

Вінницький національний технічний університет  
 Кафедра електричних станцій та систем  
 Факультет електроенергетики та електромеханіки

## РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИКА ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ ( обов'язковий )

**II (магістерський) рівень вищої освіти**

**Галузь знань 14** – Електрична інженерія

**Спеціальність 141** – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

**Викладач:** Рубаненко О.Є., Гунько І.О.

**Мова викладання:** українська

### 1. Опис навчальної дисципліни

| Характеристика навчальної дисципліни            | Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти   | Загальні показники навчальної дисципліни |                       |
|---|--|--|-----------------------|
|   |  | денна форма навчання                     | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів:<br><b>6</b>                 | <b>Галузь знань</b><br>14 – Електрична інженерія<br><br><b>Спеціальність</b><br>141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»<br><br><b>Освітня програма</b><br>Електричні станції<br><br><b>Рівень вищої освіти:</b><br>другий магістерський | <b>Рік підготовки:</b>                   |                       |
|   |  | 1-й                                      | 1-й                   |
| Загальна кількість годин:<br><b>180</b>         |  | <b>Семестр</b>                           |                       |
|   |  | 2-й                                      | 2-й                   |
| Модулів: <b>2</b>                               |  | <b>Лекції</b>                            |                       |
|   |  | 36 год                                   | 12 год                |
| Змістових модулів: <b>2</b>                     |  | <b>Практичні, семінарські</b>            |                       |
|   |  | 18 год                                   | 6 год                 |
| Курсова робота/проект:<br><b>не передбачено</b> |  | <b>Лабораторні</b>                       |                       |
|   |  | 18 год                                   | 6 год                 |
| Підсумковий контроль:<br><b>іспит</b>           | <b>Самостійна робота</b>   |  |                       |
|   | 108 год  | 156 год                                  |                       |

## 2. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліна «Релейний захист та автоматика електричних станцій» (РЗА ЕС) базується на знаннях та уміннях, отриманих студентами під час вивчення дисциплін «Мікропроцесорна техніка», «Теоретичні основи електротехніки», «Алгоритмічні мови та програмне забезпечення», «Обчислювальна техніка в технологічних процесах», «Електричні апарати». Дисципліна безпосередньо пов'язана та доповнює такі дисципліни, як «Діагностика та надійність електрообладнання», «Діагностика та надійність електричних мереж», «Експлуатація електроенергетичних систем», «Експлуатація електроенергетичних систем».

## 3. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення дисципліни:** на основі науково-практичної бази електротехніки, вивчити методи та засоби захисту електрообладнання електричних станцій при його пошкодженнях та ненормальних режимах роботи.

### **Завдання вивчення дисципліни:**

- вивчити принципи виконання релейного захисту електрообладнання електричних станцій,
- вивчити сучасну елементну базу РЗА ЕС,
- методи розрахунку параметрів спрацювання РЗА ЕС,
- принципіві схеми та методи обслуговування засобів релейного захисту
- виховання у студентів почуття причетності до електроенергетичної галузі;
- прищеплення студентам навичок наукового аналізу, спрямованих на забезпечення самостійного осмислення технічних задач РЗА ЕС;
- навчання практичним навичкам роботи з літературними джерелами і технічною літературою;
- виховання уміння застосовувати набуті знання у повсякденній діяльності для вирішення прикладних інженерних задач.

**Програмні результати вивчення дисципліни.** Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

### **вміти:**

- рисувати спрощені електричні принципіві схеми основних видів релейного захисту електричних станцій (ЕС);
- рисувати спрощені електричні принципіві схеми основних видів системної автоматики ЕС;
- розраховувати уставки основних видів релейного захисту ЕС;
- обчислювати уставки основних видів системної автоматики ЕС;
- збирати схеми основних видів релейного захисту ЕС;
- збирати схеми основних видів системної автоматики ЕС;

- налаштувати основні види релейного захисту ЕС;
- налаштувати основні види системної автоматики ЕС.

**знати:**

- принципи роботи основних видів релейного захисту ЕС;
- принципи роботи основних видів автоматики ЕС;
- роботу схем основних видів релейного захисту ЕС;
- роботу схем основних видів автоматики ЕС;
- методики розрахунків уставок спрацювання та інших параметрів основних видів релейного захисту ЕС;
- методики розрахунків уставок спрацювання та інших параметрів основних видів протиаварійної автоматики ЕС.

**Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач освіти в результаті вивчення дисципліни.**

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми для успішного виконання професійних обов'язків за обраною спеціальністю у процесі вивчення даної дисципліни у магістра повинні бути сформовані такі компетентності: дослідницькі навички; навички управління інформацією; навички роботи з комп'ютером; здатність використовувати інформаційні технології для рішення експериментальних і практичних завдань у галузі професійної діяльності; володіти профільованими знаннями в галузі математики для статистичної обробки експериментальних даних, математичного моделювання.

На позааудиторну роботу вноситься вивчення окремих тем курсу, підготовка до лабораторних занять та колоквиумів, виконання завдань СРС.

