



## Основи електроніки в електроенергетиці

### Силабус освітнього компоненту

#### Реквізитивна навчальна дисципліна

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>«Управління, захист та автоматизація енергосистем», «Електричні системи і мережі»,</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркові освітні компоненти. Цикл професійної підготовки</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, / весняний семестр (очна 4 р.н.) 2 курс, / весняний семестр (очна прискорена 3 р.н.)</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 години / 4 кредитів ECTS/ лекц.-36г./Лаб.роб.-18г./СРС-66г. (очна 4 р.н.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР/ захист лабораторних робіт (очна 4 р.н.) Залік - екстернат (очна прискорена 3 р.н.)</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a> 1 лекція (2 години) 1 раз на тиждень; 1 лабораторна робота (2 години) 1 раз на 2 тижні.</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<b>Лектор:</b> <i>Святненко Вадим Анатолійович, +380962779958, vadiksv@gmail.com</i> <b>Лабораторні:</b> <i>Трубіцин Костянтин Вікторович, 09650038151; Победаш Костянтин Каленикович, +380985515371, kkpobedash@gmail.com; Святненко Вадим Анатолійович, +380962779958, vadiksv@gmail.com</i>
Розміщення курсу	

#### Програма навчальної дисципліни

##### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

*Програма навчальної дисципліни «Основи електроніки в електроенергетиці» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».*

**Мета навчальної дисципліни** – формування у студентів здатностей використовувати основні закони електротехніки та електромагнітні явища, їх технічне застосування для створення, передачі і розподілу електроенергії, перетворення енергії, посередника між джерелами енергії та споживачами; одержання теоретичних і практичних знань.

**Предмет навчальної дисципліни** – конструкція, принципи роботи, фізичні явища та процеси в електронних пристроях; моделювання електронних пристроїв; визначати основні характеристики та параметри електронних пристроїв.

**Програмні результати навчання:**

*ПРО5. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.*

ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПР08. Обирати і застосовувати додатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПР18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

Фахові компетенції:

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

K05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

K20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

### **1. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Місце дисципліни визначається структурно-логічною схемою освітньої програми. Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти: теоретичною базою дисциплін «Вища математика» розділи: матрична алгебра, диференційні рівняння, теорія функцій комплексної змінної, перетворення Фур'є і Лапласа, чисельні методи розв'язання алгебраїчних і диференційних рівнянь, «Фізика» – розділи: електрика та магнетизм, та «Теоретичні основи електротехніки». При вивченні конструкції та режимів роботи електронних пристроїв потрібні також знання з інженерної графіки, електротехнічних матеріалів, прикладної механіки, основам метрології та електричним вимірюванням. Значну увагу приділено аналізу сфери застосування електронних пристроїв та їх впливу на розвиток різноманітних галузей промисловості; передує вивченню дисциплін Цифрова електроніка в електроенергетиці”, “Релейний захист”, “Автоматизація електричних систем”, “Автоматизований електропривід”, “Монтаж та експлуатація електротехнічного обладнання”, “Електричні системи та мережі”, “Споживачі електричної енергії”. а також безпосередньо в інженерній практиці.

### **2. Зміст навчальної дисципліни**

Дисципліну структурно розподілено на **4 розділа**:

1. **Елементна база:** Напівпровідникові діоди; . Біполярні і польові транзистори; Тиристори і біполярні транзистори з ізолюваним затвором (BT13) (IGBT).
2. **Перетворювальні пристрої:** Випрямлячі однофазного струму, Трифазні випрямлячі, Інвертори ведені мережею, Автономні інвертори.
3. **Електронні підсилювачі:** Каскади підсилення на транзисторах, Підсилювачі постійного струму.
4. **Генератори електричних коливань:** Генератори гармонійних коливань, Генератори імпульсних коливань.

