



ДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ В ЕНЕРГОСИСТЕМАХ ПРИ АВАРІЙНИХ ЗБУРЕННЯХ

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>Електричні системи і мережі (Electrical Power Systems and Networks) Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії (Alternative and Renewable Sources of Energy) Управління, захист та автоматизація енергосистем (Control, Protection and Automation of Electric Power System)</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)/заочна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>III курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредити ECTS (лекцій – 36, практичних занять – 18, лабораторних занять – 18, самостійна робота - 48)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/РГР, МКР/здача лабораторних робіт</i>
Розклад занять	<i>Лекційні заняття – 1 раз на тиждень; практичні, лабораторні заняття – 1 раз на два тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: Вожаков Роман Вікторович, vozhakov-fea@ill.kpi.ua Практичні: Вожаков Роман Вікторович, vozhakov-fea@ill.kpi.ua Лабораторні: Бондаренко В'ячеслав Іванович, bondarenko.vyacheslav@ill.kpi.ua Бондаренко Олександр Леонідович, bondarenko.oleksandr@ill.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NTgwODE1OTI2Njk5?cjc=pjyfoam</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях», складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів: «Управління, захист та автоматизація енергосистем», галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є поглиблення у студентів наступних компетентностей:

K07. Здатність працювати в команді.

K08. Здатність працювати автономно.

K13. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.

K14. Опанування прикладного програмного забезпечення для моделювання режимів роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання.

К21. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

Програмні результати навчання:

ПРО7. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПР20. Знати і розуміти особливості режимів роботи електрообладнання електричних станцій в нормальних та аварійних умовах.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти знаннями, що ґрунтуються на матеріалі попередніх дисциплін, а саме: Електричні машини, Електричні мережі та системи. Знання, отримані при вивченні даної дисципліни, в подальшому допоможуть при вивченні дисциплін: Електрична частина станцій, Релейний захист.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розподілено на 4 розділи, а саме:

- 1. **Вступ**, до якого ввійшли поняття про електроенергетичну систему; загальні відомості про динамічні процеси в енергосистемах.*
- 2. **Формування розрахункової схеми енергосистем для моделювання динамічних процесів при аварійних збуреннях**, до якого ввійшли питання про параметри елементів короткозамкнутого ланцюга в енергосистемі; еквівалентні перетворення при розрахунках струмів КЗ.*
- 3. **Методи моделювання динамічних процесів при симетричних КЗ**, до якого ввійшли питання про динамічні процеси в найпростіших трифазних колах; усталені режими короткого замикання; початковий момент КЗ; практичні методи розрахунку струмів КЗ.*
- 4. **Динамічні процеси в енергосистемі при порушенні симетрії в системі**, до якого ввійшли питання про формування схем несиметричних систем; однократну поперечну несиметрію; однократну продольну несиметрію.*

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Перехідні процеси в системах електропостачання: підручник для ВНЗ / Г.Г. Півняк, І.В. Жежеленко, Ю.А. Папаїка, Л.І. Несен, за ред. Г.Г. Півняка ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – 5-те вид., доопрац. та допов. – Дніпро : НГУ, 2016. – 600 с.

2. Перехідні процеси в системах електропостачання: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / М. М. Черемісін, О. М. Мороз, О. Б. Єгоров, С. В. Швець. – Харків: ТОВ «В справі», 2016. – 260 с. – Бібліогр.: с. 254.

3. Сивокобиленко В. Ф., Василець С. В. Математичне моделювання перехідних процесів в електротехнічних комплексах шахтних електричних мереж : монографія. Луцьк : Вежа-Друк, 2017. 272 с.

4. Перехідні електромагнітні процеси в електроенергетичних системах: Лабораторний практикум. [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів всіх форм навчання спеціальності 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Є.І. Бардик, М.П. Болотний. – Київ: КПІ ім Ігоря Сікорського, 2022. – 55 с.