## **4. Програма навчальної дисципліни**

### **Змістовий модуль 1**

#### **Тема 1. Вступ.**

Мета і задачі дисципліни. Структура курсу. Література. Особливості режиму роботи електрообладнання електричних станцій та вимоги до їх захисту від пошкоджень та ненормальних режимів роботи. Класифікація обладнання електричних станцій.

**Тема 2. Принципи побудови релейного захисту електричних станцій.** Параметри захисту. Блок схеми захисту на електромагнітних реле та на інтегральних мікросхемах (мікропроцесорного захисту). Алгоритм функціонування мікропроцесорного захисту.

**Тема 3. Релейний захист турбогенераторів.** Режими роботи турбогенератора. Пошкодження статора турбогенератора (ТГ). Захист від міжфазних коротких замкнень (КЗ). Основні захисти. Струмова відсічка. Диференційні захисти. Дистанційний захист. Захист від однофазних замкнень. Захист нульової послідовності. Захист від перевантажень. Схеми. Розрахунок уставок спрацювання. Методи та засоби забезпечення чутливості та селективності.

**Тема 4. Захист ротора турбогенератора.** Захист від замкнень на землю. Розрахунок уставок спрацювання. Методи та засоби забезпечення чутливості.

**Тема 5. Мікропроцесорний захист генераторів фірми АВВ типу REG 615 REG 670.** Характеристики захисту. Конфігурування. Вільно програмована логіка. Схеми підключення. Введення уставок. Програмне забезпечення РСМ600. Робота з реєстратором подій.

**Тема 6. Захист силових трансформаторів.** Види силових трансформаторів (СТ), режими роботи та види пошкоджень на ЕС. Класифікація захистів СТ. Струмова відсічка. Максимальний струмовий захист. Диференційний повздовжній захист. Струмовий захист нульової послідовності. Газовий захист. Конструкція реле РНТ-565, ДЗТ-11, ДЗТ-21. Розрахунок уставок.

**Тема 7. Мікропроцесорний захист трансформаторів фірми АВВ типу RET 615 RET 650.** Характеристики захисту. Конфігурування. Вільно програмована логіка. Схеми підключення. Введення уставок. Програмне забезпечення РСМ600. Робота з реєстратором подій.

### Другий змістовний модуль

**Тема 8. Захист повітряних (ПЛ) та кабельних ліній (КЛ) електропересилань.** Захист ліній 500– 750 кВ. Параметри, структурні схеми та розрахунок уставок. Особливості мікропроцесорного захисту REL та REC670. Схема, принцип дії та розрахунок уставок диференційного фазного захисту ПЛ. Захист ліній 110– 330 кВ. Параметри, структурні схеми та розрахунок уставок. Особливості мікропроцесорного захисту REL та REC650. Схема, принцип дії та розрахунок уставок диференційного фазного захисту ПЛ. Особливості панелей ЕПЗ-1636 та ШДЕ 2801. Дистанційний ступеневий захист. Захист ЛЕП 35-6 кВ (REF 615, МРЗС 05, РС 83, РЗЛ 05Л (РЕЛСiС).

**Тема 9. Захист електричних двигунів власних потреб.** Види пошкоджень. Класифікація двигунів. Види захистів. Розрахунок уставок. Схеми релейного захисту. Реле SPAC 804.

**Тема 10. Захист шин.** Види пошкоджень. Види захистів. Розрахунок уставок. Схеми релейного захисту.

**Тема 11. Протиаварійна автоматика ЕС. Автоматичне повторне ввімкнення (АПВ) та автоматичне введення резерву (АВР).** Види, призначення та розрахунок уставок. Схеми АПВ та АВР.

**Тема 12. Протиаварійна автоматика ЕС. Автоматичне частотне розвантаження (АЧР) та автоматичне припинення асинхронного ходу (АПАХ).** Види, призначення та розрахунок уставок. Схеми.

**Тема 13.** Пристрій дистанційного та струмового захисту.

**Тема 13.** Діагностичне обладнання для РЗА. Види, призначення діагностичного обладнання. Характеристики РЕТОМ 60, РЕлеТестер, Оміврон..

**Тема 14.** Захист інверторів ФЕС та конденсаторних установок. Види пошкоджень. Види захистів. Розрахунок уставок. Схеми релейного захисту.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем  | Кількість годин |              |   |     |      |      |              |              |    |      |      |      |
|--|-----------------|--------------|---|-----|------|------|--------------|--------------|----|------|------|------|
|  | денна форма     |              |   |     |      |      | Заочна форма |              |    |      |      |      |
|  | усього го       | у тому числі |   |     |      |      | усього       | у тому числі |    |      |      |      |
|  |                 | л            | п | лаб | ін д | с.р. |              | л            | п  | ла б | ін д | с.р. |
| 1  | 2               | 3            | 4 | 5   | 6    | 7    | 8            | 9            | 10 | 11   | 12   | 13   |
| <b>Модуль 1</b>  |                 |              |   |     |      |      |              |              |    |      |      |      |
| <b>Змістовий модуль 1. Методи та засоби релейного захисту обладнання електричних систем.</b>   |                 |              |   |     |      |      |              |              |    |      |      |      |
| <b>Тема 1. Вступ.</b><br>Мета і задачі дисципліни.<br>Структура курсу.<br>Література.<br>Особливості режиму роботи електрообладнання, електричних мереж і систем та вимоги до їх захисту від пошкоджень та ненормальних режимів роботи.        | 4,5             | 1            | 0 | -   | -    | 1    | 5,5          | 0,5          | -  | -    | -    | 5    |
| <b>Тема 2. Принципи побудови релейного захисту електричних мереж.</b> Параметри захисту. Блок схеми захисту на електромагнітних реле та на інтегральних мікросхемах (мікропроцесорного захисту). Алгоритм функціонування процесорного захисту. | 4,5             | 1            | 0 | -   | -    | 1    | 5,5          | 0,5          | -  | -    | -    | 5    |
| <b>Тема 3. Струмовий захист ліній.</b> Засоби підвищення чутливості. Вико-   | 4,5             | 1            | 0 | -   | -    | 1    | 5            | -            | -  | -    | -    | 5    |

