

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ  
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки  
Кафедра програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій

Код РНПД: Т72311



**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Проректор з науково-педагогічної  
роботи

*Слободян С.О.*  
Слободян С.О.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Program of the Discipline**

**ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ**

**POWER SUPPLY FOR COMMUNICATION SYSTEMS**

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)  
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни обов'язкова  
обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання українська  
українська/англійська

**Миколаїв – 2023**

Робоча програма навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 17 «ЕЛЕКТРОНІКА, АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ЕЛЕКТРОННІ КОМУНІКАЦІЇ»

спеціальності 172 «ЕЛЕКТРОННІ КОМУНІКАЦІЇ ТА РАДІОТЕХНІКА»

освітня програма «ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ»

" 15 " травня 2023 року. – 21 с.

Розробник: Жук О.К., к.т.н., доцент, професор НУК.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ»

узгоджено з гарантом освітньої програми «ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ»

Гарант освітньої програми «ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ» Жук О.К. к.т.н., доцент, професор НУК

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ»

розглянуто на засіданні кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій

Протокол № 11 від «06» 06 2023 р.

Завідувач кафедри ПЕЕТ Рябенський В.М. д.т.н., проф.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ»

розглянуто методичною радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол № 10 від «19» 06 2023 р.

Голова Жук Д.О. к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ»

погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу Лабарткава А.В. к.т.н., доц.

Робоча програма навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ»

затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 5 від «28» 06 2023 р.

Голова НМР НУК Рябенський В.М.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                  | Стор.                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| ВСТУП.....                                                                                                       | 4                                          |
| 1. Опис навчальної дисципліни.....                                                                               | 5                                          |
| 2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....                                                                      | 6                                          |
| 3. Передумови для вивчення дисципліни .....                                                                      | 6                                          |
| 4. Очікувані результати навчання.....                                                                            | 6                                          |
| 5. Програма навчальної дисципліни.....                                                                           | 7                                          |
| 6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх<br>демонстрування .....                | 14                                         |
| 7. Форми поточного та підсумкового контролю.....                                                                 | <b>Ошибка! Закладка не<br/>определена.</b> |
| 8. Критерії оцінювання результатів навчання.....                                                                 | 19                                         |
| 9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких<br>передбачає навчальна дисципліна ..... | 19                                         |
| 10. Рекомендовані джерела інформації.....                                                                        | 20                                         |

## ВСТУП

### Анотація

Предметом курсу є вивчення теорії, принципів побудови, конструкції і характеристик апаратури електроживлення інформаційно-телекомунікаційних систем різного призначення, що є необхідною умовою формування професійної компетентності майбутніх спеціалістів галузі «Електроніка та телекомунікації».

Метою вивчення навчальної дисципліни, є оволодіння основами теоретичних та практичних аспектів побудови, експлуатації, а також проектування діючих та перспективних пристроїв та систем живлення електронної апаратури. В системі підготовки дисципліна займає особливе місце, тому що вона, як одна з небагатьох, формує загальний науково-технічний світогляд майбутнього спеціаліста з телекомунікацій в галузях електротехніки та схемотехніки.

Курс «Електроживлення систем зв'язку» є обов'язковою для вивчення дисципліною фахової підготовки студентів спеціальності «Електроніка та телекомунікації». Він має міждисциплінарний характер, передбачає використання технічних засобів для визначення та дослідження характеристик пристроїв електроживлення для сучасних радіoeлектронних комплексів різного призначення.

**Ключові слова:** первинні та вторинні джерела електроживлення, пасивні елементи перетворювачів електричної енергії, напівпровідникові ключі, випрямлячі, згладжувальні фільтри, перетворювачі постійної напруги, інвертори, стабілізатори напруги.

### Abstract

The subject of the course is to study the theory, principles of construction, design and characteristics of power supply equipment for information and telecommunications systems for various purposes, which is a necessary condition for the formation of professional competence of future specialists in "Electronics and Telecommunications".

The purpose of studying the discipline is to master the basics of theoretical and practical aspects of construction, operation, as well as the design of existing and promising devices and power supply systems of electronic equipment. In the training system, the discipline occupies a special place because it, as one of the few, forms the general scientific and technical worldview of the future specialist in telecommunications in the fields of electrical engineering and circuitry.

The course "Power supply of communication systems" is obligatory for studying the discipline of professional training of students majoring in "Electronics and Telecommunications". It has an interdisciplinary nature, involves the use of technical means to determine and study the characteristics of power supply devices for modern electronic systems for various purposes.

**Key words:** primary and secondary power sources, passive elements of electric power converters, semiconductor switches, rectifiers, smoothing filters, DC

converters, inverters, voltage stabilizers.

