


Національний університет біоресурсів і природокористування України
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
Кафедра електропостачання ім. проф. В.М. Синькова



“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Директор ННІ Енергетики,
автоматики і енергозбереження


В.В. Каплун


“ ” 2022 р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри електропостачання
ім. проф. В.М. Синькова

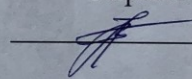
Протокол № 14 від “ 02 ” 05 2022 р.

Завідувач кафедри


В.В. Козирський

“РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП ЕЕЕ _____


М.М. Заблодський

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мікропроцесорні системи захисту та автоматики

спеціальність 141 - «Електроенергетика, Електротехніка та Електромеханіка»

освітня програма «Електроенергетика, Електротехніка та Електромеханіка»

ННІ Енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник: проф., д.т.н., проф. Гребченко М.В.

Київ – 2022 р.

1.Опис навчальної дисципліни «Мікропроцесорні системи захисту та автоматики»

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Спеціальність	141 - «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Освітній ступінь	магістр	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістовних модулів	2	
Курсовий проект		
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форми навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2	
Семестр	3	
Лекційні заняття	10 год.	
Практичні, семінарські заняття		
Лабораторні заняття	20 год.	
Самостійна робота	75 год.	
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	3 год.	

Відповідно до стандарту вищої освіти за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти (затверджено наказом МОН №867 від 20.06.2019) випускники повинні отримати спеціальні **компетентності** К14. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.

Програмні результати навчання бакалавра ПР02. Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.

Магістерський рівень вимагає розвитку компетентності К14 та програмних результатів навчання бакалавра ПР02 з урахуванням сучасної мікропроцесорної елементної бази та загальносистемних задач керування аварійними режимами електричних систем.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета - підготовка до ефективної експлуатації комплексу автоматичних приладів управління режимами роботи, протиаварійного управління та релейного захисту сучасних розподільних електричних мереж, вивчення основ мікропроцесорної автоматики та релейного захисту електричних систем, принципів дії, алгоритмів функціонування та технічної реалізації основних видів приладів автоматики і релейного захисту та оволодіння

практичними навичками розрахункової та дослідницької роботи з проектування та експлуатації автоматики та релейного захисту елементів розподільних електричних мереж.

Завдання:

1. Узагальнення принципів виконання релейного захисту та автоматики елементів електричних систем. Придбання навичок аналізу роботи автоматики у разі виникнення аварійних ситуацій.

2. Розвиток навичок вибору типів захистів та системної автоматики і визначення параметрів їх спрацювання.

3. Отримання навичок узгодження дії мікропроцесорних захистів окремих вузлів між собою та узгодження дії захистів з різними видами системної автоматики

4. Освоєння методів проектування захистів та автоматики електричних мереж.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

знати: давальники струму і напруги, схеми їх сполучень з реле, вибір їх для роботи в схемах релейного захисту; основні вимоги до релейного захисту; принципи виконання релейного захисту з відносною селективністю; вибір параметрів спрацювання та забезпечення необхідної чутливості; принципи роботи релейного захисту з абсолютною селективністю та визначення їх основних параметрів спрацювання; призначення РЗ та принципи захисту ліній електропередачі; близьке та далеке резервування; пристрої резервування відмови вимикача; релейний захист генераторів, трансформаторів, збірних шин та електродвигунів; пристрої автоматичного вмикання резерву, автоматичного повторного вмикання вимикача; автоматичне частотне розвантаження; основні поняття про цифрові пристрої релейного захисту і автоматики на мікропроцесорах;

вміти: вибирати трансформатори струму для їх роботи в схемах релейного захисту; розраховувати параметри спрацювання ступеневого струмового захисту ліній електропередачі від міжфазних та однофазних коротких замикань; вибирати типи захистів силових ліній, генераторів, трансформаторів, двигунів; визначати параметри спрацювання диференційних та максимально-струмових захистів силових ліній, трансформаторів; визначати параметри спрацювання захистів двигунів; вибирати параметри спрацювання та складати структурні схеми автоматичного включення резерву та повторного включення; читати прості схеми РЗ та автоматики, аналізувати послідовність дії релейного захисту та автоматики в разі виникнення аварій.