### **3. Навчальні матеріали та ресурси**

Основні інформаційні ресурси:

1. Промислова електроніка. Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: К. В. Трубіцин, К.К. Побєдаш. –

Електронні текстові дані (1 файл: 4,11 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 233 с. – Реєстр. № НП 21/22-459.). -<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48007>

2. Електроніка та мікросхемотехніка [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050702 "Електромеханіка"/ А.А. Щерба, К.К. Победаш, В.А. Святненко: - Київ: НТУУ "КПІ", 2013. - 360 с. Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/3569>
3. Силова перетворювальна техніка. Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. І. Сенько, К. В. Трубіцин, В. І. Чибеліс. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,02 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 241 с. – Реєстр. № НП 21/22-445. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 5 від 26.05. 2022 р.) за поданням Вченої ради Факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 9 від 17.05. 2022 р.)-  
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47885>.
4. Промислова електроніка. Лабораторні роботи [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: К. В. Трубіцин, К.К. Победаш. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,38 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 109 с. – Реєстр. № НП 21/22-460. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 5 від 26.05. 2022 р.) за поданням Вченої ради Факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 9 від 17.05. 2022 р).  
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/51295>
5. Промислова електроніка. Лабораторні роботи [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів, які за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізацій «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод», «Електричні машини і апарати», «Інжиніринг та автоматизація електротехнічних комплексів» й «Мехатроніка енергоємних виробництв» / К. К. Победаш, О. В. Петрученко, В. А. Святненко, К. В. Трубіцин ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,36 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 88 с. - Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23378>
6. Силова перетворювальна техніка. Лабораторні роботи [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: К. В. Трубіцин, К.К. Победаш, Д. К. Зіменков.. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,18 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 89 с. – Реєстр. № НП 21/22-445. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 5 від 26.05. 2022 р.) за поданням Вченої ради Факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 9 від 17.05. 2022 р),- <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48005>

#### Додаткові:

7. Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник для студентів вищ. закл. освіти, що навчаються за напрямками "Електромеханіка" та "Електротехніка": У 4-х т. / Сенько В.І., Панасенко М.В., Сенько Є.В., Юрченко М.М., Сенько Л.І., Ясінський В.В. – Харків: Фоліо, 2013. Т.4. Кн.1,2. -315с.
8. Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник для студентів вищ. закл. освіти, що навчаються за напрямками "Електромеханіка" та "Електротехніка": У 4-х т. / Сенько В.І., Панасенко М.В., Сенько Є.В., Юрченко М.М., Сенько Л.І., Ясінський В.В. -К.: ТОВ "Видавництво"Обереги", 2000. Т.1. Елементна база електронних пристроїв.– 300с.

## Державні стандарти

9. ДСТУ 2843-94. Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення.
10. ДСТУ 3323:2003, ДСТУ ГОСТ 2.702:2013. Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем.
11. ДСТУ 2815-94 Електричні та магнітні кола та пристрої.
12. ДСТУ 3120-95 Електротехніка. Літерні позначення основних величин.