5. *Перехідні електромагнітні процеси в електроенергетичних системах: практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»/ /КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Є.І. Бардик, М.П. Болотний – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім Ігоря Сікорського, 2022. – 53 с*

6. *Перехідні електромагнітні процеси в електроенергетичних системах: розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»/ /КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Є.І. Бардик, М.П. Болотний – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім Ігоря Сікорського, 2022. – 53 с* Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48307>

7. *Дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях»* <https://classroom.google.com/c/NTgwODE1OTI2Njk5?cjc=pjyfoam>

Додаткові:

1. *Dr. Juan A. Martinez-Velasco, "Transient Analysis of Power Systems: A Practical Approach". - Wiley-IEEE Press; 1st edition, 2020. - 624 pages.*

2. *Suresh Penagaluru, Sudheer Kasa, C.H. Lenin Babu, "Transient Stability Analysis and Improvement using FACTS Controllers: Optimal Placement of FACTS devices for Transient Stability Improvement in Multi Machine Power System ",LAP LAMBERT Academic Publishing, 2020. - 84 pages.*

3. *Bairu Vijay Kumar, "Transient Stability Enhancement of Multi Machine Power System: using Unified Power Flow Controller". LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019 – 84 pages.*

4. *Sarma (NDR) Nuthalapati, "Use of Voltage Stability Assessment and Transient Stability Assessment Tools in Grid Operations (Power Electronics and Power Systems)", Springer; 1st ed. 2021 edition, 2021. - 422 pages.*

5. *Akihiro Ametani, Naoto Nagaoka, Yoshihiro Baba, Teruo Ohno, Koichi Yamabuki, "Power System Transients: Theory and Applications", CRC Press; 2nd edition, 2016. - 600 pages.*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Вступ. Характеристика електричних режимів роботи енергосистеми при виникненні різного роду збурень. Характеристика динамічних процесів в енергосистемі. Причини виникнення аварійних збурень та їх наслідки. Завдання на СРС. Підготовка до лекції – Вимоги до розрахунків струмів короткого замикання. Література [1], с.4-16, [2], с.5-11. дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лекція 1 https://classroom.google.com/c/NTgwODE1OTI2Njk5?cjc=pjyfoam
2	Представлення параметрів елементів енергосистеми при моделюванні динамічних процесів. Побудова схеми заміщення електричної системи для моделювання динамічних процесів. Параметри генератора, трансформатора, ЛЕП, реактора, навантаження, струмообмежувачі апарати. Література [1], с.48-54, [2], с.20-24, [3], с. 11-12. Завдання на СРС: Відпрацювати перелічені питання за вказаною літературою. дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лекція 2 https://classroom.google.com/c/NTgwODE1OTI2Njk5?cjc=pjyfoam

3	<p>Приведення параметрів елементів системи до одного ступеня напруги. Література [1], с.48-54, [2], с.42-44, [3], с. 71-76. Завдання на СРС: Відпрацювати перелічені питання за вказаною літературою. дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лекція 3 https://classroom.google.com/c/NTgwODE1OTI2Njk5?cjc=pjyfoam</p>
4	<p>Метод еквівалентування пасивного кола. Визначення власних та взаємних провідностей вузлів електричної системи. Матричний метод еквівалентування пасивного кола. Струмозподіл в електричній мережі при КЗ. Література [1], с.58 – 65, [2], с.49-53. дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лекція 4 https://classroom.google.com/c/NTgwODE1OTI2Njk5?cjc=pjyfoam</p>
5	<p>Алгоритм спрощення схем електричної системи. Перетворення схем з послідовними та паралельними гілками, трипроменевої зірки в еквівалентний трикутник, трикутника в зірку, багато променевої зірки в багатокутник з діагоналями. Завдання на СРС. Підготовка до лекції – Визначення вузлів рівного потенціалу. Література [1], с.46-49, [2], с.20-34. дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лекція 5 https://classroom.google.com/c/NTgwODE1OTI2Njk5?cjc=pjyfoam</p>
6	<p>Приведення параметрів схеми до базисних умов. Точне приведення з урахуванням коефіцієнтів трансформації, приблизне по середнім напругам. Приведення при умові однакових напруг по кінцям ліній зв'язку. Література [1], с.56-64, [2], с.45-48 Завдання на СРС : Метод накладання при розрахунках струму КЗ. дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лекція 6 https://classroom.google.com/c/NTgwODE1OTI2Njk5?cjc=pjyfoam</p>
7	<p>Трифазне КЗ як вид аварійного збурення в ЕЕС. Основні відомості. Формування рівнянь стану кола при КЗ. Визначення формули струму КЗ. Векторна діаграма. Характеристики струму КЗ. Осцилограма струму КЗ. Ударний струм КЗ. Завдання на СРС : Діюче значення струму КЗ. Література [1], с.44-48 дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лекція 7 https://classroom.google.com/c/NTgwODE1OTI2Njk5?cjc=pjyfoam</p>
8	<p>Усталений режим короткого замикання. Основні характеристики генератора в режимі короткого замикання. Режими роботи генератора за наявності системою автоматичного регулювання збудження. Завдання на СРС: Література : [1].с. 83-88. дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лекція 8 https://classroom.google.com/c/NTgwODE1OTI2Njk5?cjc=pjyfoam</p>
9	<p>Перехідні ЕРС і реактивності генератора без демпферних обмоток. Визначення перехідних ЕРС та реактивностей генератора. Література [1] с. 83-88. Завдання на СРС: Відпрацювати перелічені питання за вказаною літературою. дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лекція 9 https://classroom.google.com/c/NTgwODE1OTI2Njk5?cjc=pjyfoam</p>

