



Релейний захист та автоматизація енергосистем

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 – Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних виробництв</i>
Статус дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Форма навчання	<i>очна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>VIII (IV – для прискореної форми навчання) весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS (120 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит, МКР</i>
Розклад занять	<i>18 год.-лекції, 18 год.-практичні, 18 год.-лабораторні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доц. Мейта Олександр Вячеславович, meyta@meta.ua</i> Практичні: <i>к.т.н., доц. Мейта Олександр Вячеславович, meyta@meta.ua</i> Лабораторні: <i>к.ф-м.н., асистент Осадчук Микола Павлович, 13717421@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>Googleclassroom, uhdgu4r</i>

Програма навчальної дисципліни

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

В дисципліні розглядаються основні принципи побудови релейного захисту енергосистем та забезпечення заданих режимів роботи електричних мереж. Аналізуються та вивчаються основні показники режимів роботи електричних мереж, властивості, характеристики номінальних та аварійних режимів, інженерні методи визначення основних параметрів робочих режимів та проектування засобів релейного захисту.

Мета вивчення дисципліни полягає в забезпеченні підготовки студентів з комплексу питань теорії, основних складових, проектування та експлуатації релейного захисту енергосистем.

Предметом вивчення дисципліни являються характеристики релейного захисту, що застосовується в електричних мережах промислових виробництв різних класів номінальних напруг, характерні параметри режимів роботи електричних мереж та особливості вибору типу релейного захисту, розрахунок та вибір уставок релейного захисту, аналіз роботи захисту при різних аварійних режимах для забезпечення електробезпеки та якості електричної енергії згідно з стандартами. Вивчення цих питань базується на курсах Електричні мережі та системи, Електрична частина станцій та підстанцій. Суміжними дисциплінами являються: Системи забезпечення електричною енергією енергоємних виробництв

В результаті вивчення дисципліни «Релейний захист та автоматизація енергосистем» студенти отримують такі компетентності:

- (ЗК5) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. (ФК2) Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки. (ФК8) Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища. (ФК11) Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах

надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах. (ФК15) Здатність застосовувати методи теорії автоматичного керування, системного аналізу та числових методів для розроблення математичних моделей мехатронних систем енергоємних виробництв для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій. (ФК18) Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти та вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень.

(ПРН1) Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. (ПРН2) 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. (ПРН3) Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. (ПРН5) Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. (ПРН17) Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж. (ПРН19) Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

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

Вивчення дисципліни базується на курсах: Електричні мережі та системи, Електрична частина станцій та підстанцій. Суміжними дисциплінами являються: Системи забезпечення електричною енергією енергоємних виробництв

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна складається з 4 розділів:

Розділ 1. Режимы систем електропостачання

Тема 1.1 Система електропостачання як об'єкт теорії систем

Тема 1.2 Вимоги до систем електропостачання.

Тема 1.3 Режимы роботи електричних мереж

Розділ 2. Характеристики показників якості електричної енергії та методи їх контролю

Тема 2.1 Показники якості електричної енергії, їх нормальні допустимі та гранично допустимі норми.

Тема 2.2 Вплив якості електричної енергії на роботу обладнання і технічні засоби та методи підвищення якості

Тема 2.3 Забезпечення нормованих рівнів напруг в мережах

Розділ 3. Релейний захист в системах електропостачання

Тема 3.1 Пошкодження в електричних мережах

Тема 3.2 Основні поняття про релейний захист

Тема 3.3 Струмові захисти

Тема 3.4 Струмові направлені захисти

Тема 3.5 Диференційні струмові захисти

Тема 3.6 Дистанційні захисти

Тема 3.7 Захист від однофазних замикань на землю

Розділ 4. Автоматика в системах електропостачання

Тема 4.1 Пристрої АПВ в системах електропостачання

Тема 4.2 Пристрої АПВ в системах електропостачання

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. І. С. Рябенко, С. П. Шевчук, О. В. Мейта. Електрообладнання та електропостачання машин і установок геотехнічних виробництв [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Електромеханічні та мехатронні системи геотехнічних виробництв» – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 613 с.
2. А. Д. Голота «Автоматика в електроенергетичних системах». Навчальний посібник, – К.:Вища школа, 2006.
3. І. С. Рябенко, С. П. Шевчук, О. В. Мейта. Проектування електропостачання та електрообладнання машин і установок енергоємних виробництв: Курсове та дипломне проектування виробництв [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізацій «Електромеханічні та мехатронні системи геотехнічних виробництв» та «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 244 с.