### Навчальний контент

#### 4. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	<p>Розділ 1. Елементна база.</p> <p>Вступ. Основні напрямки розвитку електроніки. Розділи дисципліни та особливості їх вивчення.</p> <p>Тема 1.1. Напівпровідникові діоди: випрямні, імпульсні, стабілітрони.</p> <p>Література: 1, с. 17-30; 2, с.28-32.</p>
2	<p><b>Тема 1.2. Біполярні транзистори (БТ). Класифікація і принцип дії БТ. Схеми вмикання, основні параметри і статичні характеристики БТ.</b></p> <p>Література: 1, с. 31-41; 2, с.34-44.</p>
3	<p><b>Тема 1.3. Польові транзистори. Польові транзистори з р-п переходами. Польові транзистори з ізолюваним затвором.</b></p> <p>Література: 1, с. 42-49; 2, с.45-53.</p>
4	<p>Тема 1. 4. IGBT транзистори. Тиристори. Параметри і характеристики.</p> <p>Література: 1, с. 51-61; 2, с.54-61.</p>
5	<p>Розділ 2. Перетворювальні пристрої.</p> <p>Тема 2.1. Випрямлячі однофазного струму</p> <p>Випрямлячі, їх класифікація, параметри і характеристики. Однофазний мостовий випрямляч. Робота випрямлячів на активне і індуктивне навантаження.</p> <p>Література: 3, с. 7-19; 4, с.88-99.</p>
6	<p>Тема 2.2. Керовані випрямлячі</p> <p>Однофазні керовані випрямлячі. Робота випрямлячів на активне та індуктивне навантаження.</p> <p>Література: 3, с. 20-30; 4, с.100-110.</p>
7	<p>Тема 2.3. Трифазні випрямлячі.</p> <p>2.3.1. Трифазний випрямляч з нульовим виводом.</p> <p>Робота на активне та індуктивне навантаження.</p> <p>Література: 3, с. 31-36; 4, с.111-116.</p>
8	<p>2.3.2. Трифазний мостовий випрямляч.</p> <p>Робота на активне та індуктивне навантаження.</p> <p>Література: 3, с. 37-48; 4, с.117-126.</p>
9	<p>Тема 2.4. Залежні інвертори (Інвертори ведені мережею).</p> <p>2.4.1. Загальні відомості.</p> <p>2.4.2. Інвертор з виводом нульової точки трансформатора.</p> <p>Література: 3, с. 60-71; 5, с.10-36.</p>
10	<p>Тема 2.5. Автономні інвертори.</p> <p>2.5.1. Загальні відомості.</p> <p>2.5.2 Автономні інвертори струму.</p>

	<i>Література: 3, с. 81-95; 5, с.41-53.</i>
11	<i>2.5.3. Автономні резонансні інвертори. 2.5.4. Автономні інвертори напруги. Література: 3, с. 106-118, с. 127-143; 5, с.75-84, с. 105-114.</i>
12	<i>Розділ 3. Електронні підсилювачі. Тема 3.1. Каскади підсилення на транзисторах Загальні відомості, структурна схема і класифікація підсилювачів. Основні параметри і характеристики підсилювачів. Принцип побудови і класи підсилення. 3.1.1. Зворотні зв'язки в підсилювачах. Література: 1, с. 85-75, с. 101-106; 2, с.62-73, с. 95-99.</i>
13	<i>Тема 3.2. Каскади підсилення на біполярних транзисторах. 3.2.1. Схема спільний емітер (СЕ). 3.2.2. Схема спільний колектор (СК) - Емітерний повторювач. 3.2.3. Підсилювачі потужності. Література: 1, с. 78-98, 112-119; 2, с.74-94.</i>
14	<i>Тема 3.3. Підсилювачі постійного струму (ППС). Диференційний підсилювач, принцип дії та основні параметри. Література: 1, с. 126-133; 2, с.125-132.</i>
15	<i>Тема 3.4. Операційні підсилювачі (ОП). Структурна схема і основні параметри ОП. Інвертуючий і неінвертуючий підсилювачі на ОП. Суматори, віднімачі, інтегратори і компаратори на ОП. Література: 1, с. 135-142; 2, с.133-143.</i>
16	<i>Розділ 4. Генератори електричних коливань. Тема 4.1. Класифікація генераторів. Умови самозбудження автогенераторів. Тема4.2. Генератори гармонійних коливань на операційних підсилювачах. LC- і RC- автогенератори на операційних підсилювачах. Література: 1, с. 146-155; 2, с.150-160.</i>
17	<i>Тема 4.3. Генератори імпульсних коливань. 4.3.1. Мультивібратори і одновібратори на операційних підсилювачах. 4.3.2. Генератори пилкоподібної напруги (ГПН). Література: 1, с. 177-187; 2, с.204-217.</i>
18	<i>Залікова контрольна робота</i>