### 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників                                   | Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень                                                | Характеристика навчальної дисципліни  |                       |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
|                                                           |                                                                                                                | денна форма навчання                  | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів – 3                                    | Галузь знань –<br><br>17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»                                | Обов'язкова                           | Обов'язкова           |
| Модулів – 1                                               |                                                                                                                | Рік підготовки:                       |                       |
| Змістових модулів – 2                                     |                                                                                                                | 4-й                                   | 4-й                   |
| Електронна адреса РПНД на сайті Університету              | Спеціальність –<br>172 «Електронні комунікації та радіотехніка»<br><br>Освітня програма –<br>«Телекомунікації» | Семестр                               |                       |
|                                                           |                                                                                                                | 8-й                                   | 8-й                   |
|                                                           |                                                                                                                | Лекцій                                |                       |
|                                                           |                                                                                                                | 15 год.                               | 6 год.                |
|                                                           |                                                                                                                | Практичні                             |                       |
|                                                           |                                                                                                                | 15 год.                               | 6 год.                |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання не передбачено    |                                                                                                                | Лабораторні                           |                       |
| Загальна кількість годин: 90                              |                                                                                                                | -                                     | -                     |
|                                                           |                                                                                                                | Самостійна робота                     |                       |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2; | Освітній рівень:<br><b>перший (бакалаврський)</b>                                                              | 60 год.                               | 78 год.               |
| самостійної роботи студента – 4;                          |                                                                                                                | Індивідуальні завдання не передбачено |                       |
|                                                           |                                                                                                                | Вид контролю: залік                   |                       |
|                                                           |                                                                                                                | Форма контролю: комбінована           |                       |

## **2. Мета вивчення навчальної дисципліни**

Метою вивчення навчальної дисципліни *«ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ»* є засвоєння студентами фундаментальних знань з теорії, конструкцій, характеристик, перспектив розвитку напрямних систем у складі інформаційно-телекомунікаційних мереж, відповідних міжнародних та вітчизняних стандартів і нормативних документів ; формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

ЗК1 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

СК4 – Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем та процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм;

СК6 – Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах;

СК10 – Здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, дослідну перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки;

СК11 – Здатність складати нормативну документацію (інструкції) з експлуатаційно-технічного обслуговування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, а також за програмами випробувань.

## **3. Передумови для вивчення дисципліни**

Передумовами для вивчення дисципліни *«Електроживлення систем зв'язку»* є дисципліни: *«Теорія електричних кіл»* та *«Схемотехніка»*.

## **4. Очікувані результати навчання**

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

ПРН4 – Пояснювати результати, отримані в результаті проведення вимірювань в термінах їх значущості та пов'язувати їх з відповідною теорією;

ПРН13 – Застосовувати фундаментальні та прикладні науки для аналізу та розробки процесів, що відбуваються в телекомунікаційних та радіотехнічних системах;

ПРН14 – Застосовувати розуміння основних властивостей компонентної бази для забезпечення якості та надійності функціонування телекомунікаційних, радіотехнічних систем і пристроїв;

ПРН18 – Знаходити, оцінювати і використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для розв'язання професійних завдань, включаючи відтворення інформації через електронний пошук;

ПРН20 – Пояснювати принципи побудови й функціонування апаратно-програмних комплексів систем керування та технічного обслуговування для розробки, аналізу і експлуатації інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

## 5. Програма навчальної дисципліни

**Змістовий модуль 1. Електричні мережі , первинні та лінійні вторинні джерела в системах електроживлення.**

**Тема 1.** Загальні відомості про електропостачання підприємств і установок зв'язку.

**Лекція 1.** Енергосистеми і електромережі. Класифікація підприємств та установок зв'язку по надійності електропостачання. Якість електроенергії. Призначення і схеми заземлення . Засоби захисту електроустановок зв'язку. Схеми пристроїв захисного відключення (ПЗВ). Трансформаторні підстанції. Автоматичне резервування . Електромеханічні та напівпровідникові схеми автоматичного включення резерву (АВР).

*Література:* [1, с. 7- 18]

**Тема 2.** Первинні автономні джерела струму.

**Лекція 2.** Хімічні джерела струму. Акумулятори. Свинцево-кислотні акумулятори (СКА) . Будова. Принцип дії. Основні параметри і характеристики. Технічна експлуатація СКА. Герметизовані СКА. Особливості лужних акумуляторів. Сучасні літій-іонні акумулятори та їх характеристики. Гальванічні елементи і батареї.

*Література:* [1, с. 25- 45], [4, с. 99-133]

**Лекція 3.** Первинні автономні джерела з перетворенням неелектричних видів енергії в електричну. Електромашинні генератори у власних автономних електростанціях з двигунами внутрішнього згоряння. Термоелектричні генератори. Паливні елементи. Фотоелектричні генератори (сонячні батареї).

*Література:* [1, с. 46- 56]

**Тема 3.** Лінійні вторинні джерела живлення.

**Лекція 4.** Узагальнені структурні схеми , функціональні вузли та базові елементи лінійних джерел з безперервним регулюванням.

*Література:* [4, с. 14- 19]

**Лекція 5.** Напівпровідникові ключі ( основні різновиди , параметри, статичні та динамічні характеристики). Випрямні діоди. Тиристори одно- та двоопераційні: SCR, GTO, IGTC, MCT. Транзисторні ключі : біполярні (БТ), польові з ізолюваним затвором (ПТІЗ), біполярні з ізолюваним затвором (БТІЗ – IGBT).

*Література:* [11, с. 12- 52]

**Лекція 6.** Пасивні елементи та елементи захисту силових схем (різновиди, будова, схеми заміщення, параметри і характеристики). Трансформатори. Реактори (дроселі). Конденсатори. Резистори. Елементи захисту по струму і напрузі.

*Література:* [11, с. 53- 86]

**Лекція 7.** Випрямлячі, класифікація, основні структурні та силові схеми Некеровані випрямлячі. Однофазні схеми : двонапівперіодна з нульовою точкою та мостова . Трифазні схеми : з нульовою точкою та мостова. Електромагнітні процеси та характеристики випрямлячів при роботі на резистивне та резистивно-індуктивне навантаження. Режимні особливості при роботі випрямлячів на резистивно-ємнісне навантаження. Випрямлячі із множенням напруги. Керовані випрямлячі. Системи керування тиристорними випрямлячами.

