



МОДЕЛІ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ І РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА
Статус дисципліни	Вибіркова .
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити/ECTS120 годин (лекцій-18, практичних занять-18, самостійна робота-84)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/МКР
Розклад занять	Лекційні заняття-1 раз на два тижні, практичні заняття-1 раз на два тижні.
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н. Бардик Євген Іванович ,0501881731 Практичні: асистент , Бондаренко Олександр Леонідович ,0973211804
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Моделі технічного стану і режимів електрообладнання електричних станцій» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів: «Електричні станції», галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів наступних компетентностей:

K01. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

K03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K07. Здатність виявляти та оцінювати ризики.

K12. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

K13. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

K22. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

K23. Здатність планувати, організовувати та проводити наукові дослідження в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

K24. Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів та систем.

K26. Здатність публікувати результати своїх досліджень у наукових фахових виданнях.

K28. Здатність до створення математичних та імітаційних моделей електроенергетичних та електромеханічних систем.

Програмні результати навчання:

ПР01. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.

ПР05. Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

ПР07. Планувати та виконувати наукові дослідження та інноваційні проекти в сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПР10. Обґрунтовувати вибір напрямку та методики наукового дослідження з урахуванням сучасних проблем в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПР14. Опанувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

ПР19. Презентувати матеріали досліджень на міжнародних наукових конференціях та семінарах, присвячених сучасним проблемам в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПР22. Виконувати моделювання електроенергетичних та електромеханічних систем в рамках проведення досліджень і вирішення практичних завдань.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти «Іноземною мовою для наукової діяльності», оскільки значна частина новітніх технологій описується в науковій літературі англійською мовою. При вивченні питань присвячених створенню моделей технічного стану і режимів силового і комутаційного обладнання електростанцій потрібні також знання з теорії електричних машин, трансформаторів, експлуатації і режимів роботи електрообладнання ЕЕС, теорії нечітких множин, нейронних мереж та теорії надійності в електроенергетиці. Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля є необхідними для подальшого вивчення дисциплін «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання» та «Сучасні методи і моделі аналізу режимної надійності електроенергетичних систем», а також для якісного виконання наукових досліджень за темою дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розподілено на 4 розділи, а саме:

1. Вступ . Особливості експлуатації сучасних електростанцій і електроенергетичних систем
до якого ввійшли питання аналізу умов функціонування сучасних енергосистем з електростанціями різних типів, впливу зношеності електрообладнання та метеоумов на надійність електропостачання споживачів, висвітлено основні властивості електричної

станції як складної динамічної системи. Особливості функціонування і експлуатації сучасних електроенергетичних систем з АЕС.

2. Моделі динамічних елементів електростанції для оцінки режимів роботи енергосистеми, до якого увійшли питання , пов'язані з моделюванням електричних машин змінного струму в системі координат, що обертаються з довільною швидкістю, синхронних машин у формі ЕРС; моделюванням електромагнітних перехідних процесів в електричних системах; моделюванням динамічних процесів в системі власних потреб електростанцій.

3. Моделювання елементів електростанції для визначення технічного стану, до якого увійшли питання , пов'язані з проблемами і задачами оцінки ТС сучасного електрообладнання , існуючими стратегіями ТО і ремонту електрообладнання, моделювання витрат ресурсу з урахуванням експлуатаційних факторів, сучасними концепціями інформаційних систем, методами і засобами діагностування ТС електрообладнання .