#### *Лабораторні роботи*

№ з/п	<i>Короткий зміст лабораторної роботи</i>
1	<i>Лабораторна робота № 1 <b>Ознайомлення з контрольно-вимірювальною апаратурою</b> <b>Мета роботи:</b> ознайомлення з універсальним лабораторним стендом та радіовимірювальними приладами: вольтметром ВЗ-38, осцилографом СІ-55, мультиметром ВР-II, генератором імпульсних сигналів TGP-110 та придбання навиків користування ними. <b>Тривалість роботи:</b> 2 години. Література: 6, с. 9-33; 7, с. 6-24.</i>
2	<i>Лабораторна робота № 2 <b>Дослідження однофазних випрямлячів</b> <b>Мета роботи:</b> дослідити принцип роботи однофазних схем випрямлення (однопівперіодного, з середньою точкою, мостового); експериментально визначити основні параметри та характеристики випрямлячів.</i>

	<b>Тривалість роботи:</b> 2 години. <i>Література:</i> 6, с. 83-96; 7, с. 25-31.
3	<b>Лабораторна робота № 3</b> <b>Дослідження однофазного керованого випрямляча</b> <b>Мета роботи:</b> дослідити принцип роботи керованого випрямляча; експериментально визначити основні параметри та характеристики керованого випрямляча. <b>Тривалість роботи:</b> 2 години. <i>Література:</i> 8, с. 44-61.
4	<b>Лабораторна робота № 4</b> <b>Дослідження трифазного випрямляча з середньою точкою (схема міткевича).</b> <b>Мета роботи:</b> дослідити принцип роботи трифазного випрямляча з середньою точкою; експериментально визначити основні параметри та характеристики. <b>Тривалість роботи:</b> 2 години. <i>Література:</i> 8, с. 62-76
5	<b>Лабораторна робота № 5</b> <b>Дослідження трифазного мостового випрямляча (схема ларіонова).</b> <b>Мета роботи:</b> дослідити принцип роботи трифазного мостового випрямляча; експериментально визначити основні параметри та характеристики. <b>Тривалість роботи:</b> 2 години. <i>Література:</i> 8, с. 77-87.
6	<b>Лабораторна робота № 6</b> <b>Дослідження підсилювальних каскадів на біполярних транзисторах</b> <b>Мета роботи:</b> дослідити параметри та характеристики підсилювальних каскадів на біполярних транзисторах, ввімкнених за схемами спільний емітер (СЕ), спільна база (СБ) і спільний колектор (СК). <b>Тривалість роботи:</b> 4 години. <i>Література:</i> 6, с. 34-45; 7, с. 32-40.
7	<b>Лабораторна робота № 7</b> <b>Дослідження інвертуючих і неінвертуючих підсилювачів на ОП.</b> <b>Мета роботи:</b> дослідити параметри та характеристики неінвертуючого та інвертуючого підсилювачів. <b>Тривалість роботи:</b> 2 години. <i>Література:</i> 6, с. 46-60; 7, с. 41-54.
8	<b>Лабораторна робота № 8</b> <b>Дослідження генератора пилкоподібної напруги</b> <b>Мета роботи:</b> дослідити схемні особливості і принцип роботи автоколебального ГПН на основі операційного підсилювача (ОП), визначити параметри коливань і дослідити вплив на них параметрів компонентів схеми. <b>Тривалість роботи:</b> 2 години. <i>Література:</i> 6, с. 73-82; 7, с. 55-63.

## 5. Самостійна робота студента/аспіранта

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять. Запитання для	18

	<i>самоконтролю.</i>	
2	<i>Проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях</i>	18
3	<i>Підготовка до МКР</i>	10
4	<i>Підготовка до заліку</i>	20

## Політика та контроль

### 6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

*Система вимог, які викладач ставить перед студентом:*

- *правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях. Відпрацювання лабораторних робіт з дисципліни є обов'язковою умовою допуску до екзамену;*
- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;*
- *правила захисту лабораторних робіт: допускається як індивідуальний захист лабораторних робіт, так і колективний (у складі бригади, склад якої визначають на першому лабораторному занятті). В обох випадках оцінюють індивідуальні відповіді кожного студента.*
- *правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь, участь у факультетських та інститутських наукових конференціях. Штрафні бали нараховують за несвоєчасний захист лабораторних робіт.*
- *політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасний захист лабораторних робіт передбачають нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання захисту лабораторних робіт та результатів МКР не передбачено;*
- *політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Промислова електроніка»;*
- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц.мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування*
- 