*Література:* [1, с. 134- 170], [4, с. 19-34], [11, с. 97-130]

**Лекція 8.** Згладжувальні фільтри. Призначення , класифікація та параметри. Схеми і аналіз RC- та LC- згладжувальних фільтрів. Багатоланкові фільтри. Перехідні процеси в LC- згладжувальних фільтрах. Принципи розрахунку згладжувальних фільтрів.

*Література:* [1, с. 180-194], [11, с. 330-333]

**Лекція 9.** Стабілізатори напруги і струму. Загальна класифікація і основні параметри стабілізаторів. Параметричні стабілізатори напруги і струму. Компенсаційні стабілізатори напруги з неперервним регулюванням. Компенсаційні стабілізатори послідовного та паралельного типу на інтегральних мікросхемах.

*Література:* [1, с. 194- 224], [4, с. 35-75]

**Змістовий модуль 2. Імпульсні вторинні джерела живлення з безтрансформаторним входом.**

**Тема 4.** Імпульсні джерела живлення (ІДЖ).

**Лекція 10.** Призначення, класифікація, принципи побудови та узагальнені структурні схеми ІДЖ. Основні типи перетворювачів у складі ІДЖ .

*Література:* [11, с. 341- 345], [4, с. 80-87]

**Лекція 11.** Імпульсні перетворювачі постійної напруги (ІППН). Однотактні ІППН з безпосереднім зв'язком знижувального, підвищувального та знижувально-підвищувального типів. Однотактні ІППН з гальванічною розв'язкою та прямим або зворотнім увімкненням випрямного діода.

*Література:* [1, с. 224- 258], [4, с. 87-93]

**Лекція 12.** Інвертори. Принципи побудови та типові схеми однофазних інверторів напруги. Напівмостовий та мостовий інвертор. Інвертори напруги з широтно-імпульсним регулюванням та широтно-імпульсною модуляцією за синусоїдальним законом.

*Література:* [1, с. 259- 281], [11, с. 237-248]

**Лекція 13.** Типова структура джерела живлення з безтрансформаторним входом та імпульсною стабілізацією вихідної напруги. Безтрансформаторний мережевий випрямляч з вхідним згладжувальним фільтром. Регульований імпульсний перетворювач у складі стабілізатора вихідної постійної напруги. Імпульсні стабілізатори на інтегральних мікросхемах. Вихідний завадозахисний фільтр.

*Література:* [1, с. 282- 311], [4, с. 87-99]

**Лекція 14.** Електромагнітна сумісність ІДЖ . Вхідні заводозахисні фільтри. Коректори коефіцієнта потужності (ККП) випрямлячів з безтрансформаторним входом. Принцип роботи і схемна реалізація ККП з використанням мікроконтролерів.

*Література:* [1, с. 284- 304], [11, с. 350-356]

**Тема 5.** Джерела безперебійного електроживлення.

**Лекція 15.** Джерела безперебійного електроживлення (ДБЕЖ) змінним струмом. Класифікація і сфера застосування ДБЕЖ. Структурні схеми основних типів ДБЕЖ : резервних (off-line, bas-kup, standby), лінійно-інтерактивних (line-interactive) , активних або з подвійним перетворенням (on-line, double-conversion). Мікропроцесорне керування ДБЕЖ.

*Література:* [3, с. 33-43]

## Тематичний план навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем                                                                                  | Кількість годин |              |      |     |      |              |              |      |     |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|------|-----|------|--------------|--------------|------|-----|------|
|                                                                                                                | Денна форма     |              |      |     |      | Заочна форма |              |      |     |      |
|                                                                                                                | усього          | у тому числі |      |     |      | усього       | у тому числі |      |     |      |
|                                                                                                                |                 | лек.         | лаб. | пр. | с.р. |              | лек.         | лаб. | пр. | с.р. |
| 1                                                                                                              | 2               | 3            | 4    | 5   | 6    | 7            | 8            | 9    | 10  | 11   |
| <b>Модуль 1</b>                                                                                                |                 |              |      |     |      |              |              |      |     |      |
| <b>Змістовий модуль 1.</b> Електричні мережі, первинні та лінійні вторинні джерела в системах електроживлення. |                 |              |      |     |      |              |              |      |     |      |
| <b>Тема 1.</b> Загальні відомості про електропостачання підприємств і установок зв'язку.                       | 15              | 2            |      | 2   | 11   | 15           | 1            |      | 1   | 13   |
| <b>Тема 2.</b> Первинні автономні джерела струму.                                                              | 15              | 2            |      | 2   | 11   | 15           | 1            |      | 1   | 13   |
| <b>Тема 3.</b> Лінійні вторинні джерела живлення.                                                              | 15              | 3            |      | 3   | 9    | 15           | 1            |      | 1   | 13   |
| <i>Разом за змістовим модулем 1</i>                                                                            | 45              | 7            | 0    | 7   | 31   | 45           | 3            | 0    | 3   | 39   |
| <b>Змістовий модуль 2.</b> Імпульсні вторинні джерела живлення з безтрансформаторним входом.                   |                 |              |      |     |      |              |              |      |     |      |
| <b>Тема 4.</b> Імпульсні джерела живлення (ІДЖ).                                                               | 30              | 4            |      | 4   | 22   | 30           | 2            |      | 2   | 26   |
| <b>Тема 5.</b> Джерела безперебійного електроживлення.                                                         | 15              | 4            |      | 4   | 7    | 15           | 1            |      | 1   | 13   |
| <i>Разом за змістовим модулем 2</i>                                                                            | 45              | 8            | 0    | 8   | 29   | 45           | 3            | 0    | 3   | 39   |
| <b>Усього годин</b>                                                                                            | 90              | 15           | 0    | 15  | 60   | 90           | 6            | 0    | 6   | 78   |
| <b>Разом за курсом</b>                                                                                         | 90              | 15           | 0    | 15  | 60   | 90           | 6            | 0    | 6   | 78   |