Набуття компетентностей:

загальні компетентності (ЗК): Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, здатність використовувати іноземну мову для здійснення науково-технічної діяльності, здатність приймати обґрунтовані рішення, здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

фахові (спеціальні) компетентності (ФК): Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання та керування елементами електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

3. Програма навчальної дисципліни.

Змістовий модуль 1. Основні принципи виконання релейного захисту та автоматики розподільних електричних мереж

Тема лекційного заняття 1. Основні принципи побудови РЗ. Елементні бази РЗіА. Типи захистів елементів електричних систем та систем електропостачання. Узагальнення принципів виконання релейного захисту та автоматики.

Тема лекційного заняття 2. Захисти з відносною селективністю. Максимальний струмовий захист. Визначення струму спрацювання. Забезпечення селективності дії. МСЗ із залежною характеристикою спрацювання..

Тема лекційного заняття 3. Захист ліній. Ступеневі захисти струму та струму й напруги.

Тема лекційного заняття 4. Дистанційний захист повітряних ліній. Визначення параметрів спрацювання

Тема лекційного заняття 5. Захисти з абсолютною селективністю. Особливості диференційного захисту ліній, трансформаторів та збірних шин.

Змістовий модуль 2. Мікропроцесорний релейний захист та автоматика

Тема лекційного заняття 6. Основні принципи побудови мікропроцесорних захистів і автомат. Часострумкові характеристики.

Тема лекційного заняття 7. МСЗ із залежною характеристикою. Вибір часу спрацювання та типу часострумової характеристики.

Тема лекційного заняття 8. Розрахунок параметрів спрацювання мікропроцесорного диференційного захисту.

Тема лекційного заняття 9. Порядок вибору та узгодження часострумівих характеристик МП захистів. АПВ ліній. АВР двотрансформаторних підстанцій

Тема лекційного заняття 10. Логічний дифзахист шин з використанням МП-захистів. МП-реле з характеристикою RXIDG у захисті від замикань на землю

Структура навчальної дисципліни для повного терміну денної форми навчання.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин						
	тижні	усього	у тому числі				
			лек	прак	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8
Змістовий модуль 1. Основні принципи виконання релейного захисту та автоматики розподільних електричних мереж							
Тема1. Основні принципи побудови РЗ. Елементні бази РЗіА.	1	10	1		2		7
Тема 2. Захисти з відносною селективністю.	2	10	1		2		7
Тема 3. Захист ліній.	3	10	1		2		7
Тема 4. Дистанційний захист повітряних ліній.	4	10	1		2		7
Тема 5. Захисти з абсолютною селективністю.	5	10	1		2		7
Разом за змістовим модулем 1	5	50	5		10		35
Змістовий модуль 2. Мікропроцесорний релейний захист та автоматика							
Тема 6. Основні принципи побудови мікропроцесорних захистів і автомат.	6	11	1		2		8
Тема 7. МСЗ із залежною характеристикою.	7	11	1		2		8
Тема 8. Розрахунок параметрів спрацювання мікропроцесорного диференційного захисту.	8	11	1		2		8
Тема 9. Порядок вибору та узгодження часострумівих характеристик МП захистів. АПВ ліній. АВР двотрансформаторних підстанцій	9	11	1		2		8
Тема 10. Логічний дифзахист шин з використанням МП-захистів. МП-реле з характеристикою RXIDG у захисті від замикань на землю	10	11	1		2		8
Разом за змістовим модулем 2	10	55	5		10		40
Усього годин		105	10		20		75

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження особливостей використання вимірювальних трансформаторів струму для мікропроцесорного релейного захисту.	4
2	Дослідження диференційного захисту трансформатора на реле з гальмуванням та мікропроцесорного диф. захисту.	4
3	Розрахунок параметрів спрацювання захистів приєднань ліній 6 - 10 кВ та приєднань електродвигунів на МП-реле типу МРЗС 5 L.	4
4	Визначення параметрів спрацювання та перевірка дії МП відсічки та МП захисту із залежною характеристикою асинхронного електродвигуна.	4
5	Дослідження мікропроцесорного струмового захисту із зворотною залежністю часу спрацювання від струму	4

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

Контрольні питання.