|  |     |   |   |   |   |   |     |    |  |  |   |   |
|--|-----|---|---|---|---|---|-----|----|--|--|---|---|
| ристання параметрів перехідних режимів; постійного струму, змінного струму стороннього джерела, магнітних трансформаторів струму, блокування мінімальної напруги та ін.  |     |   |   |   |   |   |     |    |  |  |   |   |
| <b>Тема 4. Високочастотний та радіозахист електричних мереж.</b><br>Здійснення високочастотних та радіоканалів. Направлений струмовий захист з високочастотною блокуванням та дистанційним пуском передавачів. | 4,5 | 1 | 0 | - | - | 6 | 5   | -  |  |  | - | 5 |
| <b>Тема 5. Особливості захисту електричних мереж напругою 110-220 кВ.</b> Пристрій дистанційного та струмового захисту.  | 4,5 | 1 | 0 | - | - | 6 | 5   | -  |  |  | - | 5 |
| <b>Тема 6. Захист ПЛ-1150, 750 кВ. Панелі захисту ПДЭ-2001 та фірм Siemens і АВВ.</b> Склад, призначення, блок-схеми. Розрахунок параметрів спрацювання ПДЭ-2001.  | 5   | 1 | 1 | - | - | 6 | 6   | 1  |  |  | - | 5 |
| <b>Тема 7. Захист ПЛ-330 кВ. Панелі захисту ДФЗ-504 та захист фірм Siemens, АВВ.</b> Склад, призначення, блок-схеми. Розрахунок параметрів спрацювання ДФЗ-504.  | 5   | 1 | 1 | - | - | 3 | 6   | 1  |  |  | - | 5 |
| <b>Тема 8. Захист ПЛ-</b>  | 5   | 1 | 1 | - | - | 3 | 5,5 | 0, |  |  | - | 5 |

|  |     |   |     |   |   |   |     |     |   |   |   |   |
|--|-----|---|-----|---|---|---|-----|-----|---|---|---|---|
| <b>220 кВ. Панелі захисту ШДЭ-2801, ШДЭ-2802 та фірм Siemens, АВВ.</b> Склад, призначення, блок-схеми. Розрахунок параметрів спрацювання.  |     |   |     |   |   |   |     | 5   |   |   |   |   |
| <b>Тема 9. Захист ПЛ-110 кВ. Панелі захисту ЭПЗ-1636, захист фірми ALSTOM.</b> Склад, призначення, блок-схеми. Розрахунок параметрів спрацювання.  | 5   | 1 | 1   | - | - | 3 | 5,5 | 0,5 |   |   | - | 5 |
| <b>Тема 10. Захист ліній 35 кВ.</b> Склад, призначення, схеми. Розрахунок параметрів спрацювання. Захист SPAC 801.   | 7,5 | 1 | 0,5 | 3 | - | 3 | 5,5 | 0,5 |   |   | - | 5 |
| <b>Тема 11. Захист ліній 6-10 кВ.</b> Склад, призначення, схеми. Розрахунок параметрів спрацювання. Захисти REJ 515, REU 523, REF 615.   | 8,5 | 1 | 0,5 | 4 | - | 3 | 5,5 | 0,5 |   |   | - | 5 |
| <b>Тема 12. Захист обладнання підстанцій.</b> Пошкодження трансформаторів та авто-трансформаторів. Типи захисту. Особливості захисту автотрансформаторів. Розрахунок уставок. Робота схем. Захист REF 615. | 7   | 1 | 2   | - | - | 4 | 8   | -   | 2 | 1 | - | 4 |
| <b>Тема 13. Пристрої релейного захисту та автоматики</b> устаткування спеціального призначення (перетворюючих пристроїв та   | 6   | 2 | 0   | - | - | 4 | 4   | -   |   |   | - | 4 |