Допоміжна література:

4. А.А. Малиновський Основи електропостачання: навч. посібник / Малиновський А.А., Хохулін Б.К. – Львів: Львівська політехніка, 2005. – 324 с.

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в інтернеті. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Обов'язковим для прочитання є окремі розділи базової літератури [1]-[3]. Розділи базової літератури, що є обов'язковими для прочитання, а також зв'язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни наводиться нижче, в методиці опанування навчальної дисципліни. Усі інші літературні джерела є факультативними, з ними рекомендується ознайомитись

Інформаційні ресурси

<https://classroom.google.com/c/NTM4MjM4NzUxMjcy?cjc=h7b24te>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Застосовуються методи проблемного навчання (дослідницький метод); особистісно-орієнтовані технології, засновані на таких формах і методах навчання як візуалізація та інформаційно-комунікаційні технології, зокрема електронні презентації для лекційних занять. Викладання проводиться у формі лекцій, практичних та лабораторних занять.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Режими систем електропостачання					
Тема 1.1 Вимоги до систем електропостачання. Режими роботи електричних мереж	9	2	6		6
Разом за розділом 1	9	2	6	-	6
Розділ 2. Характеристики показників якості електричної енергії та методи їх контролю					

Тема 2.1 Показники якості електричної енергії, їх нормальні допустимі та гранично допустимі норми. Вплив якості електричної енергії на роботу обладнання і технічні засоби та методи підвищення якості	9	2	2	4	6
Разом за розділом 2	9	2	2	4	6
Розділ 3. Релейний захист в системах електропостачання					
Тема 3.1 Пошкодження в електричних мережах Основні поняття про релейний захист	11	2	4	4	6
Тема 3.2 Струмові захисти	13	2	4	6	6
Тема 3.3 Струмові направлені захисти	2	2			
Тема 3.4 Диференційні струмові захисти	4	2	2		
Тема 3.5 Дистанційні захисти	2	2			
Разом за розділом 3	34	10	10	10	12
Розділ 4. Автоматика в системах електропостачання					
Тема 4.1 Пристрої АПВ в системах електропостачання	5	2		2	6
Тема 4.2 Пристрої АПВ в системах електропостачання	5	2		2	6
Разом за розділом 4	10	4		4	36
<i>Іспит</i>	30				
<i>Всього годин</i>	120	18	18	18	36

- Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилань на літературу та завдання н СРС)
Розділ 1. Режимы систем електропостачання	
1	<p>Тема 1.1 Система електропостачання як об'єкт теорії систем <i>Лекція 1.</i> Властивості системи електропостачання. Принципи дослідження та створення систем. Зв'язок між системами електропостачання та системами промислового виробництва.. Загальні, структурні та режимні властивості СЕП. Ієрархічні рівні та структура СЕП. Функціональні ознаки елементів СЕП. Структурний та параметричний синтез СЕП. Зв'язок між вхідними, внутрішніми та зовнішніми параметрами СЕП. Особливості параметрів модулів при блочно-ієрархічному моделюванні СЕП. Одноваріантний та багатоваріантний аналіз. Нормальний, аварійний та тимчасово допустимий після аварійний режими, параметри режиму. Вихідні данні для вирішення задач моделювання. Баланс потужності в СЕП, графіки навантаження їх характеристики. Визначення основних параметрів графіків. Використання видів електростанцій України для формування та регулювання графіків електроспоживання. Визначення електричного навантаження в умовах експлуатації СЕП на різних ієрархічних рівнях, альтернативні методи. Джерела інформації електричних навантажень в СЕП: періодичні виміри, використання типових графіків. Рекомендована література: [1, 2] СРС: Існуючі моделі для розрахунку електричних навантажень в СЕП</p>
Розділ 2. Характеристики показників якості електричної енергії та методи їх контролю	
2	<p>Тема 2.1 Показники якості електричної енергії, їх нормальні допустимі та гранично допустимі норми. <i>Лекція 2</i> Показники якості електричної енергії. Визначення якості електричної енергії. Вплив показників якості електричної енергії на інші виробничі показники. Нормування показників якості електричної енергії. Перелік</p>