### 7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

**Поточний контроль:** експрес-опитування, МКР, захисту лабораторних робіт

**Календарний контроль:** провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

**Семестровий контроль:** залік

**Умови допуску до семестрового контролю:** зарахування усіх лабораторних робіт, семестровий рейтинг більше 50 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

Експрес-опитування	Лаб. роботи	МКР	Rc	Rзал	R
18	56	26	100	40	100

**Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях**

Ваговий бал – 3.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях –

3 бали × 6 = 18 балів.

**Критерії оцінювання**

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 3;
- студент припускається окремих помилок – 2;
- студент частково відповідає на питання – 1.

**Виконання та захист 8 лабораторних робіт**

Ваговий бал – 7.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює  $7 \times 8 = 56$  балів.

**Критерії оцінювання**

- повне виконання експериментальної частини роботи, точна обробка експериментальних даних, якісне оформлення протоколу і повна відповідь при захисті роботи – 7 балів;
- обробка експериментальних даних з незначними помилками або неякісне оформлення протоколу – 5 ... 6 балів;
- суттєві помилки в експериментальних даних але повне розуміння теми і матеріалу лабораторної роботи – 3... 4 балів;
- неповна або неточна відповідь при захисті роботи і погане оформлення протоколу – 0 балів;

**Модульна контрольна робота**

Модульна контрольна робота складається з 2х частин:

Розділ 1. Елементна база;

Розділ 2. Перетворювальні пристрої.

Ваговий бал кожної частини МКР – 13

Максимальний бал за МКР –  $2 * 13 = 26$ .

**Критерії оцінювання**

- вичерпні відповіді на питання, дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні – 11..13 балів;



- відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; знає визначення основних понять і величин дисципліни -7..10 балів;
- частково відповідає на питання, показує знання, але відповіді непослідовні і нечіткі- 3..6 балів;
- Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання – 0 балів.

#### **Форма семестрового контролю – залік**

Залікова робота складається з двох теоретичних запитань

##### **Критерії оцінювання залік**

Рейтинг  $R_c \geq 0,6 * R$ , тобто 60 балів – зараховується автоматично.

Рейтинг  $R_c$  в межах  $(0,4 - 0,59) * R$ , тобто 40 – 59 балів – студенти складають **залік**.

Максимальний рейтинг **залік**  $R_z = 40$  балів.

Рейтинг **залік**  $R_z = 33 - 40$  балів – студент дав вичерпні відповіді на всі питання (при необхідності – і на додаткові), дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг **заліку**  $R_z = 25 - 32$  балів – відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє фізичну суть електромагнітних процесів в об'єктах, які вивчав.

Рейтинг **заліку**  $R_z = 16 - 24$  балів – студент частково відповідає на питання, показує знання, але недостатньо розуміє фізичну суть електромагнітних процесів перетворення енергії. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг **заліку**  $R_z \leq 15$  балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє нерозуміння фізичної суті електромагнітних процесів, не може виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.

### **8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

#### **Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль**

1. Випрямні діоди. Основні параметри, вольт-амперних характеристики, умовні позначення.
2. Стабілітрони. Особливості їх параметрів, вольт-амперних характеристик, умовні позначення.
3. Біполярні транзистори (БТ). Класифікація і принцип дії БТ.
4. Біполярні транзистори (БТ). Основні параметри і статичні характеристики БТ.
5. Схеми вмикання, основні параметри і статичні характеристики БТ.
6. Транзистори з ізолюваним затвором (МДН (МОН) – транзистори, MOSFET). Класифікація, умовні позначення на електричних схемах, принцип дії, характеристики і параметри.
7. Біполярні транзистори з ізолюваним затвором (IGBT), умовні позначення на електричних схемах, характеристики і параметри.
8. Тиристри. Класифікація, умовні позначення на електричних схемах, характеристики і параметри.
9. Двоопераційні тиристри (GTO). Класифікація, умовні позначення на електричних схемах, характеристики і параметри. Тиристорні оптопари.
10. Випрямлячі, їх класифікація, параметри і характеристики.
11. Однофазний мостовий випрямляч. Робота схеми на активне навантаження.
12. Однофазний мостовий випрямляч. Робота схеми на індуктивне навантаження
13. Однофазний мостовий випрямляч. Робота схеми на ємнісний фільтр.
14. Однофазний керований випрямляч. Робота (схема мостова симетрична) на індуктивне навантаження.