1. Основні вимоги до релейного захисту.
2. Переваги мікропроцесорних захистів по відношенню до захистів з використанням електромеханічних реле.
3. Визначення струму спрацювання мікропроцесорного МСЗ (третій ступінь ступеневого струмового захисту) від багатозазних к.з.
4. Оцінка чутливості захистів.
5. Способи забезпечення необхідної чутливості МСЗ.
6. Способи забезпечення селективності дії МСЗ.
7. Миттєва струмова відсічка від міжфазних к.з.
8. Миттєва струмова відсічка від міжфазних к.з, що встановлена на блоку лінія-трансформатор.
9. Принцип дії відсічки з витримкою часу від між фазних к.з.
10. Принцип дії направленого струмового захисту від міжфазних к.з.
11. Ступеневий струмовий захист нульової послідовності від к.з. на землю.
12. Загальна сигналізація замикань на землю в мережі 6-35 кВ.
13. Індивідуальна селективна сигналізація однофазних замикань на землю.
14. Дистанційний захист повітряних ліній.
15. Принцип дії поздовжнього диференціального захисту лінії.
16. Струми небалансу в диференціальному захисту.
17. Принципи виконання поздовжнього диф.захисту ліній з гальмуванням.
18. Принцип дії струмового поперечного диференціального захисту паралельних ліній.
19. Мертва зона та повна схема поперечного диференціального захисту двох паралельних ліній.
20. Спрямований поперечний диференціальний захист двох паралельних ліній. Зона каскадної дії захисту.
21. Струмова відсічка трансформаторів від між фазних к.з.
22. Особливості виконання диференційного захисту трансформаторів.
23. Газовий захист та захист від надструмів трансформаторів.

24. Захист генераторів. Види пошкоджень і ненормальних режимів генераторів. Види захистів генераторів.
25. Захист електродвигунів номінальною напругою 6-10 кВ.
26. Особливості захисту блоків лінія-трансформатор.
27. Узагальнена структурна схема мікропроцесорного захисту.
28. Часострумові характеристики мікропроцесорних струмових захистів.
29. Порядок вибору та узгодження часострумових характеристик МП захистів.
30. Використання струмових МП-реле з характеристикою RXIDG у захисті від замикань на землю.
31. Реалізація функції резервування відмови вимикачів в мікропроцесорних захистах.
32. Переваги мікропроцесорних максимальних струмових захистів.
33. Переваги мікропроцесорних диференційних захистів трансформаторів.
34. Принцип дії логічного дифзахисту шин з використанням МП-захистів.
35. АПВ ліній.
36. АВР двотрансформаторних підстанцій

Комплект тестових завдань №1

1. Чому у разі використання МП-захистів ступінь селективності за часом приймається меншою, ніж у разі використання електромеханічних реле часу

1	Тому що час спрацювання МП-захисту менше ніж електромеханічного
2	Тому що похибка реле часу МП-захистів менша ніж електромеханічного
3	Тому що похибка реле часу МП-захистів більша ніж електромеханічного
4	Тому що час спрацювання МП-захисту більше ніж електромеханічного

Правильна відповідь - 2

2. Чутливість струмового МП-захисту у порівнянні з захистом із використанням електромеханічних реле

1	вище
2	нижче
3	така сама
4	не значно нижче

Правильна відповідь - 2

3. У якому складі може використовуватись мікропроцесорний ступеневий струмовий захист від багатофазних к.з.