	<p>показників якості електричної енергії. Причини виникнення відхилень показників якості та вплив якості електроенергії на електроприймачі. Вплив відхилень та коливань напруги, частоти, несиметрії та несинусоїдальності напруги на роботу двигунів, освітлення, конденсаторних батарей, комутаційних агрегатів, установок зварювання та інше. Технічні засоби та способи забезпечення необхідних рівнів напруги в СЕП промислових підприємств. Причини відхилення напруги. Оцінка необхідності застосування засобів регулювання в СЕП.</p> <p>Рекомендована література: [1, 2, 3].</p> <p>СПС: Методи визначення показників якості електроенергії.</p>
	<p>Розділ 3. Релейний захист в системах електропостачання</p>
3	<p>Тема 3.1 Пошкодження в електричних мережах <u>Лекція 3.</u> Режим нейтралі електричної мережі. Заступні схеми мережі з ізолюваною нейтраллю. Параметри мереж з ізолюваною нейтраллю. Векторні діаграми струмів та напруг мережі з ізолюваною нейтраллю. Струм замикання на землю в мережі з ізолюваною нейтраллю. Особливості роботи мережі з ізолюваною нейтраллю. Компенсація струму замикання на землю в мережах з ізолюваною нейтраллю. Переваги використання заземлення нейтралі через реактор. Мережі з глухозаземленою нейтраллю. Види пошкоджень і нейтральних режимів роботи СЕП. Основні види пошкоджень мережі та їх причини. Основні поняття про релейний захист, види захистів в СЕП підприємств, показники роботи захисту. Принципи виконання струмового захисту з використанням реле. Визначення реле та релейного захисту. Класифікація реле. Коефіцієнт повернення реле. Струмовий захист ліній напругою вище 1000 В. Струмові захисти, ступені струмового захисту, струмова відсічка, струмова відсічка з витримкою часу, МТЗ, струмові захисти за допомогою плавких запобіжників.</p> <p>Рекомендована література: [1] стор. 17-23.</p> <p>СПС: Характеристики дуги, що виникає під час замикань.</p>
4	<p>Тема 3.2 Струмові захисти <u>Лекція 4.</u> Сфера застосування максимального струмового захисту. Параметри струмового захисту. Вибір часу спрацювання МСЗ. Залежна та незалежна характеристики реле, що використовуються для МСЗ. Вибір струму спрацювання МСЗ. Уставка реле струму для МСЗ. Чутливість МСЗ. Оцінка захисту МСЗ. Струмова відсічка. Принцип дії СВ. Струм спрацювання СВ. Струмова відсічка тупикової лінії. Чутливість СВ. Відсічка лінії з двостороннім живленням. Струмова відсічка з пуском по напрузі. Напруга спрацювання захисту СЗ з пуском по напрузі. Характеристика захисту СВ. Струмовий захист з ступінчастою характеристикою. Види захистів з ступінчастою характеристикою. Визначення струмів та часу спрацювання захистів з ступінчастою характеристикою.</p> <p>СПС: Струмовий захист нульової послідовності від КЗ в мережі з глухозаземленою нейтраллю. Призначення захисту нульової послідовності. Визначення струму спрацювання нульового захисту.</p> <p>Рекомендована література: [1, 2]</p>
5	<p>Тема 3.3 Струмові направлені захисти <u>Лекція 13.</u> Принцип дії направленої захисту. Органи струмового направленої захисту. Векторна діаграма СНЗ. СНЗ нульової послідовності.</p> <p>Максимальний струмовий направлений захист. Вибір та відлагодження струмів спрацювання СНЗ. Узгодження чутливості на різних ділянках СНЗ.</p> <p>Зона каскадної дії СНЗ. Мертва зона СНЗ.</p> <p>Перші та другі ступені СНЗ. Розрахунок СНЗ без витримки часу. Коефіцієнт струморозподілу.</p> <p>СПС: Реле потужності. Вимоги, що висуваються до реле потужності. Принцип дії індукційного реле потужності. Векторна діаграма та характеристики реле потужності.</p> <p>Рекомендована література: [1, 3]</p>
6	<p>Тема 3.4 Диференційні струмові захисти <u>Лекція 14.</u> Принцип дії диференційного захисту. Визначення диференційного захисту. Основні елементи диференційного захисту. Визначення параметру спрацювання диференційного захисту. Струм небалансу. Умови, що впливають на струм небалансу. Чутливість диференційного захисту. Принцип дії та параметри спрацювання поперечного диференційного захисту. Принципова схема поперечного диференційного захисту. Недоліки поперечного</p>