### Теми практичних занять

Цикл практичних занять з дисципліни «Електроживлення систем зв'язку» має за мету ознайомлення студентів з принципами побудови, конструктивними особливостями, характеристиками та основами розрахунку як вторинних систем електроживлення в цілому, так і окремих напівпровідникових перетворювачів у їх складі. у складі вторинних джерел живлення конструктивними особливостями ліній передачі, набуття студентами практичних знань та вмінь з організації електропостачання підприємств зв'язку та його резервування, а також з використання первинних джерел живлення.

| № з/п                                                                                                                                | Тема практичного заняття, література                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Кількість годин |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------|
|                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | денна           | заочна |
| 1                                                                                                                                    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3               | 4      |
| <b>Змістовий модуль № 1. Змістовий модуль 1. Електричні мережі, первинні та лінійні вторинні джерела в системах електроживлення.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                 |        |
| 1.                                                                                                                                   | <b><u>Практичне заняття № 1.</u></b> Вивчення систем і мереж електропостачання, схем заземлення і пристроїв захисного відключення електроустановок зв'язку. Автоматичне резервування. Електромеханічні та напівпровідникові схеми автоматичного включення резерву.<br><i>Література:</i> [1, с. 7- 18]                                                                                          | 1               | 0,5    |
| 2.                                                                                                                                   | <b><u>Практичне заняття № 2.</u></b> Вивчення первинних хімічних джерел струму. Будова, принцип дії, основні параметри і характеристики свинцево-кислотних акумуляторів. Правила технічної експлуатації СКА. Герметизовані СКА. Лужні акумулятори та їх особливості. Літій-іонні акумулятори. Гальванічні елементи і батареї.<br><i>Література:</i> [1, с. 25- 45], [4, с. 99-133]              | 1               | 0,5    |
| 3.                                                                                                                                   | <b><u>Практичне заняття № 3.</u></b> Принципи побудови і характеристики первинних автономних джерел з перетворенням неелектричних видів енергії в електричну. Електромашинні генератори у власних автономних електростанціях з двигунами внутрішнього згорання. Термоелектричні генератори. Паливні елементи. Фотоелектричні генератори (сонячні батареї).<br><i>Література:</i> [1, с. 46- 56] | 2               | 0,5    |
| 4.                                                                                                                                   | <b><u>Практичне заняття № 4.</u></b> Розрахунок схем та характеристик некерованих та керованих випрямлячів вторинних джерел живлення при роботі на резистивне, резистивно-індуктивне та резистивно-ємнісне                                                                                                                                                                                      | 1               | 0,5    |

|                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|
|                                                                                              | навантаження. Розрахунок випрямлячів з множенням напруги.<br><i>Література:</i> [1, с. 134- 170], [4, с. 19-34], [11, с. 97-130]                                                                                                                                                                                                                                                            |    |     |
| 5.                                                                                           | <b>Практичне заняття № 5.</b> Вивчення принципів розрахунку згладжувальних фільтрів. Схеми і аналіз RC- та LC-згладжувальних фільтрів. Коефіцієнт фільтрації та коефіцієнт згладжування пульсацій. Обмеження викидів напруги при перехідних процесах.<br><i>Література:</i> [1, с. 180-194], [11, с. 330-333]                                                                               | 1  | 0,5 |
| 6.                                                                                           | <b>Практичне заняття № 6.</b> Вивчення і розрахунок стабілізаторів напруги і струму. Основні параметри стабілізаторів. Параметричні стабілізатори і їх розрахунок. Схеми та принципи розрахунку компенсаційних стабілізаторів з неперервним регулюванням.<br><i>Література:</i> [1, с. 194- 224], [4, с. 35-75]                                                                             | 1  | 0,5 |
|                                                                                              | <i>Разом за змістовим модулем 1</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 7  | 3   |
| <b>Змістовий модуль 2. Імпульсні вторинні джерела живлення з безтрансформаторним входом.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |     |
| 7.                                                                                           | <b>Практичне заняття № 7.</b> Вивчення схем і характеристик основних типів імпульсних перетворювачів постійної напруги. Однотактні ІППН з безпосереднім зв'язком знижувального, підвищувального та знижувально-підвищувального типів. Однотактні ІППН з гальванічною розв'язкою та прямим або зворотнім увімкненням випрямного діода.<br><i>Література:</i> [1, с. 224- 258], [4, с. 87-93] | 3  | 1   |
| 8.                                                                                           | <b>Практичне заняття № 8.</b> Визначення основ розрахунку і принципів керування основних схем автономних інверторів напруги у складі джерел живлення. Напівмостова і мостова схеми. Інвертори н з широтно-імпульсним регулюванням та широтно-імпульсною модуляцією за синусоїдальним законом. <i>Література:</i> [1, с. 259- 281], [11, с. 237-248]                                         | 3  | 1   |
| 9.                                                                                           | <b>Практичне заняття № 9.</b> Розрахунок схем вторинних джерел живлення з безтрансформаторним входом та імпульсною стабілізацією вихідної напруги. Мікроконтролерна реалізація імпульсного стабілізатора та коректора коефіцієнта потужності вхідного випрямляча.                                                                                                                           | 2  | 1   |
| 10.                                                                                          | <i>Разом за змістовим модулем 1</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 8  | 3   |
|                                                                                              | <b>Усього</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 15 | 6   |