4. Інтелектуальні технології в задачах оцінки ТС електрообладнання , до якого увійшли питання про застосування теорії нечітких множин , нечіткої логіки , нечітких баз знань для оцінки ТС , налаштування нечітких баз знань для задач класифікації станів, формування індивідуальних функцій розподілу імовірності відмови електрообладнання з урахуванням його характеристик, оцінки імовірності відмови об'єкта на інтервалі часу спостереження.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Бардик Є.І. Електрична частина електричних станцій та підстанцій .Основне електрообладнання [Текст] :навч. Посібн. / Є.І. Бардик , М.П. Лукаш .-К.: НТУУ КПІ ,2011 .-220 с.
2. Костерев М.В. Моделювання і динаміка атомних електростанцій при збуреннях в енергосистемах. - К.: Вища школа, 1996.- 168с.
3. Бардик Є. І. Моделі оцінки надійності схем електропостачання власних потреб АЕС від незалежних джерел при нечітко заданих параметрах відмов електрообладнання. Праці ІЕД НАНУ. 2014. № 37. С. 34–38.
4. Бардик Є. І. Моделювання і оцінка ризику відмови системи електропостачання власних потреб АЕС від зовнішніх незалежних джерел живлення. Наукові вісті НТУУ «КПІ», 2015. № 2. С. 7–18.
5. Костерев М.В., Бардик Є.І. Питання побудови нечітких моделей оцінки технічного стану об'єктів електричних систем // К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 131 с. 8. СОУ-Н МЕН 40.1–00100227 - 68:2012.Стійкість енергосистем. Керівні вказівки. Настанова. – К.: Міністерство палива та енергетики України, 2012–29с.
6. Математичне моделювання в електроенергетиці: підручник для ВНЗ/О.В. Кириленко, Н.С. Сегеда, О.Ф. Буткевич, Т.А. Мазур, за ред. О.В. Кириленка; Львів. Видавництво Нац. Університету «Львівська політехніка», 2012.- 357с.
7. Мельник В.П. Математичні моделі і методи аналізу режимів електроенергетичних систем. – К., 2005. – 608 с., іл. .

8. *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.
9. *Перехідні процеси в енергетиці : [Навчальний посібник]* / В.В. Козирський, О.В. Гай. – К. : ЦП «Компринт», 2016. – 489 с.
10. Бардик Є. І., Бондаренко О. Л. Нечітке моделювання комутаційного обладнання для задач оцінки ризику виникнення аварійних ситуацій в енергосистемі при відмовах електрообладнання. *Енергетика: економіка, технології, екологія.* 2023. № 4. С. 75–86. URL: <https://doi.org/10.20535/1813-5420.4.2022.273409>.
11. Бардик Є. І. *Прогнозування змінення ресурсних параметрів високовольтних вимикачів на основі теорії нечітких часових рядів. Гідроенергетика.* 2011. № 3. С. 63–68. 11. Костерев М. В., Бардик Є. І., Литвинов В. В. Оцінка імовірності відмови електрообладнання при керуванні режимами електричної системи. *Наукові праці ДНТУ. «Електротехніка і енергетика».* 2011. №1 (186). С. 199–204.
12. Костерев М. В., Литвинов В. В., Кільова К. А. Оцінка впливу зміни технічного стану обладнання електроенергетичної системи на імовірність його відмови на інтервалі часу. *Вісник НТУ «ХПИ».* 2017. № 33 (1255). С. 85–96.
13. Ge H. *Maintenance Optimization for Substations with Aging Equipment: A dissertation for the degree of Phd.* Lincoln, Nebraska. 2010. 212 p.
14. *Системи штучного інтелекту: нечітка логіка, нейронні мережі, нечіткі нейронні мережі, генетичний алгоритм : монографія* / В. П. Лисенко та ін. Київ : НУБіП України, 2014. 332 с.
15. Зайченко Ю.П. *Основи проектування інтелектуальних систем.* Київ : Видавничий дім «Слово», 2004. 353 с.
16. Литвин В. В. *Бази знань інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень : монографія.* Львів : Вид-во Львів політехніки, 2011. 240 с.
17. Бардик Є.І., Лукаш М.П. *Електрична частина електричних станцій. Синхронні генератори (навч.пос.).* К.:«Політехніка», 2008р–100с. . Mottershead G. *Handbook of Large Hydro Generators: Operation and Maintenance, First Edition* / G. Mottershead, S. Bomben, I. Kerszenbaum, G. Klempner. – Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc., 2021. – 672 p.
18. Klempner G. *Handbook of Large Turbo-Generator Operation and Maintenance, Third Edition* / G. Klempner, I. Kerszenbaum. – Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc., 2018. – 1032 p.
19. Бардик Є.І., Костерев М.В., Литвинов В.В. Нечітке моделювання технічного стану високовольтних вимикачів. *НТУУ "КПІ", "Наукові вісті",* №1, 2011.- С.12-18.
20. Бардик Є. І., Бондаренко О. Л. Нечітке моделювання комутаційного обладнання для задач оцінки ризику виникнення аварійних ситуацій в енергосистемі при відмовах електрообладнання. *Енергетика: економіка, технології, екологія.* 2023. № 4. С. 75–86. URL: <https://doi.org/10.20535/1813-5420.4.2022.273409>

21. A general model, estimation, and procedure for modeling recurrent failure process of high-voltage circuit breakers considering multivariate impacts / W. Hu et al. *Reliability Engineering & System Safety*. 2022. Vol. 220. P. 108276. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.108276>.