	<p>диференційного захисту. Принципова схема направлено диференційного захисту. Умови вибору струму спрацювання поперечного диференційного захисту. Зона каскадної дії поперечного диференційного захисту. Чутливість поперечного диференційного захисту.</p> <p>СРС: Способи підвищення чутливості та відлагодженості диференційного захисту. Фактори, що впливають на чутливість диференційного захисту.</p> <p>Рекомендована література: [1, 2, 3] ст.</p>
7	<p>Тема 3.5 Дистанційні захисти <i>Лекція 15</i>. Принципи дії захисту та вибір параметрів спрацювання. Визначення дистанційного захисту. Опір петлі КЗ. Умова спрацювання дистанційного захисту. Вибір параметрів (опору та часу) спрацювання триступінчастих дистанційних захистів. Зона дії дистанційного захисту. Чутливість дистанційного захисту. Основні органи дистанційного захисту. Структурна схема дистанційного захисту. Пусковий і дистанційний органи та орган визначення напрямку потужності. Реле опору. Направлені та ненаправлені реле опору. Область спрацювання реле опору. Індукційне реле опору (принцип дії та векторні діаграми роботи). Визначення обертового моменту реле опору та умови спрацювання реле опору.</p> <p>Принципи виконання дистанційного захисту</p> <p>СРС: . Робота реле опору при міжфазних КЗ та подвійних замиканнях на землю. Трьохсистемні схеми дистанційного захисту. Дистанційний захист з залежною характеристикою.</p> <p>Рекомендована література: [1].</p>
	Розділ 4. Автоматика в системах електропостачання
8	<p>Тема 4.1 Пристрої АПВ в системах електропостачання <i>Лекція 17</i>. Призначення АПВ. Вимоги, що висувають до АПВ. Параметри дії пристроїв АПВ. Пристрої АПВ. Типи приводів вимикачів АПВ. Принципова схема електричного АПВ з пружинним приводом. Принципова схема електричного АПВ з електромагнітним приводом.</p> <p>СРС: Прискорення дії захисту лінії при наявності АПВ. Прискорення дії захисту (УДЗ) до АПВ. УДЗ після АПВ. Почергове АПВ.</p> <p>Рекомендована література: [1, 2].</p>
9	<p>Тема 4.2 Пристрої АПВ в системах електропостачання <i>Лекція 18</i>. Автоматичне включення резервних ліній. Вимоги до пристроїв АВР. Пусковий орган АВР та умови його спрацювання. Види та схеми АВР. Одностороннє АВР. Двостороннє АВР. АВР в розподільних мережах напругою до 1000 В. АВР трансформаторів, електродивгунів. Перехідні явища в СЕП у разі короткочасних перенавантажень (коротке замикання), само запуск споживачів.</p> <p>СРС: Автоматичне частотне розвантаження, вимоги принципи виконання. Системи гарантованого живлення, апарати безперебійного живлення.</p> <p>Рекомендована література: [1, 3]</p>

- Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять присвячені формуванню компетентностей розрахунку параметрів режимів електричних мереж та вибору засобів релейного захисту.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Вступне заняття
2	<p>Аналіз техніко-економічних показників підприємства</p> <p><i>Дидактичні засоби: варіанти завдань для розрахунків</i></p> <p>Рекомендована література: [3]</p> <p><i>СРС: виконання завдань за варіантами</i></p>
3	<p>Розрахунок параметрів мережі напругою до 1кВ</p> <p><i>Дидактичні засоби: варіанти завдань для розрахунків</i></p> <p>Рекомендована література: [3].</p> <p><i>СРС: виконання завдань за варіантами</i></p>
4	<p>Розрахунок параметрів режиму КЗ в мережі до 1 кВ</p> <p><i>Дидактичні засоби: варіанти завдань для розрахунків</i></p> <p>Рекомендована література: [3]</p>