## Самостійна робота

Самостійна робота студентів передбачає проробку ними лекційного матеріалу, підготовку до наступної лекції, підготовку до практичних занять, написання рефератів, підготовку до заліку (контролю знань у вигляді тестів), а також самостійне опрацювання окремих питань тем змістових модулів.

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

|                                          |                                          |
|------------------------------------------|------------------------------------------|
| – підготовка до лекційних занять –       | <b>1 год. / 1 лекцію</b>                 |
| – підготовка до лабораторних занять –    | <b>1-2 год. / 1 заняття <sup>1</sup></b> |
| – підготовка до практичних занять –      | <b>1-2 год. / 1 заняття <sup>2</sup></b> |
| – підготовка до тестування –             | <b>4-10 год.</b>                         |
| – виконання домашніх контрольних робіт – | <b>5-10 год.</b>                         |
| – написання реферату –                   | <b>4-10 год.</b>                         |
| – підготовка до заліку –                 | <b>5-10 год.</b>                         |

### Завдання на самостійну роботу для студентів денної форми навчання

| № з/п | Вид роботи                            | Кількість годин |
|-------|---------------------------------------|-----------------|
| 1.    | Підготовка до лекційних занять        | 10              |
| 2.    | Підготовка до практичних занять       | 12              |
| 3.    | Написання реферату                    | 4               |
| 4.    | Підготовка до тестування              | 5               |
|       | <i>Разом за змістовим модулем № 1</i> | <b>31</b>       |
| 5.    | Підготовка до лекційних занять        | 11              |
| 6.    | Підготовка до практичних занять       | 9               |
| 7.    | Підготовка до тестування              | 4               |
| 8.    | Підготовка до заліку                  | 5               |
|       | <i>Разом за змістовим модулем № 2</i> | <b>29</b>       |
|       | <b>Усього</b>                         | <b>60</b>       |

Розподіл годин самостійної роботи для студентів заочної форми навчання:

|                                     |                                          |
|-------------------------------------|------------------------------------------|
| – підготовка до лекційних занять –  | <b>1-2 год. / 1 лекцію <sup>3</sup></b>  |
| – підготовка до практичних занять – | <b>1-2 год. / 1 заняття <sup>4</sup></b> |

<sup>1</sup> Залежно від об'єму та складності практичного заняття

<sup>2</sup> Залежно від об'єму та складності практичного заняття

<sup>3</sup> Залежно від складності лекційного матеріалу

<sup>4</sup> Залежно від об'єму та складності практичного заняття

|                                          |                                          |
|------------------------------------------|------------------------------------------|
| – підготовка до лабораторних занять–     | <b>1-2 год. / 1 заняття</b> <sup>5</sup> |
| – виконання домашніх контрольних робіт – | <b>5-20 год.</b> <sup>6</sup>            |
| – підготовка до тестування –             | <b>4-10 год.</b>                         |
| – написання реферату –                   | <b>10-15 год.</b>                        |
| – підготовка до заліку –                 | <b>10 год.</b>                           |

### Завдання на самостійну роботу для студентів заочної форми навчання

| № з/п                       | Вид роботи                             | Кількість годин |
|-----------------------------|----------------------------------------|-----------------|
| <b>Змістовий модуль № 1</b> |                                        |                 |
| 1                           | Підготовка до лекційних занять         | 7               |
| 2                           | Підготовка до практичних занять        | 7               |
| 3                           | Написання реферату                     | 7               |
| 4                           | Виконання домашньої контрольної роботи | 10              |
| 5                           | Підготовка до тестування               | 8               |
|                             | <i>Разом за змістовим модулем № 1</i>  | <b>39</b>       |
| <b>Змістовий модуль № 2</b> |                                        |                 |
| 6                           | Підготовка до лекційних занять         | 7               |
| 7                           | Підготовка до практичних занять        | 7               |
| 8                           | Підготовка до тестування               | 7               |
| 9                           | Виконання домашньої контрольної роботи | 10              |
| 10                          | Підготовка до заліку                   | 8               |
|                             | <i>Разом за змістовим модулем № 2</i>  | <b>39</b>       |
|                             | <b>Усього</b>                          | <b>78</b>       |

### Індивідуальне науково-дослідне завдання

Не передбачено.

## 6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування

Методи навчання:

- лекції;
- практичні роботи;
- робота з літературою;
- інструктаж з техніки безпеки та пожежної безпеки (проводиться одноразово на першому занятті в лабораторії).

<sup>5</sup> Залежно від об'єму та складності практичного заняття

<sup>6</sup> Залежно від об'єму та складності контрольної роботи

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання з дисципліни:

- стандартизовані тести;
- модульні контрольні роботи;
- презентації результатів виконаних практичних робіт;
- презентації результатів виконаних досліджень;
- підсумкова семестрова контрольна робота;
- залік.