15. Однофазний керований випрямляч. Робота (схема мостова симетрична) на активне навантаження.
16. Однофазний керований випрямляч. Робота (схема мостова симетрична) на індуктивне навантаження з нульовим діодом.
17. Трифазний випрямляч з нульовим виводом трансформатора. Робота на активне навантаження.
18. Трифазний випрямляч з нульовим виводом трансформатора. Робота на індуктивне навантаження.
19. Трифазний мостовий випрямляч. Робота на активне навантаження.
20. Трифазний мостовий випрямляч. Робота на індуктивне навантаження.
21. Інвертори ведені мережею (Залежні інвертори). Однофазний ведений інвертор.
22. Автономні інвертори. Класифікація. Основні параметри і характеристики.
23. Однофазний інвертор струму на неповністю керованих вентилях.
24. Однофазний інвертори струму на повністю керованих вентилях.
25. Резонансні інвертори. Схема паралельного резонансного інвертора.
26. Автономний резонансний мостовий інвертор.
27. Однофазний мостовий автономний інвертор напруги (AИH) на повністю керованих вентилях.
28. Призначення і класифікація підсилювачів. Основні параметри і характеристики підсилювачів.
29. Принцип побудови і структурна схема підсилювача. Класи роботи підсилювачів.
30. Вибір режиму спокою транзистора і його температурна стабілізація в схемах підсилювачів.
31. Аналіз роботи підсилювального каскаду на БТ за схемою із спільним емітером.
32. Аналіз роботи підсилювального каскаду на БТ за схемою із спільним колектором - Емітерний повторювач.
33. Підсилювачі потужності.
34. Еквівалентні схеми заміщення підсилювачів. Визначення основних параметрів підсилювачів.
35. Амплітудно-частотна характеристика підсилювача. Частотне корегування АЧХ.
36. Зворотні зв'язки в підсилювачах та їх вплив на основні параметри.
37. Підсилювачі постійного струму (ППС). Диференційний підсилювач.
38. Операційні підсилювачі (ОП). Структурна схема і основні параметри ОП.
39. Основні параметри ОП. Інвертуючий і неінвертуючий підсилювачі на ОП.
40. Основні параметри ОП. Суматор, віднімач, на ОП.
41. Основні параметри ОП. Інтегратор і компаратор на ОП.
42. Зворотні зв'язки в підсилювачах на ОП та їх вплив на основні параметри.
43. Класифікація генераторів. Умови самозбудження автогенераторів.
44. Умови самозбудження автогенераторів. LC-автогенератори на операційних підсилювачах.
45. LC- і RC-автогенератори на операційних підсилювачах.
46. Умови самозбудження автогенераторів. RC-автогенератори на операційних підсилювачах.
47. Умови самозбудження автогенераторів. Мультивібратор на операційних підсилювачах.
48. Одновібратор на операційних підсилювачах.
49. Умови самозбудження автогенераторів. Генератор пилкоподібної форми напруги на операційних підсилювачах (ГПН).
50. Основні напрямки розвитку електроніки. Переваги електронних методів перетворення електроенергії.