1	Тільки перший ступінь
2	Тільки другий ступінь
3	Тільки третій ступінь
4	Одночасно перший та другий ступінь
5	Одночасно перший, другий та третій ступінь

Правильна відповідь – 1,2,3,4,5

4. Вкажіть значення коефіцієнту повернення максимального струмового органу МП-захисту

1	0,7
2	0,8
3	0,9
4	0,96

Правильна відповідь – 4

5. За рахунок чого забезпечується неспрацювання МП диференційного захисту у разі виникнення кидка струму намагнічування силового трансформатора, на якому встановлено захист

1	За рахунок вибору уставки спрацювання більш значення кидка струму
---	---

2	За рахунок використання характеристики з гальмуванням
3	За рахунок контролю рівня першої гармоніки у струмі
4	За рахунок контролю рівня другої гармоніки у струмі

Правильна відповідь – 4

6. Вкажіть значення коефіцієнту повернення електромеханічного струмового реле типу РТ-40

1	0,7
2	0,8
3	0,9
4	0,96

Правильна відповідь – 2

7. З якою метою використовується гальмування в диференціальному захисті.

1	Забезпечення спрацювання захисту у разі перевантаження
2	Забезпечення спрацювання захисту у разі к.з. на об'єкті, що захищається
3	Забезпечення спрацювання захисту у разі зовнішніх к.з.
4	Забезпечення спрацювання захисту у разі перевантаження

Правильна відповідь – 3

8. Вкажіть схему з'єднання вторинних обмоток трансформаторів струму та обмоток реле, для якої коефіцієнт схеми дорівнюється $\sqrt{3}$

1	Зірка / зірка
2	Трикутник / зірка
3	Неповна зірка / зірка
4	Зірка / неповна зірка

Правильна відповідь – 2

9. У якому захисті використовується мікропроцесорне струмове реле з характеристикою RXIDG

1	МСЗ від багатофазних к.з.
2	Захист від замикань на землю
3	Дистанційний захист
4	Диференціальний захист

Правильна відповідь – 2

10. Вкажіть значення коефіцієнту надійності спрацювання цифрового струмового захисту (кн)

1	1,1
2	1,15
3	1,2
4	1,3

Правильна відповідь – 1

11. Селективність дії максимального струмового захисту від міжфазних к.з. забезпечується:

1	За рахунок зменшення часу спрацювання захистів в напрямку від навантаження до джерела живлення
2	За рахунок збільшення часу спрацювання захистів в напрямку від навантаження до джерела живлення
3	За рахунок виключення часу спрацювання захистів
4	За рахунок забезпечення миттєвого спрацювання захистів мережі

Правильна відповідь – 2

12. Для підвищення чутливості максимального струмового захисту необхідно:

1	Збільшити час спрацювання захисту
2	Збільшити струм спрацювання захисту
3	Зменшити струм спрацювання захисту
4	Зменшити час спрацювання захисту

Правильна відповідь – 3

13. Мінімально необхідне значення коефіцієнту чутливості максимального струмового захисту лінії від між фазних к.з. в основній зоні дії захисту:

1	0,8
2	1,2
3	1,5
4	1,0

Правильна відповідь – 3

14. Струм спрацювання максимального струмового захисту лінії від міжфазних к.з. (за першою умовою) визначається за формулою:

1	$I_{с.з.} = K_H \cdot I_{к.макс}$
2	$I_{с.з.} = K_{зап} \cdot 3I_{0макс}$
3	$I_{с.з.} = K_{зап} \cdot I_{нб макс}$
4	$I_{с.з.} = \frac{K_H \cdot K_3}{K_H} I_{н.макс}$

Правильна відповідь – 4

15. Струм небалансу в диференціальному струмовому захисті виникає з-за:

1	Похибки трансформаторів напруги
2	Похибки струмових реле
3	Наявності РПН у трансформаторів
4	Того, що характеристики трансформаторів струму не збігаються

Правильна відповідь – 4

16. Вкажіть основні вимоги до релейного захисту розподільних електричних мереж

1	Взаємозамінюваність, придатність до ремонту
2	Взаєморезервування, економічність
3	Швидкодія, селективність, чутливість, надійність
4	Універсальність, економічність, найменші габарити