## **7. Форми поточного та підсумкового контролю**

Рівень засвоєння матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточного контролю у вигляді тестових завдань різної складності, перевірки результатів виконання практичних робіт та підсумкового контролю у формі заліку. Питома вага заключного заліку в загальній системі оцінок – 40 балів.

Поточний контроль проводиться на кожній практичній роботі та за результатами самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми шляхом тестування (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) та набутих практичних навичок під час виконання практичних робіт. Підсумкова оцінка з дисципліни складається з оцінок, отриманих за поточний модульний контроль у формі тестування – до 30 балів, результатів виконання практичних робіт – до 18 балів, реферату – 2 бали, виконання домашніх контрольних робіт – 10 балів та заліку – до 40 балів.

За всі контрольні заходи (КЗ) протягом семестру студент може отримати від 0 до 100 балів. Право здавати заключний залік дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше 60 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

За всі контрольні заходи (КЗ) протягом семестру студент може отримати від 0 до 100 балів. Умовою допуску студента до КЗ є мінімальна сума балів, яку студент повинен набрати у разі виконання всіх елементів модулів. Якщо студент не набрав мінімальну суму балів, то він не допускається до КЗ і йому рекомендується набрати цю кількість за рахунок написання реферату на одну із зазначених вище тем.

Семестровий підсумковий контроль здійснюється у формі заліку, що проводиться у письмовій формі. Студент, який набрав за всі КЗ менше 60 балів, пише підсумкову семестрову залікову роботу (проводиться у письмовій формі у вигляді тестів), до якої він допускається, якщо має за виконання всіх передбачених елементів модулів необхідну мінімальну суму 50 балів. Максимальна кількість балів за підсумкову залікову роботу становить 40 балів. Результуюча оцінка виставляються відповідно до шкали оцінювання ECTS.

## Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

### Критерії оцінювання практичних робіт

| Бал | Критерії оцінювання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2   | Студент вільно володіє теоретичним матеріалом, чітко знає і розуміє типи, призначення, властивості, галузь використання, схемотехнічну побудову, фізичні принципи роботи і характеристики функціональних вузлів джерел електроживлення систем зв'язку. Вільно користується комп'ютерною технікою та прикладним програмним забезпеченням MathCAD і Matlab. Здатний самостійно визначати параметри напівпровідникових перетворювачів у складі вторинних джерел і досліджувати їх характеристики за результати аналітичних розрахунків. Знає фактори, що впливають на ці характеристики, і обґрунтовує цей вплив. Оформлення звіту повністю відповідає стандартам ЄСКД. |
| 1   | Студент достатньо обізнаний у теоретичному матеріалі, уявляє принципи роботи основних джерел електроживлення систем зв'язку та їх характеристики, вміє користуватися комп'ютерною технікою та прикладним програмним забезпеченням у межах робочої навчальної програми. Є зауваження щодо оформлення звіту за стандартами ЄСКД.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 0   | Звіт не підготовлений або не представлений на перевірку викладачеві. Студент виявив повне незнання або нерозуміння навчального матеріалу, не підтвердив отримання будь-яких теоретичних знань і практичних навичок, продемонстрував незнання основних понять, не зміг відповісти на жодне з поставлених питань за темою роботи.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|     | <i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми – 18 балів<br/>( 9 практичних робіт, по 2 бали за кожну ).</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

### Критерії оцінювання рефератів

| Реферат | Критерії оцінювання                                                                                                                                                                                  |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2       | Студент підготував реферат достатнього обсягу і надав у встановлений термін. Зміст реферату відповідає завданню. Тема повністю розкрита. Студент розібрався і досконало володіє матеріалом реферату. |
| 1       | Студент надав підготовлений реферат у встановлений термін. Зміст реферату відповідає завданню, але тема розкрита неповністю. Обсяг реферату недостатній. Студент орієнтується у матеріалі            |

|   |                                                                                                                                    |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | реферату.                                                                                                                          |
| 0 | Реферат не підготовлений, або не представлений на перевірку викладачеві, або змістова частина реферату не відповідає заданій темі. |
|   | <i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми – 2 бали<br/>( 1 реферат, 2 бали ).</i>                                 |

### Критерії оцінювання домашніх контрольних робіт

| Бал | Критерії оцінювання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5   | Студент виконав домашню контрольну роботу повністю у встановлений термін. Отримані вірні відповіді або інше необхідне подання результату роботи. У теоретичних викладках немає прогалин та помилок (можливі одна-дві різні неточності, описки, які не є наслідком незнання або нерозуміння навчального матеріалу). Оформлення роботи повністю відповідає стандартам ЄСКД.                              |
| 4   | Робота виконана повністю, але з недостатнім обґрунтуванням кроків вирішення, або використані неоптимальні підходи до вирішення поставленої задачі. За результатами співбесіди виявлено деякі прогалини у знаннях та навичках роботи з комп'ютерною технікою у рамках поставленої задачі. Допущена одна помилка або два-три недоліки. Є незначні зауваження щодо оформлення роботи за стандартами ЄСКД. |
| 3   | Робота виконана у повному обсязі, допущено більше однієї помилки або двох-трьох недоліків, але за результатами співбесіди студент володіє обов'язковими знаннями та вміннями за темою, що перевіряється, та основними навичками роботи з комп'ютерною технікою, необхідними для вирішення поставленої задачі. Є зауваження щодо оформлення роботи за стандартами ЄСКД.                                 |
| 2   | Допущені істотні помилки, які показали, що студент не володіє обов'язковими знаннями за темою роботи у повній мірі, вміннями та навичками роботи з комп'ютерною технікою. За результатами співбесіди виявлено, що значна частина роботи виконана не самостійно. Є суттєві зауваження щодо оформлення роботи за стандартами ЄСКД.                                                                       |
| 1   | Робота показала повну відсутність у студента навичок роботи з комп'ютером та обов'язкових знань і вмінь за темами, що перевіряються. Оформлення роботи не відповідає стандартам ЄСКД.                                                                                                                                                                                                                  |
| 0   | Робота не виконана або не представлена на перевірку викладачеві.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|     | <i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми – 10 балів<br/>( 2 домашні контрольні роботи, по 5 балів за кожен ).</i>                                                                                                                                                                                                                                                                    |