#### 4.1

1. Поясніть, чому напівпровідники при температурі абсолютного нуля не проводять струм.
2. Поясніть властивості напівпровідників *n*-типу і *p*-типу. Які носії електричних зарядів у них є основними, а які – неосновними?
3. Що таке напівпровідники. Чим вони відрізняються від провідників і діелектриків.
4. Що називають електронно-дірковим (*p-n*) переходом. Поясніть структуру й основні властивості цього переходу.
5. Що таке пряме та зворотне включення електронно-діркового переходу.
6. Поясніть, що являє собою електричний та тепловий пробої *p-n*-переходу.
7. Нарисуйте і поясніть вольт-амперну характеристику *p-n*-переходу.
8. Поясніть залежність прямої і зворотної гілок вольт-амперної характеристики *p-n*-переходу від температури.
9. Що таке напівпровідниковий діод. Наведіть класифікацію та умовні позначення напівпровідникових діодів.
10. Що таке випрямний діод. Накресліть його умовне позначення і вольт-амперну характеристику. Де застосовуються випрямні діоди.
11. Що таке напівпровідниковий стабілітрон. Накресліть його умовне позначення і вольт-амперну характеристику. Де застосовуються напівпровідникові стабілітрони.
12. Поясніть сутність температурного коефіцієнта напруги (ТКН) стабілітрона. Від чого залежить його величина і знак (полярність).
13. Поясніть, що таке оптрон, наведіть схемні зображення оптронів.
14. Наведіть класифікацію та умовні позначення транзисторів.
15. Накресліть структуру та умовне позначення біполярних транзисторів *p-n-p* і *n-p-n*-типів.
16. Поясніть роботу біполярного транзистора.
17. Наведіть зв'язки між емітерним, колекторним і базовим струмами транзистора.
18. Поясніть будову і принцип дії біполярного транзистора.
19. Наведіть схеми включення біполярного транзистора.
20. Поясніть, чому коефіцієнт підсилення за струмом залежить від способу включення транзистора.
21. Поясніть, чому коефіцієнт підсилення за напругою транзистора залежить від способу його включення.
22. Поясніть, при якій схемі включення транзистор буде мати найбільший коефіцієнт підсилення за потужністю.
23. Зобразіть вхідну і вихідну вольт-амперні статичні характеристики біполярного транзистора, включеного за схемою зі спільним емітером.
24. Що являють собою *h*-параметри біполярного транзистора. Дайте фізичне тлумачення *h*-параметрів.
25. Наведіть фізичну Т-подібну модель транзистора. Дайте тлумачення фізичного змісту елементів схеми.
26. Поясніть сутність динамічного режиму транзистора. В яких режимах може працювати транзистор.
27. Наведіть умовні позначення польових транзисторів та їх статичні характеристики.
28. Якими параметрами характеризуються польові транзистори.
29. Наведіть класифікацію польових транзисторів з ізольованим затвором.
30. Поясніть принцип роботи польового транзистора з ізольованим затвором і вбудованим каналом.
31. Накресліть графіки вольт-амперних характеристик ПТ з вбудованим каналом.
32. Поясніть принцип роботи і статичні характеристики польового транзистора з ізольованим затвором і індуктованим каналом.

33. Накресліть графіки вольт-амперних характеристик ПТ з індукованим каналом.
34. Наведіть переваги польових транзисторів.
35. Наведіть умовні позначення IGBT транзисторів та їх статичні характеристики.
36. Наведіть структуру і поясніть принцип роботи тиристора.
37. Приведіть вольт-амперну характеристику тиристора і поясніть її характерні ділянки. На якій з ділянок тиристор має від'ємний опір? .
38. Що таке струм вмикання  $I_{BM}$  і струм утримання  $I_{UT}$  тиристора?
39. Назвіть основні параметри тиристора.
40. Чому після включення тиристора відпадає необхідність в струмі керуючого електрода.