	<i>СРС: виконання завдань за варіантами</i>
5	Розрахунок параметрів режиму КЗ в мережі понад 1 кВ <i>Дидактичні засоби: варіанти завдань для розрахунків</i> <i>Рекомендована література: [3]</i> <i>СРС: виконання завдань за варіантами</i>
6	Розрахунок параметрів максимального струмового захисту (МСЗ) <i>Дидактичні засоби: варіанти завдань для розрахунків</i> <i>Рекомендована література: [3]</i> <i>СРС: виконання завдань за варіантами</i>
7	Розрахунок параметрів захисту струмова відсічка (СВ) <i>Дидактичні засоби: варіанти завдань для розрахунків</i> <i>Рекомендована література: [3].</i> <i>СРС: виконання завдань за варіантами</i>
8	Розрахунок параметрів двоступінчастого захисту <i>Дидактичні засоби: варіанти завдань для розрахунків</i> <i>Рекомендована література: [3]</i> <i>СРС: виконання завдань за варіантами</i>
9	Заключне заняття. Модульна контрольна робота

- **Лабораторні заняття**

Основні завдання лабораторних занять присвячені формуванню компетентностей з дослідження характеристик та робочих режимів релейного захисту електричних мереж та електрообладнання енергосистем

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Вступне заняття	2
2	Дослідження вимірювальних трансформаторів струму	2
3	Дослідження релейного захисту ліній напругою 6 – 35 кВ	2
4	Дослідження релейного захисту трансформаторів цехових підстанцій	2
5	Дослідження релейного захисту електричних двигунів високої напруги	2
6	Дослідження автоматичного регулятора напруги АРТ-1Н трансформатора з РНП головної понижувальної підстанції	2
7	Дослідження пристрою автоматичного повторного включення АПВ	2
8	Дослідження пристрою автоматичного включення резерву (АВР)	2
9	Заключне заняття	2

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента передбачає:

підготовку до аудиторних занять – 34 год;

підготовку до модульної контрольної роботи – 2 год;

підготовку до іспиту – 30 год

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вивчення навчальної дисципліни “Релейний захист та автоматизація енергосистем”

потребує від здобувача вищої освіти:

- дотримання навчально-академічної етики;
- дотримання графіку навчального процесу;
- бути зваженим, уважним на заняттях;

- систематично опрацювати теоретичний матеріал;
- дотримання графіку захисту практичних та лабораторних робіт. Відповідач здобувач повинна демонструвати ознаки самостійності виконання поставленого завдання, відсутність ознак повторюваності та плагіату.

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на лекції, то йому слід відпрацювати цю лекцію у інший час (з іншою групою, на консультації).

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на практичних та лабораторних заняттях, то йому слід відпрацювати ці заняття у інший час (з іншою групою, на консультації).

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання 1 модульної контрольної роботи;
- 2) виконання 7 практичних робіт;
- 3) виконання 7 лабораторних робіт;
- 4) опитувань на лекційних та практичних заняттях
- 4) екзамен

Система рейтингових балів

1. Модульна контрольна робота*

Модульна контрольна робота складається з трьох рівнозначних питань по 3 бали.

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 3 бали;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 2 бали;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 1 бал;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

2. Практичне заняття

Практичне заняття оцінюється в 3 бали.

- повна відповідь без помилок – 3 бали;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), з незначними неточностями – 2 бали;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та значні помилки – 1 бал;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

3. Лабораторні роботи. за умови хорошої підготовки вдома і активної роботи на занятті, своєчасного і грамотного захисту – 5 бали;

за умови невиконання (зниження) показника хоча б однієї позиції – 1-2 бали.

4. Тестування на лекційних та практичних заняттях оцінюється до 5 балів. Студенти, які виконують додаткові завдання та проявлять творчу ініціативу отримують заохочувальні бали від 1 до 10.

5. Екзамен* складається з трьох рівнозначних питань по 10 балів.

Максимальна сума балів дорівнює 100:

$$R=(3*3)+(5)+(7*3)+(7*5)+(30)=100$$

Дисципліна викладається у 8 семестрі та триває 9 тижнів. Атестація за потребою проставляється за поточним рейтингом.

Рейтингова шкала з дисципліни складає

R	Оцінка традиційна
95 - 100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре

65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не зараховано лабораторні, практичні, або $R_c < 30$	Не допущено

Необхідною умовою допуску до екзамену є повне виконання навчального плану, а також попередній рейтинг не менше 36 балів та не менш ніж одна позитивна атестація.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль, наведено у додатку до силабусу.