### Критерії оцінювання модульного контрольного тестування

|                                 |                                                                                                                                    |         |         |         |         |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| <b>Правильних відповідей, %</b> | 81 – 100                                                                                                                           | 61 – 80 | 41 – 60 | 21 – 40 | 10 – 20 |
| <b>Бал</b>                      | 10                                                                                                                                 | 8       | 6       | 4       | 2       |
|                                 | Максимальна оцінка студента за даний компонент програми – 30 балів<br>(3 тестування за змістовими модулями, по 10 балів за кожне). |         |         |         |         |

| Форма контролю                                 | Максимальна кількість балів |                       |
|------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
|                                                | Денна форма                 | Заочна форма          |
| Виконання практичних робіт                     | 9x2 бали= 18 балів          | 9x2 бали= 18 балів    |
| Виконання реферату                             | 1x2 бали= 2 бали            | 1x2 бали= 2 бали      |
| Виконання домашніх контрольних робіт           | 2x5 балів =10 балів         | 2x5 балів =10 балів   |
| Поточний модульний контроль у формі тестування | 3x10 балів = 30 балів       | 3x10 балів = 30 балів |
| <b>Всього</b>                                  | <b>60</b>                   | <b>60</b>             |

### Критерії оцінювання знань з дисципліни на заліку

Залік проводиться у письмовій формі та складається з чотирьох завдань. Максимальна оцінка за даний компонент програми – **40 балів** (по **10 балів** за кожне завдання).

**9-10 балів** отримують студенти, які повністю і ґрунтовно виконали завдання, використавши при цьому не лише обов'язкову, а й додаткову літературу; в повному обсязі володіють навчальним матеріалом; вільно, самостійно та аргументовано його викладають під час письмової відповіді.

**7-8 балів** отримують студенти, які достатньо повно володіють навчальним матеріалом; в цілому, однак не повно, виконали завдання і допустили деякі несуттєві неточності та незначні помилки; не вистачає достатньої глибини та аргументації; при цьому не було використано обов'язкову літературу на достатньому рівні.

**5-6 балів** отримують студенти, які в цілому володіють навчальним матеріалом; правильно визначили сутність завдання, але розкрили його не повністю, без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допустивши деякі незначні помилки.

**3-4 бали** отримують студенти, які в цілому володіють навчальним матеріалом; правильно визначили сутність завдання, але без використання необхідної літератури, розкривши його частково і допустивши при цьому окремі суттєві неточності та помилки, котрі частково впливають на загальний результат.

**0-2 бали** отримують студенти, які частково володіють навчальним матеріалом, фрагментарно та поверхнево виконали лише окремі частини завдання і допустили при цьому певні суттєві помилки, котрі значно вплинули на загальний результат.

## 8. Критерії оцінювання результатів навчання

| Змістовий модуль     | Вид роботи                       | Кількість балів |
|----------------------|----------------------------------|-----------------|
| ЗМ 1                 | Практичні роботи №1, №2, №3      | 6/6             |
|                      | Реферат                          | 2/2             |
|                      | Модульне контр. тестування       | 10/10           |
| ЗМ 2                 | Практичні роботи №4, №5, №6      | 6/6             |
|                      | Домашні контрольні роботи №1, №2 | 10/10           |
|                      | Модульне контр. тестування       | 10/10           |
| ЗМ 2                 | Практичні роботи №7, №8, №9      | 6/6             |
|                      | Модульне контр. тестування       | 10/10           |
| Підсумковий контроль | Залік                            | 40/40           |
| Сума                 |                                  | <b>100/100</b>  |

## 9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

На лекційних заняттях інколи доцільно використовувати технічні засоби, а саме: комп'ютер, мультимедійний проектор, інтерактивну дошку. Якщо є можливість інтерактивної дошки або проектора, то наочні пояснення можна організувати таким чином: теоретичні відомості будуть наочно супроводжуватися демонстрацією на інтерактивній дошці (за наявності), або мультимедійному проекторі. Це дає можливість студенту не тільки почути, а й побачити, що сприяє більш ефективному засвоєнню нового матеріалу. Такі лекції є найдоступнішою і найцікавішою формою викладання нового матеріалу з навчальної дисципліни «Електроживлення систем зв'язку».

На практичних заняттях студенти використовують комп'ютери та отримують навички ефективного використання сучасних комп'ютерно-інформаційних технологій у своїй діяльності, що має забезпечити формування у студентів основ інформаційної культури та інформативно-комунікативної компетентності. Також комп'ютери використовуються для проведення поточного модульного контролю у формі тестування.