|   |    |    |   |   |   |    |    |   |   |   |   |    |  |
|---|----|----|---|---|---|----|----|---|---|---|---|----|--|
| статичних джерел реактивної потужності). Пошкодження та ненормальні режими роботи перетворювальних установок та їх захист.  |    |    |   |   |   |    |    |   |   |   |   |    |  |
| Усього годин 1 модуль   | 45 | 18 | 9 | 9 | 9 | 9  | 45 | 5 | 2 | 1 | 0 | 38 |  |
| <b>Модуль 2</b>   |    |    |   |   |   |    |    |   |   |   |   |    |  |
| <b>Змістовий модуль 2. Методи та засоби протиаварійної автоматики обладнання електричних систем.</b>  |    |    |   |   |   |    |    |   |   |   |   |    |  |
| <b>Тема 14. Види протиаварійної автоматики електроенергетичних систем.</b> Автоматичне повторне вмикання (АПВ). АПВ паралельних ліній з однобічним та двобічним живленням. Однофазне АПВ. АПВ після автоматичного частотного розвантаження. АПВ на REF 615. | 20 | 4  | 3 | 3 | - | 11 |    | 2 | 2 | 1 | - | 16 |  |
| <b>Тема 15. Автоматичне введення резерву.</b> Вимоги до АВР. Пускові органи. Розрахунок уставок спрацювання пускових органів АВР. АВР на REF615.  | 19 | 4  | 2 | 2 | - | 11 |    | 1 | - | 1 | - | 16 |  |
| <b>Тема 16. Автоматичне частотне</b>  | 18 | 3  | 2 | 2 | - | 11 |    | 1 | - | 1 | - | 16 |  |



|  |           |           |           |           |           |           |           |           |          |          |          |           |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| <b>розвантаження.</b><br>Забезпечення балансу потужностей в електричній системі. Категорії частотного розвантаження АЧР-I, АЧР-II. Вимоги до АЧР.  |           |           |           |           |           |           |           |           |          |          |          |           |
| <b>Тема 17. Ремонт, наладка та обслуговування пристроїв РЗА.</b> Перевірка та наладка. Види перевірок. Виведення захисту з роботи. Огляд реле. Перевірка монтажу, ізоляції та вимірювальних трансформаторів. Перевірка первинним струмом. Налаштування високочастотних каналів автоматики. Апаратура для перевірки пристроїв РЗА. Апаратура для регулювання напруги, струму, кута між струмом та напругою. | 15        | 3         | 1         | -         |           | 11        |           | 1         | -        | -        | -        | 15        |
| Контрольна робота для студентів заочної форми навчання   |           |           |           |           |           |           |           |           |          |          |          |           |
| Усього годин<br>1 трим   | 45        | 18        | 9         | 9         | 9         | 9         | 45        | 5         | 1        | 1        | 0        | 38        |
| Усього годин   | <b>90</b> | <b>36</b> | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>90</b> | <b>10</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>76</b> |

### 5. Теми семінарських занять – не передбачені

### 6. Теми практичних занять

| №<br>з/п   | Назва теми   | Кількість<br>годин<br>(денна<br>форма) | Кількість<br>годин<br>(заочна<br>форма) |
|--|--|--|---|
| <b>Змістовий модуль 1. Методи та засоби релейного захисту обладнання електричних систем.</b> |  |  |   |
| 1  | Розрахунок уставок спрацьовування захистів ЛЕП 6-35 кВ [7]                       | 1                                      | -                                       |
| 2  | Розрахунок уставок спрацьовування захистів панелі ЕПЗ 1636 [7]                   | 1                                      | -                                       |
| 3  | Розрахунок уставок спрацьовування захистів панелі ШДЭ 2801 [7]                   | 1                                      | -                                       |
| 4  | Розрахунок уставок спрацьовування захистів панелі ДФЗ 504 [7]                    | 1                                      | -                                       |
| 5  | Розрахунок уставок спрацьовування захистів панелі ПДЭ 2001 [7]                   | 1                                      | -                                       |
| 6  | Розрахунок уставок спрацьовування захистів двотрансформаторної підстанції [7,20] | 2                                      | 2                                       |
|  |  | 7                                      | 2                                       |
| 7  | Розрахунок уставок спрацьовування реле в панелях АПВ [10; 3; 4; 5]               | 3                                      | 2                                       |
| 8  | Розрахунок уставок спрацьовування реле в панелях АВР [10; 3; 4; 5]               | 2                                      | -                                       |
| 9  | Розрахунок уставок спрацьовування реле в панелях АЧР [10; 3; 4; 5]               | 2                                      | -                                       |
|  | Усього годин 1 трим  | 7                                      | 2                                       |
|  | Усього годин   | 18                                     | 4                                       |

### 7. Теми лабораторних занять

| № з/п  | Назва теми   | Кількість годин (денна форма) | Кількість годин (заочна форма) |
|--|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Модуль 1. Релейний захист трансформаторів та протиаварійна автоматика ЕС |  |                               |                                |
| 1  | Лабораторна робота № 7. Трифазне автоматичне повторне включення ПЛ в радіальній мережі з одностороннім живленням [11, с.58-64] | 2                             | 2                              |
| 2  | Лабораторна робота № 8. Автоматичне включення резерву на двотрансформаторній підстанції<br>Література - основна [11, с.65-77]. | 2                             | 1                              |
| Модуль 2. Протиаварійна автоматика електричних систем (ЕС)               |  |                               |                                |
| 3  | Лабораторна робота № 9. Автоматичне частотне розвантаження в енергосистемі<br>Література - основна [11, с.78-89; 3; 4; 5].     | 2                             | 1                              |
| 4  | Лабораторна робота № 10. Автоматичний пристрій точної синхронізації.<br>Література - основна [7, с.90-107].                    | 1                             | 1                              |
|  | Усього годин за трим   | -                             | -                              |
|  | Усього годин   | 18                            | 5                              |