10	Надперехідні ЕРС і реактивності генератора з демпферними обмотками. Потокозчеплення обмоток генератора. Визначення надперехідних ЕРС і реактивностей генератора з демпферними обмотками. Література [1]., с. 21-29. Завдання на СРС: Відпрацювати перелічені питання за вказаною літературою. дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лекція 10 https://classroom.google.com/c/NTgwODE1OTI2Njk5?cjc=pjyfoam
11	Врахування навантаження на динамічні процеси при коротких замиканнях. Порівняння реактивностей синхронних генераторів. Вплив та врахування навантаження в початковий момент КЗ. Література[1] с.78-80, Завдання на СРС: Відпрацювати перелічені питання за вказаною літературою. дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лекція 11 https://classroom.google.com/c/NTgwODE1OTI2Njk5?cjc=pjyfoam
12	Практичні методи розрахунку струму КЗ. Обґрунтування, алгоритм практичних методів розрахунку струму КЗ. Література: [1] с. 71-88 дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лекція 12 https://classroom.google.com/c/NTgwODE1OTI2Njk5?cjc=pjyfoam
13	Спрощені методи врахування зовнішніх систем при розрахунках струму КЗ. Література [3] с.76-88 Завдання на СРС: Відпрацювати перелічені питання за вказаною літературою. дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лекція 13 https://classroom.google.com/c/NTgwODE1OTI2Njk5?cjc=pjyfoam
14	Модульна контрольна робота
15	Аналіз характеристик динамічних процесів в ланцюгах живлення асинхронних двигунів при короткому замиканні. Література [1].,с. 275-279. Завдання на СРС: Відпрацювати перелічені питання за вказаною літературою. дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лекція 15 https://classroom.google.com/c/NTgwODE1OTI2Njk5?cjc=pjyfoam
16	Аналіз шляхів підвищення напруги під час короткого замикання. Застосування різних заходів та засобів для підвищення напруги у вузлі електроенергетичної системи після виникнення аварійного збурення. Література [1].,с. 279-285, дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лекція 16 https://classroom.google.com/c/NTgwODE1OTI2Njk5?cjc=pjyfoam
17	Аналіз несиметричних струмів КЗ. Загальні положення. Трифазне КЗ. Двофазне КЗ. Однофазне КЗ. Векторні діаграми. Комплексні схеми заміщення. Література [1], 79-86. Завдання на СРС: Відпрацювати перелічені питання за вказаною літературою. дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лекція 17 https://classroom.google.com/c/NTgwODE1OTI2Njk5?cjc=pjyfoam
18	Аналіз особливостей динамічних процесів та стійкість синхронних двигунів. Особливості динамічних процесів у районах з декількома електростанціями. Література [1]., с.321-333 Завдання на СРС: Відпрацювати перелічені питання за вказаною літературою. дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лекція 18 https://classroom.google.com/c/NTgwODE1OTI2Njk5?cjc=pjyfoam