Правильна відповідь – 3

17. Який ступінь триступеневого струмового захисту спрацює у разі виникнення двофазного к.з. у кінці лінії, що захищається:

1	Захист не спрацює
2	Перший
3	Другий
4	Третій

Правильна відповідь – 3

18. Виконати розрахунок струму спрацювання МСЗ лінії від міжфазних к.з. , якщо максимальний струм навантаження – 243 А. У захисті використовується реле струму типу РТ-40 ($K_H=1,2$):

1	1514,5 А
---	----------

2	1214,8 А
3	1643,5 А
4	1093,5 А

$$I_{с.з.} = \frac{K_n \cdot K_3}{K_n} I_{н.макс} = \frac{1,2 \cdot 3}{0,8} \cdot 243 = 1093,5$$

Правильна відповідь – 4

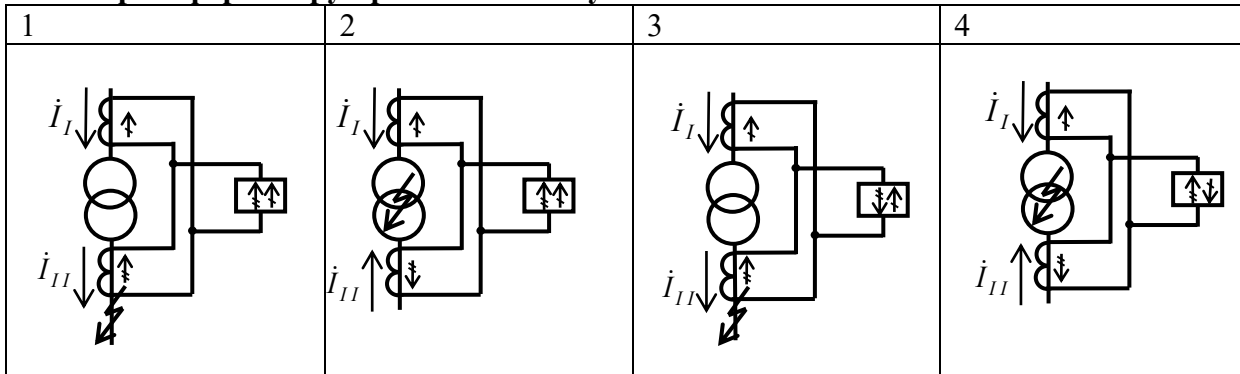
19. Чи припустиме використання МСЗ лінії 10 кВ із струмом спрацювання 710 А, якщо значення струму двофазного к.з. у кінці лінії в мінімальному режимі складає 1650 А?

1	Припустиме, тому що $K_{ч осн} > 1,5$
2	Не припустиме, тому що $K_{ч осн} > 1,2$
3	Не припустиме, тому що $K_{ч осн} < 2$
4	Припустиме, тому що $K_{ч осн} < 1,2$

$$K_{ч} = \frac{I_{к min}}{I_{с.з.}} = \frac{1650}{710} = 2,32 > 1,5$$

Правильна відповідь – 1

20. Вкажіть правильний розподіл струмів у трансформаторі та у диференціальному захисті трансформатора при зовнішньому к.з.



Правильна відповідь – 3

21. Чи повинна спрацювати струмова відсічка електродвигуна у разі пуску електродвигуна

1	Так
2	Ні
3	Якщо не спрацював резервний захист
4	Якщо спрацював резервний захист

Правильна відповідь – 2

22. Друге призначення релейного захисту розподільних електричних мереж

1	Сигналізація про виникнення к.з. та його місце
2	Попередження про можливість виникнення к.з.
3	Виявлення порушення нормального режиму роботи обладнання й сигналізація про це порушення, або вимкнення з витримкою часу
4	Виявлення місця виникнення к.з. і швидке автоматичне відключення вимикачів пошкодженого обладнання

Правильна відповідь – 3

23. Призначення АЧР

1	Вмикання резервного живлення споживачів
2	Відновлення нормальної частоти напруги шляхом вимкнення частини навантаження у

	разі зниження частоти
3	Відновлення нормальної частоти у разі її зростання
4	Підключення навантаження у разі перевищення частотою номінального значення частоти

Правильна відповідь – 2

24. Який ступінь ступеневого струмового захисту спрацює у разі виникнення трифазного к.з. у кінці лінії, що захищається

1	Перший
2	Другий
3	Третій
4	Захист не спрацює

Правильна відповідь – 2

25. Чи повинен МСЗ повертатися у неспрацьоване положення після вимкнення зовнішнього к.з.?