## 8. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми   | Кількість годин (денна форма) | Кількість годин (заочна форма) |
|-------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| 1.    | Види пошкоджень та ненормальних режимів роботи електричних мереж та підстанцій.  | 1                             | 5                              |
| 2.    | Програмна реалізація комплексного захисту. Мікропроцесорна елементна база. Особливості мікропроцесорних вимірювальних органів. Архітектура мікропроцесора. Головні режими роботи. Класифікація та структура інтерфейсів. Вимірювальний орган мікропроцесорного захисту. Мікропроцесорні захисти.   | 1                             | 5                              |
| 3.    | Захист мереж постійного струму. Високочастотний та радіозахист електричних мереж. Здійснення високочастотних та радіоканалів. Направлений струмовий захист з високочастотною блокуванням та дистанційним пуском передавачів. Оцінка та обмеження на використання високочастотного захисту та радіозахисту.                                       | 1                             | 5                              |
| 4.    | Особливості захисту електричних мереж напругою 110-220 кВ.   | 6                             | 5                              |
| 5.    | Захист ПЛ-1150, 750 кВ. Панелі захисту ПДЭ-2001.   | 6                             | 5                              |
| 6.    | Захист ПЛ-330 кВ. Панелі захисту ДФЗ-504, фірм Siemens, АВВ.   | 3                             | 5                              |
| 7.    | Захист ПЛ-220 кВ. Панелі захисту ШДЭ-2801, ШДЭ-2802, фірм Siemens, АВВ.  | 3                             | 5                              |
| 8.    | Захист ПЛ-110 кВ. Панелі захисту ЭПЗ-1636, фірми ALSTOM.   | 3                             | 5                              |
| 9.    | Захист ліній 35 кВ.  | 3                             | 5                              |
| 10.   | Захист ліній 6-10 кВ.  | 3                             | 5                              |
| 11.   | Захист обладнання підстанцій.  | 4                             | 4                              |
| 12.   | Пристрої релейного захисту та автоматики устаткування спеціального призначення (перетворюючих пристроїв та статичних джерел реактивної потужності). Пошкодження та ненормальні режими роботи перетворювальних установок та їх захист. Захист та автоматика батарей конденсаторів. Автоматичне керування режимами роботи статичних конденсаторів. | 4                             | 4                              |
| 13.   | Прискорення дії захисту до та після АПВ. Особливості АПВ шин та трансформаторів. Пристрої автоматичної синхронізації ЛЕП.  | 11                            | 16                             |
| 14.   | Автоматичне введення резерву. Пристрої релейного захисту та автоматики перетворюючих пристроїв та статичних джерел реактивної потужності. Пошкодження та ненормальні режими роботи перетворювальних установок та їх захист. Захист та автоматика батарей конденсаторів. Автоматичне керування режимами роботи                                    | 11                            | 16                             |

|     |   |     |     |
|-----|---|-----|-----|
|     | статичних конденсаторів.                                    |     |     |
| 15. | Автоматичне частотне розвантаження. Розрахунок уставок АЧР. |     |     |
| 16. | Ремонт, наладка та обслуговування пристроїв РЗА.            | 11  | 15  |
|     | Усього годин  | 108 | 156 |

### 9. Індивідуальні завдання

Робочим навчальним планом передбачені курсова робота (в 7 триместрі для студентів денної форми навчання та 6 семестрі для студентів заочної форми навчання) та контрольна робота (в 5 семестрі для студентів заочної форми навчання). Крім того, за рішенням кафедри студенти готують реферати з окремих тем курсу та доповіді на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ.

### 10. Методи навчання

Лекція, проблемна лекція, демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання, практичні роботи, підготовка рефератів, доповідей науково-дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково-технічну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ.

### 11. Методи контролю

Поточний контроль, який здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час практичного заняття, тестування, колоквиумів, захисту контрольної роботи (для студентів заочної форми навчання), заліку, іспиту.

### 12. Розподіл балів, які отримують студенти

#### В 1 триместрі

| Поточне тестування та самостійна робота |                    |                            |           |
|---|--------------------|----------------------------|-----------|
| Змістовий модуль 1                      | Змістовий модуль 2 | Підсумковий тест (екзамен) | Сума      |
| T1-T13                                  | T14-T17            | 26 балів                   | 100 балів |
| 37                                      | 37                 |                            |           |

T1, T2 ... T11 – теми змістових модулів.