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Формування заступної схеми електричної системи для моделювання динамічних процесів за умови аварійного збурення. Розв'язання задач. літературні джерела [6], с.5-7; дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях»
2	Приведення параметрів електричної системи у різній системі одиниць Розв'язання задач. літературні джерела [6], с.7-11; дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях»
3	Розрахунок швидкості відновлення напруги на контактах вимикача при відключенні різних видів аварійних збурень у складних ЕЕС. Розв'язання задач. літературні джерела [6], с. 11-14; дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях»
4	Аналіз динамічних характеристик електричної станції при трифазному КЗ літературні джерела [6], с. 14-20; дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях»
5	Аналіз динамічних характеристик та усталеного режиму КЗ в ЕЕС. літературні джерела [6], с.21-39; дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях»
6	Використання практичних методів розрахунку струмів КЗ Розв'язання задач. літературні джерела [6], с.39-42; дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях»
7	Визначення характеристик динамічних процесів при відключенні від ЕЕС та вибігу асинхронного двигуна. Аналіз форми та величини напруги на комутуючих елементах під час вибігу асинхронного двигуна. літературні джерела [6], с.42-44; дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях»
8	Визначення характеристик динамічних процесів при відключенні від ЕЕС синхронного двигуна. Розв'язання задач. літературні джерела: [6], с.45-46; дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях»
9	Розрахунок границі стійкості найпростішої системи з неявнополюсними генераторами Розв'язання задач. літературні джерела: [6], с.47-78. дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях»

Лабораторні роботи (комп'ютерний практикум)

№ з/п	Короткий зміст лабораторної роботи
1	Вивчення схеми електричних з'єднань електроустановки для постановки досліджень на електродинамічній моделі (ЕДМ) (Лабораторна робота №1) Мета роботи – самостійно збирати схему електричних з'єднань електроустановки для постановки експерименту на ЕДМ по моделюванню динамічних процесів. Література: [1], с.51-57, [5] дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лабораторні роботи

2	<p style="text-align: center;">Моделювання динамічних процесів в електричній системі на ЕДМ. (Лабораторна робота №2)</p> <p>Мета роботи – вивчення принципів фізичного моделювання електричних систем при динамічних процесів і інших режимів системи. Література: [1], с.61-67, [5] дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лабораторні роботи</p>
3	<p style="text-align: center;">Несинхронне включення, асинхронний хід синхронних двигунів та генераторів. (Лабораторна робота №3)</p> <p>Мета роботи – дослідження характеристик синхронних двигунів та генераторів в режимах несинхронного включення, асинхронного ходу. Література: [1], с.29-40, [5] дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лабораторні роботи</p>
4	<p style="text-align: center;">Дослідження трифазного короткого замикання в нерозгалуженому колі (Лабораторна робота №4)</p> <p>Мета роботи – дослідити динамічний процес у радіальному колі при трифазному короткому замиканні. Література: [1], с.41-43, [5] дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лабораторні роботи</p>
5	<p style="text-align: center;">Дослідження вплив поштовхоподібного навантаження струмоприймачів на роботу ЕДМ. (Лабораторна робота №5)</p> <p>Мета роботи – дослідження характеристик динамічних процесів при поштовхоподібній зміні навантаженні струмоприймачів та оцінка впливу на режим роботи ЕДМ. Література: [1], с.43-47, [5] дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лабораторні роботи</p>
6	<p style="text-align: center;">Дослідження процесу саморозгойдування та самозбудження генераторів ЕДМ. (Лабораторна робота №6)</p> <p>Мета роботи – дослідження характеристик динамічних процесів при саморозгойдуванні та самозбудженні генераторів ЕДМ. Література: [1], с.47-53, [5] дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лабораторні роботи</p>
7	<p style="text-align: center;">Експериментальне визначення параметрів елементів ЕДМ (Лабораторна робота №7)</p> <p>Мета роботи – набути навички по експериментальному визначенню параметрів елементів електричних систем, необхідних для аналізу статичної і динамічної стійкості ЕДМ кафедри електричних станцій у наступних лабораторних роботах. Література: [1], с.71-77. [5] дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лабораторні роботи</p>
8	<p style="text-align: center;">Дослідження аперіодичної нестійкості ЕДМ за відсутності регулювання напруги (Лабораторна робота №8)</p> <p>Мета роботи – навчити студентів методиці експериментального й аналітичного дослідження аперіодичної нестійкості ЕДМ за відсутності регулювання напруги. Література: [1], с.81-87, [5] дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лабораторні роботи</p>