1	Якщо не спрацював резервний захист
2	Ні
3	Інколи
4	Так

Правильна відповідь – 4

26. У яких випадках повинен спрацьовувати АВР:

1	У всіх випадках відключення вимикача
2	Якщо навантаження вимкнено внаслідок дії АЧР
3	У разі втрати живлення від робочого джерела за будь-якою причиною
4	Якщо зразу після включення вимикача виникло к.з.

Правильна відповідь – 3

27. У яких випадках повинно спрацьовувати АПВ:

1	У всіх випадках автоматичного вимкнення вимикача
2	У разі втрати живлення від робочого джерела по будь-якій причині
3	Якщо зразу після включення вимикача виникло к.з.
4	Якщо навантаження вимкнено внаслідок дії АЧР

Правильна відповідь – 1

28. Яка кратність дії АПВ використовується

1	Однократна
2	Двократна
3	Трикратна
4	Чотирикратна

Правильна відповідь – 2

29. Чи повинен працювати пристрій АПВ, якщо к.з. виникло на лінії безпосередньо після включення вимикача лінії

1	Так
2	Ні
3	Якщо спрацював захист цієї лінії
4	Якщо не спрацював захист цієї лінії

Правильна відповідь – 2

30. Призначення самодіагностики МП-захистів

1	Періодичне вимкнення МП-захистів
2	Перевірка роботи МП-захистів
3	Підвищення надійності роботи МП-захистів
4	Виведення з роботи МП-захисту у разі його перевантаження

Правильна відповідь –2,3

8. Методи навчання

За джерелами знань використовуються наступні методи навчання: словесні – лекція, розповідь, пояснення; наочні – ілюстрація, демонстрація; практичні – лабораторні роботи.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються наступні методи: дослідницький, пошуковий, проблемний.

За характером логіки пізнання використовуються наступні методи: аналітико – синтетичний, синтетичний, аналітичний, індуктивний, дедуктивний.

9. Форми контролю

Оцінювання якості знань студентів в умовах організації навчального процесу за кредитно-модульною системою здійснюється шляхом поточного, модульного, підсумкового (семестрового) контролю за 100-бальною шкалою оцінювання та національною шкалою оцінювання.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль		Рейтинг з навчальної роботи R _{нр}	Рейтинг з додаткової роботи R _{др}	Рейтинг штрафний R _{штр}	Підсумкова атестація (екзамен)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2					
0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

Співвідношення між національними оцінками і рейтингом здобувача вищої освіти

Оцінка національна	Рейтинг здобувача вищої освіти, бали
Відмінно	90-100
Добре	74-89
Задовільно	60-73
Незадовільно	0-59

Критерії оцінювання за модулями

Вид діяльності	Кількість балів	3 урахуванням ваги модуля
----------------	-----------------	------------------------------

Модуль 1. Основні принципи виконання релейного захисту та автоматики розподільних електричних мереж. (30%)

Навчальна робота		
Лабораторна робота №1 Дослідження особливостей використання вимірювальних трансформаторів струму для мікропроцесорного релейного захисту. (методичні вказівки)	20	7
Лабораторна робота №2 «Дослідження диференційного захисту трансформатора на реле з гальмуванням та мікропроцесорного диф. захисту.» (методичні вказівки) »	20	7
Лабораторна робота №3 «Розрахунок параметрів спрацювання захистів приєднань ліній 6 -10 кВ на МП-реле типу МРЗС 5 L.» (методичні вказівки)»	10	3,5
Самостійна робота		
Завдання 1- «Розрахунок струму спрацювання МП МСЗ»	5	1,75
Завдання 2- «Розрахунок струму спрацювання МП миттєвої відсічки»	5	1,75
Завдання 3 – «Розрахунок струму спрацювання МП відсічки електродвигуна»	5	1,75
Завдання 4 – «Розрахунок струму спрацювання МП відсічки з витримкою часу»	5	1,75
Модульний контроль		
<u>Модульний тест</u>	30	10,5
Всього за модуль 1	100	35