**Виконання курсової роботи не передбачено.**

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою                              |   |
|--|-------------|--|---|
|  |             | для екзамену, курсового проекту (роботи), практики         | для заліку  |
| 90 – 100                                     | <b>A</b>    | відмінно   | зараховано  |
| 82-89  | <b>B</b>    | добре  |   |
| 74-81  | <b>C</b>    |  |   |
| 64-73  | <b>D</b>    | задовільно   |   |
| 60-63  | <b>E</b>    |  |   |
| 35-59  | <b>FX</b>   | незадовільно з можливістю повторного складання             | не зараховано з можливістю повторного складання             |
| 0-34   | <b>F</b>    | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

### **13. Методичне забезпечення**

#### **Навчально-методичний комплекс дисципліни, до складу якого входять:**

1. Навчальна програма дисципліни «Релейний захист та системна автоматика».
2. Робоча програма дисципліни «Релейний захист та системна автоматика».
3. Робочий план дисципліни на поточний триместр.
4. Завдання на контрольну роботу для студентів заочної форми навчання з дисципліни «Релейний захист та системна автоматика» і методичні вказівки щодо її виконання
5. Комплект комплексних контрольних робіт.

### **14. Рекомендована література**

#### **Базова**

1. Электрические системы. Математические задачи электроэнергетики: Учебник. / Под ред. В. А. Веникова. М. : Высшая школа, 1981. – 288 с.
2. Перхач В. С. Релейний захист та системна автоматика: Навчальний посібник / В. С. Перхач. – Львів : Вища школа. Вид-во при Львів. ун-ті, 1982. – 380 с.
3. Математичне моделювання в електроенергетиці: Підручник. / О. В. Кириленко, М. С. Сегеда, О. Ф. Буткевич, Т. А. Мазур. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2010. – 608 с.

#### **Додаткова**

4. Кузнецов В. Г. Снижение несимметрии и несинусоидальности напряжений в электрических сетях / В. Г. Кузнецов, А. С. Григорьев, В. Б. Данилюк – К. : Наукова думка, 1992. – 240 с.

#### **Інформаційні ресурси**

1. Національна бібліотека України імені академіка В. І. Вернадського: [сайт]. Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/>
2. Енергетика: [сайт]. Режим доступу: <http://LEONARDO.ENERGY.ORG/>
3. <http://any-book.org/download/68591.html/>
4. <http://window.edu.ru/resource/262/75262/>

### **15. Тематика курсової та контрольної робіт**

#### **Тематика контрольної роботи для студентів заочної форми навчання**

Для виконання контрольної роботи необхідно:

1. Зробити розрахунок уставок захистів двотрансформаторної підстанції, яка містить два трансформатори та дві секції шин;

2. Розрахувати уставки пристрою автоматичного введення резервного джерела живлення (АВР).

3. Нарисувати розгорнуті схеми захистів і АВР.

Варіант знаходять за номером групи і порядковим номером студента у списку групи. Тип захисту та початкові дані задає викладач.

**Виконання курсової роботи непередбачено.**



**Положення  
про організацію вивчення дисципліни «Релейний захист та системна  
автоматика» за КМСОНП**

Таблиця 1 - Шкала оцінювання: національна та ECTS

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою                              |   |
|--|-------------|--|---|
|  |             | для екзамену, курсового проекту (роботи), практики         | для заліку  |
| 90 – 100                                     | <b>A</b>    | відмінно   | зараховано  |
| 82-89  | <b>B</b>    | добре  |   |
| 74-81  | <b>C</b>    |  |   |
| 64-73  | <b>D</b>    | задовільно   |   |
| 60-63  | <b>E</b>    |  |   |
| 35-59  | <b>FX</b>   | незадовільно з можливістю повторного складання             | не зараховано з можливістю повторного складання             |
| 0-34   | <b>F</b>    | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

Таблиця 2 - Кількість і зміст модулів

| Модуль         | Кредити | Лекції (год.) | Лаб. роботи. Кількість (роб./год) | Практичні заняття (семінари) (год.) | Конт-рольна робота | Колоквіуми |
|----------------|---------|---------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------|
| I              | 2       | 14            | 7                                 | 7                                   | —                  | 1          |
| II             | 2       | 14            | 7                                 | 7                                   | —                  | 1          |
| Курсова робота | --      | —             | —                                 | —                                   | —                  | —          |

Таблиця 3 – Оцінювання знань, умінь та навичок студентів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

| Вид роботи                     | Модуль |    |
|--------------------------------|--------|----|
|                                | 1      | 2  |
| 1. Лабораторні роботи          | 8      | 8  |
| 2. Практичні заняття           | 8      | 8  |
| 3. Самостійна робота студентів | 5      | 5  |
| 4. Колоквіуми                  | 16     | 16 |
| Всього                         | 37     | 37 |

Затверджено на засіданні кафедри ЕСС

Протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2013 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ (проф. Лежнюк П. Д.)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