9	<p style="text-align: center;">Дослідження аперіодичної нестійкості ЕДМ за наявності регулювання напруги (Лабораторна робота №9)</p> <p>Мета роботи – навчити студентів методиці експериментального й аналітичного дослідження аперіодичної нестійкості ЕДМ за наявності регулювання напруги. Література: [1], с.91-97, [5] дистанційний курс «Динамічні процеси в енергосистемах при аварійних збуреннях» лабораторні роботи</p>
---	---

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Опрацювання лекційного матеріалу	8
2	Проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях	9
3	Розв'язок задач (Закріплення матеріалу практичних занять)	8
4	Виконання розрахунково-графічної роботи	15
5	Підготовка до МКР	2
6	Підготовка до заліку	6

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях. Відпрацювання лабораторних робіт з дисципліни є обов'язковою умовою допуску до заліку;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила захисту лабораторних робіт: допускається як індивідуальний захист лабораторних робіт, так і колективний (у складі бригади, склад якої визначають на першому лабораторному занятті). В обох випадках оцінюють індивідуальні відповіді кожного студента.
- правила захисту індивідуальних завдань: захист розрахунково-графічної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки РГР (за умови дотримання календарного плану виконання РГР);
- правила призначення заохочувальних балів: заохочувальні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських олімпіадах з дисципліни, участь у факультетських та інститутських наукових конференціях.
- політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання РГР та несвоєчасний захист лабораторних робіт не передбачають нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання захисту лабораторних робіт та результатів МКР не передбачено;

- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц.мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

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

Поточний контроль: експрес-опитування, МКР, розв'язання задач

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

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: мінімальна позитивна оцінка за модульну контрольну роботу, зарахування усіх лабораторних робіт, мінімальна позитивна оцінка за розрахунково-графічну роботу.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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

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

- виконання та захист дев'яти лабораторних робіт;
- розв'язання задач на практичних заняттях;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання розрахунково-графічної роботи (РГР).

Лаб. роботи	Розв'язання задач	МКР	РГР	R
36	9	20	35	100

Розв'язання задач на практичних заняттях

Ваговий бал – 1.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях – 1 бал * 9 = 9 балів.

Критерії оцінювання

- вірне розв'язання задачі – 1 бал;
- невірне розв'язання задачі – 0 балів.

Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 4.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює $4 \times 9 = 36$ балів.

Критерії оцінювання

- повне виконання експериментальної частини роботи, точна обробка експериментальних даних, якісне оформлення протоколу і повна відповідь при захисті роботи – 4 бали;
- незначні помилки при захисті лабораторної роботи, обробка експериментальних даних з незначними помилками або неякісне оформлення протоколу – 3 бала;
- суттєві помилки при захисті лабораторної роботи але є розуміння теми і матеріалу лабораторної роботи – 2 бали;
- неповна або неточна відповідь при захисті роботи і незадовільне оформлення результатів роботи – 0 балів;

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з двох частин: теоретичне питання і задача відповідно. Ваговий бал кожної частини МКР – 10 балів.

Максимальний бал за МКР – 2 *10=20.

Критерії оцінювання

- повне виконання відповідної частини МКР – 10 балів;
- недосконале виконання відповідної частини МКР – 6...9 балів;
- відсутність роботи, невірне виконання або є суттєві недоліки – 0 балів.

Індивідуальне семестрове завдання (РГР)

Кожен студент виконує розрахунково-графічну роботу.

Максимальна кількість балів за виконання РГР – 35.

