.
- 3 Пряме та зворотне включення *p-n* переходу. Рух основних та неосновних носіїв через *p-n* перехід під дією прямої та зворотної напруги.
- 4 Вольт-амперна характеристика (ВАХ) випрямлювального діода, її залежність від температури. Застосування випрямлювальних діодів в техніці.
- 5 Оборотний та необоротний електричний пробій *p-n* переходу. ВАХ стабілітрона. Застосування стабілітрона.
- 6 Тунельний ефект. Енергетична діаграма та ВАХ тунельного діода. Застосування тунельних діодів.
- 7 Випромінювальна рекомбінація носіїв заряду в напівпровідниках. Принцип роботи і

застосування світлодіодів.

- 8 Внутрішній фотоефект у напівпровідниках. Принцип роботи і застосування фотодіодів. Сонячні батареї.

#### Робота №4. Транзистори

- 1 Будова, типи та умовні позначення біполярних транзисторів
- 2 Принцип роботи біполярного транзистора. Зв'язок між величинами струмів емітера, бази та колектора.
- 3 Схема включення біполярних транзисторів зі спільною базою та зі спільним емітером. Яка з цих схем забезпечує підсилення струму? Статичний та диференціальний коефіцієнти підсилення транзистора за струмом
- 4 Вхідні та вихідні характеристики біполярного транзистора в схемі зі спільним емітером. Пояснити форму вихідних характеристик транзистора для такої схеми.
- 5 Будова, типи та умовні позначення польових транзисторів.
- 6 Схема включення та принцип дії польового транзистора з  $p-n$  переходом..
- 7 Вихідні (стокові) та стокотворні характеристики польового транзистора з  $p-n$  переходом. Напряга насичення, напряга відсічки. Крутизна характеристики.

Принцип роботи з ізольованим затвором. Стокові та стокотворні характеристики такого транзистора.

#### Робота №5. Підсилювачі на транзисторах

- 1 Забезпечення початкових умов роботи підсилювача на транзисторі (розглянути конкретний приклад). Правила побудови навантажної прямої і вибору робочої точки підсилювача.
- 2 Диференціальний опір база-емітерного переходу  $r_e$ . Формула Еберса-Мола. Диференціальний опір база-колектор переходу  $r_k$ . Об'ємний опір бази  $r_b$ . Типові значення цих опорів в активному режимі роботи транзистора.
- 3 Схема і принцип роботи найпростішого підсилювача з встановленням робочого режиму транзистора за допомогою струму бази. Вимірювання і розрахунок коефіцієнта підсилення за напругою.
- 4 Схема і принцип стандартного підсилювача з встановленням робочого режиму транзистора за допомогою напруги на базі. Для чого паралельно опору  $R_e$  підключають ємність  $C_e$ ?
- 5 Схема і принцип роботи емітерного повторювача. Коефіцієнти підсилення за напругою і за струмом для такої схеми. Для чого використовуються емітерні повторювачі?
- 6 Означення диференціального підсилювача. Характеристики ідеального диференціального підсилювача.
- 7 Основна схема диференціального підсилювача. Яким умовам повинні задовольняти елементи такої схеми?
- 8 Диференціальний (різницевий) вхідний сигнал диференціального підсилювача. Коефіцієнт підсилення диференціального сигналу, його вимірювання і розрахунок.
- 9 Синфазний вхідний сигнал диференціального підсилювача. Коефіцієнт передачі синфазного сигналу, його вимірювання і розрахунок.
- 10 Коефіцієнт послаблення синфазного сигналу диференціального підсилювача, його вимірювання і розрахунок.

#### Робота №6. Операційні підсилювачі з негативним зворотним зв'язком

- 1 Означення, умовні позначення та основні характеристики операційних підсилювачів (ОП). Рівняння, що описує роботу ОП.
- 2 Інвертувальний та неінвертувальний входи ОП. Негативний та позитивний зворотний зв'язок в схемах ОП. Коефіцієнт зворотного зв'язку.
- 3 Зворотний зв'язок за напругою і за струмом. Послідовний і паралельний зворотний зв'язок. Навести відповідні схеми та вказати їх застосування.
- 4 Принцип роботи неінвертувального підсилювача напруги на ОП. Вивести формулу для коефіцієнта підсилення  $K^*$ .
- 5 Принцип роботи інвертувального підсилювача напруги на ОП. Вивести формулу для коефіцієнта підсилення  $K^*$ .