## 5. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми  | Кількість годин (денна форма) |
|-------|---|-------------------------------|
|       | Змістовий модуль 1  |                               |
| 1     | Техніко-економічні закономірності розвитку та удосконалення РЗА Проблеми створення РЗА  | 10                            |
| 2     | Організація та використання РЗА в REF 615   | 10                            |
| 3     | Розвиток автоматики запобігання порушення стійкості.  | 10                            |
| 4     | Промислові панелі автоматики припинення асинхронного режиму   | 7                             |
| 5     | Автоматика частого розвантаження. Програмування РЗА   | 7                             |
|       | Змістовий модуль 2  |                               |
| 6     | Засоби автоматичного введення-виведення даних. Сенсори первинної інформації. Аналогові, цифрові та цифро-аналогові засоби сполучення. | 10                            |
| 7     | Мікропроцесорні термінали. Інтегрована РЗА генераторів. трансформаторів і ліній електропередач.                                       | 10                            |
| 8     | Мікропроцесорний захист та автоматика електричних мереж напругою 330-750 кВ, потужного блоку генератор-трансформатор та інші          | 7                             |
| 9     | Перспективи подальшого впровадження МППА  | 7                             |
| 10    | Порівняльний аналіз мікропроцесорних, електромеханічних та напівпровідникових пристроїв протиаварійної автоматики                     | 9                             |
|       | <b>Усього годин</b>   | <b>87</b>                     |

## 6. Індивідуальні завдання

## 7. Методи навчання

Лекція, зокрема, з використанням технічних засобів навчання, лабораторні роботи, підготовка до лабораторних робіт, доповіді науково-дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково-технічну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ.

В якості технічних засобів навчання використовуються:

– клас, обладнаний вісьмома комп'ютерами з процесорами Athlon 2,4 GHz.

## 8. Засоби діагностування результатів навчання

Протягом вивчення дисципліни передбачається поточний та підсумковий форми контролів знань студентів.

Поточний контроль проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів в результаті написання колоквиумів та захисту виконаних лабораторних робіт. Колоквиуми можуть проводитись за допомогою таких методів:

- письмової контрольної роботи;
- складання тестів у електронній системі університету;
- складання тестів у електронній системі університету та додаткової письмової контрольної роботи (додатково оголошується розподіл балів за складання тестів та виконання письмової роботи із загальної кількості балів, відведених на колоквиум).

Метод написання та максимально дозволений час колоквиуму оголошується студентам на першому тижні навчального семестру.

Підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом складання диференційованого заліку за темами, що охоплюють весь курс дисципліни. Диференційований залік може проводитись за допомогою таких методів:

- письмової роботи;
- складання тестів у електронній системі університету;
- складання тестів у електронній системі університету та додаткової письмової роботи (додатково оголошується розподіл балів за складання тестів та виконання письмової роботи із загальної кількості балів, відведених на підсумковий контроль).

Метод та максимально дозволений час складання підсумкового контролю оголошується студентам на першому тижні навчального семестру.

## 9. Розподіл балів, які отримують студенти

Вивчення дисципліни за кредитно-модульною системою (КМС) студентами денної форми навчання проводиться у відповідності з положенням про кредитно-модульну систему організацію навчального процесу у ВНТУ. Нижче наведено трудомісткість дисципліни.

| <i>Модуль 1</i>            |    | <i>Модуль 2</i>  |    |
|----------------------------|----|------------------|----|
| Лаб. робота №1             | 4  | Лаб. робота №4   | 4  |
| Лаб. робота №2             | 4  | Лаб. робота №5   | 4  |
| Лаб. робота №3             | 4  | Лаб. робота №6   | 4  |
| СРС№1                      | 2  | Лаб. робота №7   | 4  |
| СРС№2                      | 2  | СРС№6-7          | 2  |
| СРС№3                      | 2  | СРС№8            | 2  |
| СРС№4                      | 2  | СРС№9            | 2  |
| СРС№5                      | 2  | СРС№10           | 2  |
| Колоквиум 1                | 28 | Колоквиум 2      | 26 |
| Сума за модуль 1           | 50 | Сума за модуль 1 | 50 |
| <b>Сума за семестр 100</b> |    |                  |    |

## 10. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

Загальна оцінка студента за результатами КМС залежить від суми набраних протягом теоретичного семестру балів (до 100 балів), і визначається за таблицею.

Якщо студент за результатами виконання завдання протягом семестру отримав бальну оцінку на рівні F, то він має право пройти повторний курс вивчення дисципліни відповідно до «Тимчасового положення про порядок ліквідації академічної заборгованості, академічної різниці та надання платної послуги з проведення занять з вивчення окремої навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом».