Критерії оцінювання

- повне, точне і вчасне виконання всіх задач – 35 балів;
- виконано всі задачі, але розрахунок неточний є окремі несуттєві помилки – 17...34 бали;
- виконано всі задачі, але розрахунок неповний, є окремі суттєві помилки – 11...16 балів;
- розрахунок неправильний, або виконано не всі задачі – 0 балів;

на виконання РГР відводиться 3 тижні з моменту видачі завдання.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Форма семестрового контролю – залік

Рейтинг $R_c \geq 60$ балів – за бажанням студента зараховується автоматично як остаточний рейтинг засвоєння матеріалу освітнього компоненту. Якщо студент не погоджується, то остаточна оцінка з дисципліни виставляється за результатами виконання залікової роботи, яка анулює попередній семестровий рейтинг студента.

Рейтинг R_c в межах $(0,4 - 0,59) * R$, тобто 40 – 59 балів – студенти виконують залікову роботу. Залікова робота складається з двох теоретичних запитань та задач

Критерії оцінювання заліку

Максимальний рейтинг залікової роботи $R_z = 100$ балів.

- повна відповідь на всі питання (допускаються незначні недоліки) дано чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні при вірно розв'язаній задачі – 100-95 балів;
- не повна відповідь на теоретичні питання при вірно розв'язаній задачі продемонстровано знання основних понять дисципліни, в цілому розуміє фізичну суть електромагнітних процесів в об'єктах електроенергетичних систем – 94-75 балів
- повна відповідь на теоретичні питання при невірно розв'язаній задачі – 74-60 балів

- не повна відповідь на теоретичні питання: не продемонстровано достатнє розуміння фізичної суті електромагнітних процесів перетворення енергії. Відповіді непослідовні і нечіткі, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання. Невірно розв'язано задачу – 0 балів

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

Динамічні режими в ЕЕС, їх наслідки та шляхи запобігання

Рівняння явнополюсної та неявнополюсної синхронної машини

Види динамічних процесів у ЕЕС, характерні ознаки можливих режимів

Визначення параметрів синхронних машин у початковий момент часу перехідного процесу

Вплив автоматичного регулювання збудження на струм короткого замикання

Рівні припущень, що допускаються при математичному моделюванні синхронних машин

Вплив двигунів та узагальненого навантаження на перехідний процес при аварійному збуренні у початковий момент часу

Динамічні процеси в системі електропостачання при замиканні на затискачах синхронної машини з демпферними обмотками та без них

Особливості режимів ОЗЗ у мережах ЕЕС із ізольованою нейтраллю

Аналіз векторних діаграм асинхронних і синхронних машин в усталеному та надперехідному режимах

Вплив демпферних обмоток синхронних машин на перебіг перехідного процесу

Вплив АРЗ на характер перехідного процесу перебігу струму КЗ

Визначення струмів перехідного процесу в обмотках статора синхронної машини за допомогою рівнянь Парка-Горєва в операторній формі

Вплив електричної віддаленості точки КЗ на джерела живлення

Лінійне перетворення диференціальних рівнянь синхронних машин з трифазними обмотками та симетричним ротором

Визначення зміни повного струму та його складових при КЗ у різних точках ЕЕС

Усталені аварійні режими синхронних машин

Принципи складання схем заміщення електричних мереж для аналізу перехідних процесів

Джерела живлення місця КЗ та визначення створюваних ними струмів КЗ

Порівняння результатів розрахунку струму КЗ за його загальною та індивідуальною змінами для конкретної схеми ЕЕС

Особливості розрахунку струму КЗ для системи електропостачання підприємства

Розробка алгоритму та програми розрахунку струму КЗ у мережі напругою до 1 кВ для типової схеми електропостачання

Математичний апарат для розрахунку струмів КЗ у складних замкнених схемах з кількома джерелами

Особливості розрахунку струмів КЗ у складно замкнених схемах

Вплив електричної віддаленості точки КЗ на значення складових струму КЗ

Складання схем заміщення для нульової послідовності та їх особливості

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено асистентом кафедри відновлюваних джерел енергії ФЕА, Вожаков Р.В.

Ухвалено кафедрою відновлюваних джерел енергії ФЕА(протокол № 10 від 17.05.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 16.06.2023 р.)