Здобувач вищої освіти має можливість пройти онлайн курс(и) за однією або декількома темами, передбаченими робочою програмою навчальної дисципліни. Онлайн курс здобувач може обрати самостійно або за рекомендацією викладача. 1 год прослуханого курсу оцінюється у 0,83 бали. Максимальна кількість годин, яка може бути зарахована за результатами неформальної освіти, становить 12 год, відповідно максимальна кількість балів за такі результати становить – 10 балів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доц. Мейта Олександр Вячеславович

Ухвалено кафедрою ЕМОЕВ (протокол № 23 від 14.06.2022)

Погоджено Методичною комісією інституту ІЕЕ (протокол № 12 від 24.06.2022)

Додаток до syllabusу освітнього компонента
«Релейний захист та автоматизація енергосистем»

1. Системи електропостачання, їх головні властивості
2. СЕП – як підсистема електроенергосистеми. Керуючі фактори. Математична модель СЕП.
3. Функціональна структура СЕП. Основні елементи та їх функції.
4. Вимоги до систем електропостачання.
5. Принципи формування СЕП.
6. Обмеження в електропостачанні підприємств. Аварійна технологічна броня в електропостачанні гірничих підприємств.
7. Джерела живлення СЕП та вимоги до них.
8. Режими роботи системи електропостачання підприємств (нормальний, аварійний, після аварійний) їх характеристики.
9. Формування річних графіків навантаження. Баланс активної потужності в СЕП.
10. Генерування електроенергії: види електростанцій, їх роль та використання в формуванні графіків електричного навантаження в Україні.
11. Визначення електричних навантажень в умовах експлуатації. Задачі та способи їх вирішення.
12. Загальні питання якості електричної енергії. Показники якості електроенергії.
13. Відхилення напруги, причини виникнення, допустимі та граничнодопустимі значення відхилень напруги
14. Коливання напруги, причини виникнення, основні показники (розмах, доза флікера), їх допустимі значення.
15. Несинусоїдність напруги, джерела спотворення синусоїдної форми струму та напруги, показники несинусоїдності напруги, їх нормативи.
16. Несиметрія напруг. Причини виникнення, види несиметрії, показники.
17. Провал напруги та його характеристики.
18. Імпульс напруги та його характеристики.
19. Тимчасова перенапруга та її характеристики.
20. Вплив відхилення напруги на роботу електроприймачів.
21. Технічні способи та засоби забезпечення необхідних рівнів напруги.
22. Трансформатори з ПБВ та РПН, їх використання для регулювання напруги.
23. Лінійні регулюючі трансформатори, їх використання для регулювання напруги.
24. Використання синхронних компенсаторів для регулювання напруги.
25. Вплив коливання напруги на роботу електроприймачів. Заходи зниження та виключення впливу коливань напруги на роботу електроприймачів
26. Вплив несинусоїдності напруги і струмів на роботу електроприймачів.
27. Методи та засоби зниження несинусоїдності напруги.
28. Вплив несиметрії напруги на роботу електроприймачів.
29. Симетрування навантажень.
30. Вплив відхилення частоти на роботу електроприймачів (освітлення, асинхронні, синхронні двигуни, трансформатори)
31. Способи і засоби регулювання режимами електричних мереж. Епюри зміни напруг в характерних точках мережі.
32. Рівняння балансу напруг в мережі. Закон регулювання напруг в центрі живлення.
33. Види пошкоджень та ненормальних режимів в електричних мережах. Трифазні КЗ.
34. Однофазні замикання на землю в мережах з ізольованою, компенсованою та глухозаземленою нейтраллями.
35. Двофазні КЗ та подвійні замикання на землю.
36. Регулювання струмів КЗ.
37. Основні схеми з'єднань трансформаторів струму та реле.
38. Джерела оперативного струму.
39. Максимальний струмовий захист. Призначення, принцип дії та параметри спрацювання.
40. Струмова відсічка. Призначення, принцип дії та параметри спрацювання.
41. Струмовий захист зі ступінчастою характеристикою.
42. Струмовий направлений захист. Призначення, принцип дії та параметри спрацювання.

43. Реле напрямку потужності. Принцип дії, вимоги до реле.
44. Дистанційний захист. Принцип дії та параметри спрацювання.
45. Реле опору. Принцип дії, види та характеристики.
46. Струмовий захист нульової послідовності.
47. Керування вимикачами високої напруги.
48. Призначення АПВ, вимоги до АПВ. Параметри дії пристроїв АПВ.
49. Прискорення дії захисту при наявності АПВ.
50. Автоматичне включення резерву . Принцип дії, вимоги, основні схеми та параметри.