#### 4.2

1. Наведіть схему, часові діаграми напруг і струму та поясніть принцип дії однофазного випрямляча.
2. Охарактеризуйте основні типи некерованих випрямлячів однофазного змінного струму. Накресліть їх схеми.
3. Наведіть схему, часові діаграми напруг і струму та поясніть принцип дії двопівперіодного однофазного випрямляча з нульовим виводом.
4. Наведіть схему, часові діаграми напруг і струму та поясніть принцип дії однофазного мостового випрямляча при роботі на активне навантаження.
5. Наведіть схему, часові діаграми напруг і струму та поясніть принцип дії однофазного мостового випрямляча.
6. Наведіть схему, часові діаграми напруг і струму та поясніть принцип дії однофазного мостового випрямляча при роботі на індуктивне навантаження.
7. Наведіть переваги і недоліки однофазних випрямлячів: з нульовим виводом і мостового.
8. Що таке коефіцієнт пульсації випрямленої напруги. Чому дорівнює коефіцієнт пульсації однофазних двотактних підсилувачів.
9. Поясніть, що таке кут керування керованого випрямляча. Поясніть залежність випрямленої напруги від величини кута керування.
10. Нарисуйте схему і поясніть роботу однофазного керованого випрямляча з нульовим виводом на активне навантаження.
11. Нарисуйте схему і поясніть роботу однофазного мостового керованого випрямляча на активне навантаження.
12. Що таке максимальний кут керування і чому він дорівнює у керованого випрямляча з нульовим виводом при роботі на активне навантаження?
13. Нарисуйте схему і поясніть роботу керованого випрямляча з нульовим виводом при роботі на індуктивне навантаження.
14. Нарисуйте схему і поясніть роботу керованого випрямляча з нульовим виводом при роботі на індуктивне навантаження.
15. Нарисуйте схему і поясніть роботу мостового керованого випрямляча при роботі на індуктивне навантаження.
16. Чому дорівнює максимальний кут керування мостового керованого випрямляча при роботі на індуктивне навантаження.
17. Нарисуйте регульовальні характеристики однофазних двотактних керованих випрямлячів при роботі на активне і індуктивне навантаження.
18. Поясніть залежність зовнішньої характеристики від величини кута керування.
19. З якою метою включають нульовий діод на виході керованого випрямляча, що працює на індуктивне навантаження.
20. Поясніть, в яких випадках застосовують трифазні випрямлячі.
21. Наведіть схему некерованого випрямляча за схемою з нульовим виводом і поясніть принцип її роботи.

22. Наведіть схему трифазного мостового випрямляча і поясніть принцип її роботи.
23. Поясніть переваги і недоліки випрямлячів за схемами Міткевича і Ларіонова.
24. Поясніть зовнішню характеристику випрямляча.
25. Поясніть, як визначається середнє значення випрямленої напруги в схемі Міткевича.
26. Поясніть, як визначити які діоди анодної і катодної групи в трифазному мостовому випрямлячі одночасно проводять струм.
27. Поясніть вплив на комутацію вентилів випрямляча індуктивностей розсіювання обмоток трансформатора і індуктивності мережі живлення.
28. Поясніть роботу трифазного некерованого випрямляча за схемою Міткевича на індуктивне навантаження.
29. Поясніть різницю між режимами випрямлення і інвертування веденого інвертора.
30. Які обмеження накладаються на кут випередження  $\beta$  для нормальної роботи веденого інвертора.
31. Які причини приводять до перевертання веденого інвертора.
32. Як пов'язаний кут випередження  $\beta$  з кутом відпирання  $\alpha$  тиристора у веденого інвертора.
33. Як перевести перетворювач з режиму випрямлення в режим інвертування.
34. Чому при збільшенні кута випередження  $\beta$  вихідна напруга веденого інвертора зростає.
41. Поясніть сутність обмежувальних характеристики веденого інвертора.

**Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 від 01.10.2020 Про затвердження положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ, НАБУТИХ У НЕФОРМАЛЬНІЙ/ІНФОРМАЛЬНІЙ ОСВІТІ**

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено ст. викладачем** кафедри теоретичної електротехніки ФЕА, Трубіцин К.В.

**Ухвалено** кафедрою теоретичної електротехніки (протокол № 12 від 25.05.2023 р.)

**Погоджено** Методичною комісією ФЕА (протокол № 10 від 16.06. 2023 р.)