В якості середовища розробки програмного забезпечення використовуються MathCAD та Matlab . Як наочний матеріал на лекціях і практичних заняттях використовується навчальний посібники (конспекти лекцій) з дисципліни «Електроживлення систем зв'язку» [6,7] та методичні вказівки до виконання лабораторних робіт по зазначеній дисципліні [12].

### **10. Рекомендовані джерела інформації**

Нормативно-правові акти :

1. Основні положення по системах електроживлення вузлів електрозв'язку України/Міністерство зв'язку України. Київ, 1997. – 64 с.
2. Відомчі норми технологічного проектування. Електроустановки підприємств та споруд зв'язку України/ Міністерство зв'язку України. Київ, 1997. – 166 с.
3. Правила технічної експлуатації електроустановок підприємств електрозв'язку.
4. Відомчі норми технологічного проектування. Електроустановки підприємств зв'язку та споруд електрозв'язку, радіо та телебачення. – К.: Радіо та зв'язок, 1989.

### **Основна література:**

1. Правила улаштування електроустановок [Текст] вид. 3-те , перероб. і доп. – Мінпаливенерго України, 2010. -736с.
2. ДСТУ 3465-96. Системи енергопостачальні загального призначення. Терміни та визначення.[Текст] – Київ: Держстандарт,1997.-18с.
3. Гаврилюк В.І. Електроживлення систем залізничної автоматики, телемеханіки та зв'язку. [Текст]: Монографія/ В.І. Гаврилюк, В.Г. Сиченко, Т.М. Сердюк / за заг. ред. В.І. Гаврилюка. –Дніпропетровськ :ДнНУЗТ, 2016. - 193с.
4. Вербицький Е.В. Системи електроживлення електронної апаратури. Конспект лекцій. – Київ: НТУ«КП», 2016.-180с.
5. Електроживлення систем зв'язку. Навчальний посібник. Ч.1. Модуль1. Електромагнітні та випрямні пристрої засобів електроживлення. / М.В. Захарченко, І.П. Малявін, В.Б. Русаловський, О.А. Грабовий . – Київ: Держ. Університет телекомунікацій, 2011.
6. Кадацький А.Ф. Розрахунок системи електроживлення підприємства зв'язку. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів – Одеса: ОНАЗ ім. О.С.Попова, 2014.-72с.
7. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Електроживлення систем залізничного транспорту” [Текст] / М. П. Кириченко та ін.. – Харків : УкрДАЗТ, 2012. – 38 с.
8. Андрєєв А. І., Банзак О. В. Джерела безперебійного живлення телекомунікаційних систем: навчальний посібник – Одеса, 2010. – 196 с.

9. Навчальний посібник за курсом "Автономні перетворювачі" / Укладачі: О.О. Махно, В.В. Семенов, О.В. Будьонний, Н.А. Омельчук / За редакцією В.Я. Жуйкова – Запоріжжя: ЗДІА, 2009. – 126 с.
10. Системи електроживлення електронної апаратури. Конспект лекцій для студентів спеціальності 171 «Електроніка», спеціалізації 8(7).050802 «Електронні системи». - К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 180 с.
11. Конспект лекцій за курсом « Пристрої перетворювальної техніки», Ч1. Імпульсні регулятори напруги . К: НТУУ КПІ.2017, 77с.
12. Основні положення по системах електроживлення вузлів електрозв'язку України / Міністерство зв'язку України. Київ, 1997. – 64с.
13. Відомчі норми технологічного проектування. Електроустановки підприємств та споруд зв'язку України / Міністерство зв'язку України. Київ, 1997. – 166 с.
14. Щупляк Н.М. Основи електроніки і мікроелектроніки. Дрогобич. Видавництво «Бескид БІТ», 2014. – 443 с.
15. Захарченко М.В. Електроживлення систем зв'язку. Лабораторний практикум: Частина 1 Теоретичні положення, Частина 2 Методичні вказівки /М.В. Захарченко, А.Ф. Кадацький, О.П. Русу, І.П. Малявін, В.Б. Русаловський, О.А. Грабовий. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2011. – 136 с.,іл.

### Допоміжна література:

1. Кадацький А.Ф., Андрєєв А.І., Є.П. Бишляга Е.П. Розрахунок перетворювачів напруги з імпульсним регулюванням: Методичний посібник. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2002.
2. Кадацький А.Ф., Саксонов О.В. Випрямний пристрій систем електроживлення засобів телекомунікації: Навч. посібник для самост. Роботи студ., практич. занять та дипломн. проектування. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004.
3. Рудик А. В. Радіоелектроніка. Практикум. – Рівне: НУВГП, 2012. –154 с.

### Інформаційні ресурси

1. <https://knowledge.allbest.ru>physics>
2. <https://siblec.ru>telekommunikasii>electropitanie>
3. [www.edu.ua](http://www.edu.ua)>lib
4. <https://rucont.ru>file>
5. <http://www.e-helper.com.ua/node/120>
6. <http://www.e-helper.com.ua/node/120>
7. [http://www.dut.edu.ua/uploads/1\\_472\\_12078122.pdf](http://www.dut.edu.ua/uploads/1_472_12078122.pdf)
8. <http://metod.kart.edu.ua/>

Розробник:

к.т.н., доц., професор НУК

 О. К. Жук