- 6 Принцип роботи диференціатора на ОП. Пояснити форму сигналу на виході такого пристрою. Вивести формулу, що пов'язує вхідну та вихідну напруги.
7. Принцип роботи інтегратора на ОП. Пояснити форму сигналу на виході такого пристрою. Вивести формулу, що пов'язує вхідну та вихідну напруги

**Робота №7. Операційні підсилювачі з позитивним зворотним зв'язком**

- 1 У чому полягає відмінність позитивного зворотного зв'язку в схемах на операційних підсилювачах від негативного? Чому дорівнює вихідна напруга ОП з ланкою позитивного зворотного зв'язку за відсутності вхідного сигналу? За який час встановлюється стаціонарне значення вихідної напруги?
- 2 Принцип роботи тригера Шмідта. Чому виникає гістерезис? Як можна змінити ширину петлі гістерезису?
- 3 Принцип роботи генератора прямокутних імпульсів (мультивібратора). За яких умов імпульси вихідної напруги будуть не прямокутними, а трапецієподібними?
- 4 Виведіть формулу для періоду коливань мультивібратора
- 5 Принцип роботи генератора гармонічних коливань на ОП. Яким чином забезпечується обмеження амплітуди коливань? Для чого в схемі генератора використовується лампа розжарення? Чому дорівнює частота коливань такого генератора?

**7.3 Шкала відповідності оцінок**

<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100
<b>Добре / Good</b>	75-89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59
<b>Зараховано / Passed</b>	60-100
<b>Не зараховано / Fail</b>	0-59

**8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лабораторних занять.**

В « Практикумі з основ електроніки» в наявності 16 установок:

**Лабораторна робота № 1**

Вимірювання характеристик електричних сигналів за допомогою осцилографа.....

**Лабораторна робота № 2**

Проходження сигналів через пасивні лінійні чотириполюсники .....

**Лабораторна робота № 3**

Напівпровідникові діоди.....

**Лабораторна робота № 4**

Транзистори.....

**Лабораторна робота № 5**

Підсилювачі на транзисторах.....

**Лабораторна робота № 6**

Операційні підсилювачі з негативним зворотним зв'язком.....

**Лабораторна робота № 7**

Операційні підсилювачі з позитивним зворотним зв'язком.....

№ заняття	Порядковий номер лабораторної роботи	Кількість годин	
		Лабораторні роботи	Самостійна робота
1.	<b>Вступне заняття.</b> Проведення інструктажу з техніки безпеки (про це робиться відповідний запис у лабораторному журналі). Правила внутрішнього розпорядку, встановленого в лабораторії «Основи електроніки». Ознайомлення з розміщенням лабораторних робіт та робочих місць. Вимоги до виконання розкладу; виконання, оформлення та захисту лабораторних робіт.	4	
2.	Лабораторна робота №1.	3	3
3.	Лабораторна робота №2	3	3
4.	Лабораторна робота №3.	3	3
5.	Захист робіт, що виконані.	3	4
6.	Лабораторна робота №4.	3	3
7.	Лабораторна робота №5.	3	3
8.	Лабораторна робота №6.	3	3
9.	Захист робіт, що виконані.	3	4
10.	Лабораторна робота №7.	3	3
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>44</b>	<b>45</b>

**Загальний обсяг** 90 год.<sup>3</sup>, в тому числі (вибрати необхідне):

Лабораторні заняття - 44 год.

Консультації - 1 год.

Самостійна робота - 45 год.

## **9. Рекомендовані джерела**

### **Основна**

1. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Радио и связь, 1986.
2. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы. М.; Высш.шк., 1987.-479с.
3. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. М.: Мир, 1982.
4. Слободянюк О.В., Мягченко Ю.О., Кравченко В.М. Методичні вказівки до практикуму “Основи радіоелектроніки” для студентів фізичного факультету. К., 2007, - 120с.
5. Мягченко Ю.О., Дулич Ю.М., Хачатрян А.В. Вивчення радіоелектронних схем методом комп’ютерного моделювання (методичне видання). К., 2006, 40с.

### **Додаткова**

7. Жеребцов И.П. Основы электроники. Л.; Энергоатомиздат,1990.-352с.
8. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. т.1,2. М.: Мир, 1984.