Модуль 2. Мікропроцесорний релейний захист та автоматика(40%)

Навчальна робота		
Лабораторна робота №3 Розрахунок параметрів спрацювання захистів приєднань електродвигунів на МП-реле типу МРЗС 5 L. (методичні вказівки)	20	7
Лабораторна робота №4 «Визначення параметрів спрацювання та перевірка дії МП відсічки та МП захисту із залежною характеристикою асинхронного електродвигуна.» (методичні вказівки) »	20	7
Лабораторна робота №5 «Перевірка та аналіз дії мікропроцесорного комплексу захисту та автоматики типу МРЗС на фізичній моделі приєднання асинхронного двигуна. Перевірка дії АПВ двигуна..» (методичні вказівки)»	10	3,5
Самостійна робота		
Завдання 1- «Розрахунок струму спрацювання МП МСЗ від к.з. на землю»	5	1,75
Завдання 2- «Розрахунок струму спрацювання МП диференціального захисту»	5	1,75
Завдання 3 – «Розрахунок струму спрацювання МП дистанційного захисту»	5	1,75
Завдання 4 – «Розрахунок параметрів МП автоматики (АПВ, АВР, ПРВВ)»	5	1,75
Модульний контроль		
<u>Модульний тест</u>	30	10,5
Всього за модуль 2	100	35

11. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем». Укладачі: М.В. Гребченко, А.В. Іванченко - К: НУБіП. 2016. - 24 с.

2. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем». Укладачі: М.В. Гребченко, А.В. Іванченко - К: НУБіП. 2018 .- 35с.

3. Методичні вказівки щодо виконання курсового проекту з дисципліни “Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем“. Укладач: М.В. Гребченко. – К.: НУБіП.- 2018. - 65 с.

12. Рекомендована література

Основна

1. Гребченко М.В. Релейний захист і автоматика розподільних електричних мереж. Навчальний посібник. Київ,. ЦП «КОМПРИНТ». – 2017. – 185 с.
2. Гребченко М.В., Нікіфоров А.П., Бунько В.Я. Релейний захист і автоматика розподільних електричних мереж. Частина 1. Навчальний посібник. Київ,. ЦП «КОМПРИНТ». – 2019. – 314 с.
3. Федосеев А.М. Релейная защита электроэнергетических систем. Релейная защита сетей. Учебн. пособие.- М. Энергоатомиздат, 1984.- 520 с.
4. Шнеерсон Э.М. Цифровая релейная защита. Энергоатомиздат,М. 2007.
5. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. М. Высшая школа.2006, 2009.
6. Голота А.Д. Автоматика в електроенергетичних системах. Київ. Вища школа. 2006.
7. Кідиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем. Львівська політехніка, 2015.- 504 с.

Допоміжна

1. Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. С-Пб.Энергоатомиздат, 2003.
2. Чернобровов Н.В. Релейная защита. М. Энергоатомиздат.1989.
3. Шабад М.А. Максимальная токовая защита. -Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение,1991.
4. Беркович М.А., Молчанов В.В., Семенов В.А. Основы техники релейной защиты.М.:Энергоатомиздат,1984.
5. Алексеев В.С. и др. Реле защиты. М.Энергия.1976.
6. Руководящие указания по релейной защите. Выпуски 7,9-12,13А,13Б.

13. Інформаційні ресурси

<http://www.springer.com/series/4622>

siemens.com/tip-cs

<http://www.ukrenergo.energy.gov.ua/pages/ua/scientificworksandpublishedworks.aspx>