| Рівень компетентності                       | За національною шкалою                | За шкалою ЕКТС | Критерії оцінювання  |
|---|---------------------------------------|----------------|--|
| IV<br>Високий<br>(творчий)<br>«5»           | відмінно<br>(90–100)                  | A              | Виставляється, якщо при відповіді на питання виявлено всебічні, систематизовані, глибокі знання матеріалу, який вноситься на контроль, уміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, знання основної і додаткової літератури, передбаченої програмою на рівні творчого використання.   |
| III<br>Достатній<br>(конструктивний)<br>«4» | добре<br>«4+»<br>(82–89)              | B              | Повні знання з питань і задач, що стоять перед студентом. Уміння викладати основні ідеї. Вміння професійно відстоювати свою точку зору. Припускаються несуттєві неточності у викладенні матеріалу та у відповідях.   |
|   | добре<br>«4»<br>(75–81)               | C              | Достатньо повні знання з поставлених питань і задач. Вміння викладати основні ідеї. Здатність самостійно застосовувати вивчений матеріал на рівні стандартних ситуацій, наводити окремі власні приклади на підтвердження власних тверджень. Вміння доводити правильність своїх рішень. Несуттєві неточності у відповідях та деякі нераціональності при програмуванні задач.    |
| II<br>Середній<br>(репродуктивний)<br>«3»   | задовільно<br>«3+»<br>(64–63)         | D              | Студент може відтворити значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання та розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати матеріал, робити висновки та розробляти програмні блоки. Пояснення неповні, нелаконічні, не завжди точні. Відповіді на питання неповні, містять неточності, при програмуванні застосовуються не найраціональніші рішення. |
|   | задовільно<br>«3»<br>(60–63)          | E              | Задовільні знання програмного матеріалу на рівні вищому за початковий. Здатність за допомогою викладача логічно відтворювати значну частину матеріалу. При відповіді на запитання виникають труднощі у деяких положеннях, відповіді не повні, програми пишуться нераціонально, не використовуються всі ефективні засоби програмування.   |
| I<br>Низький                                | «незадовільно з можливістю повторного | FX             | Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обґрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (40-   |

|     |   |   |  |
|-----|---|---|--|
| «2» | складання»<br>2<br>(35–59)  |   | 60%), пояснення не до ладу. Самостійно, без допомоги викладача, не може сформулювати алгоритм рішення задачі. Програми не раціональні та неефективні, при програмуванні використовуються лише прості конструкції.                                    |
|     | «незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни»<br>2<br>(0–34) | F | Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обґрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (60-100%). Самостійно, без допомоги викладача, не може сформулювати алгоритм рішення задачі. |

## 11. Рекомендована література та інформаційні ресурси

### Базова література

1. Голота А.Д. Автоматика в електроенергетичних системах: Навч. посіб.- К.: Вища шк.. 2006. – 367 с.
2. Овчаренко Н.И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем: Учебник для вузов / Под ред. А.Ф. Дьякова. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2001. – 504 с.
7. Техническое обслуживание релейной защиты и автоматики электростанций и электрических сетей / Сост. Ф.Д. Кузнецов, А.К. Белотелов. Под ред. Б.А. Алексева. – Ч.4: Электроавтоматика. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2001. – 72 с.
8. Букович Н.В. Противаварийна режимна автоматика електроенергетичних систем: Навч. Посібник. – Львів: Видавництво «Бескід Біт», 2003. – 224 с.
9. Комплект многофункциональных микропроцессорных блоков релейной защиты и автоматики: Блок микропроцессорной автоматической частотной разгрузки БМАЧР: Микропроцессорный блок – многофункциональное реле частоты БММРЧ / Информационные выпуски НТЦ «Мехатроника» на ВВЦ. – М., 1998.
10. Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем. – М.: СПО ОРГРЭС, 1997.
11. Овчаренко Н.И. Микропроцессорные комплексы релейной защиты и автоматики распределительных сетей. – М.: НТФ «Энергопрогресс», 1999. (Библиотечка электротехника, приложение к журналу «Энергетик». Вып. 7(10)).
12. Анреев В.А., Овчаренко Н.К. Быстродействующее микропроцессорное устройство АВР // Промышленная энергетика. – 2000. - №2. – С. 5-8.
13. Пономарев И.В. Рекомендации по выбору устройств защиты электрического оборудования с использованием микропроцессорных устройств фирмы GE Multilin. – М.: EMV CD «Энергомашвин», -2004. -67 с.
14. Серия реле частоты MICOM 940 (ALSTOM). – М.: EMV CD «Энергомашвин», -2004. -16 с.

15. [www.selinc.com](http://www.selinc.com)

16. Главацкий В.Г., Пономарев И.В. Современные средства релейной защиты и автоматики электрических сетей. – М.: EMV CD «Энергомашвин», -2004. 4-я версия - 147 с.

#### **Додаткова література**

17. Микропроцессорные системы в электроэнергетике/ Стогний Б.С., Рогоза В.В., Кириленко А.В. - Киев: Наукова думка, 1988. - 232 с.

18. Проектирование микропроцессорных измерительных приборов и схем / В.Д. Циделко, Н.В. Нагаец, Ю.В. Хохлов и др. - К.: Техніка, 1984. - 215 с.

19. Микропроцессорные гибкие системы релейной защиты / В.А.Михайлов, Е.В.Кириевский, Е.М.Уленицкий и др. / Под ред. В.П.Морозкина. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 240 с.

20. Сташин, Урусов, Мологонцева. Проектирование цифровых устройств автоматики на однокристальных микропроцессорах. - М.: Энергоатомиздат, 1989

#### **Інформаційні ресурси**

5. Національна бібліотека України імені академіка В. І. Вернадського: [сайт]. Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/>

6. Энергетика: [сайт]. Режим доступу: <http://LEONARDO.ENERGY.ORG/>

7. <http://any-book.org/download/68591.html/>

8. <http://window.edu.ru/resource/262/75262/>