22 Бардик Є. І., Бондаренко О. Л. Оцінка режимної надійності електроенергетичної системи на основі визначення індексу ризику при відмовах вузлів навантаження з відповідальними споживачами. *Технічні науки та технології: науковий журнал*. 2019. № 2(16). С. 105–117. URL: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-2\(16\)-105-117](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-2(16)-105-117).

23. Бардик Є. І., Болотний М. П., і Бондаренко О. Л. Визначення ризику порушення нормального режиму енергосистеми при плановому і аварійному виведенні з експлуатації електрообладнання. *Вісник ВПІ*. 2021. № 2. С. 54–62. URL: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2021-155-2-54-62>.

Додаткові:

24. Основи безпечної експлуатації електроустановок: Підручник / С. В. Панченко, О. І. Акімов, М. М. Бабаєв та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – 149 с., рис. 3, табл. 5.

25. Експлуатація та режими роботи електростанцій: нормальні, допустимі і аномальні режими синхронних генераторів [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Є. І. Бардик. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,69 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 107 с. – Назва з екрана. Режим доступу:

<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48390>

26. Гнатієнко Г. М., Снитюк В. Є. *Експертні технології прийняття рішень : монографія*. Харків : Щедра садиба плюс, 2017. 296 с.

Додаткова:

27. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. New York: Springer, 2009. 745 p.

28. Gertsbakh I. *Reliability Theory with Application to Preventive Maintenance*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000. 219 p.

29. Anders G. J., Vaccaro A. *Innovations in Power Systems Reliability*. Springer-Verlag London, 2001. 361 p.

30. Ge H. *Maintenance Optimization for Substations with Aging Equipment: A dissertation for the degree of Phd*. Lincoln, Nebraska. 2010. 212 p.

31. A Probabilistic Risk Assessment and Control methodology for HVAC electrical grids connected to multiterminal HVDC networks / E. Ciapessoni et al. *IFAC Proceedings Volumes*. 2011. Vol. 44, no. 1. P. 1727–1732. URL: <https://doi.org/10.3182/20110828-6-it-1002.02739>.

32. Arrieta R., Rios M. A., Torres A. *Contingency Analysis and Risk Assessment of Small Signal Instability*. 2007 IEEE Power Tech, Lausanne, Switzerland, 1–5 July 2007. 2007. URL:

<https://doi.org/10.1109/pct.2007.4538579>.

33. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. New York: Springer, 2009. 745 p.

34. Gertsbakh I. *Reliability Theory with Application to Preventive Maintenance*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000. 219 p.

35. Anders G. J., Vaccaro A. *Innovations in Power Systems Reliability*. Springer-Verlag London, 2001. 361 p.

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	Особливості експлуатації і моделювання сучасних електростанцій. Умови функціонування сучасних енергосистем. Вплив зношеності електрообладнання та метеоумов на надійність електропостачання споживачів. Основні властивості електричної станції як складної динамічної системи. Література: [1-5]. дистанційний курс «Моделі технічного стану і режимів електрообладнання електричних станцій», лекція 1,
2	Математичні моделі електричних машин. Модель машини змінного струму в системі координат, що обертаються з довільною швидкістю. Модель синхронної машини у формі ЕРС. Спрощені моделі синхронних машин. Література: [6-9]. дистанційний курс «Моделі технічного стану і режимів електрообладнання електричних станцій», лекція 2,
3	Моделювання електромагнітних перехідних процесів. Загальна характеристика задачі. . Моделі синхронних і асинхронних машин у формі ЕРС. Математична модель електричної системи для розрахунку електромагнітних перехідних процесів. Література: [6-9]. дистанційний курс «Моделі технічного стану і режимів електрообладнання електричних станцій», лекція 3,
4	Основні задачі і положення оцінки технічного стану електрообладнання. Терміни і визначення . Моніторинг і контроль обладнання . Стратегії технічного обслуговування(ТО) і ремонту електрообладнання . Література: [5,10-13]. дистанційний курс «Моделі технічного стану і режимів електрообладнання електричних станцій», лекція 4,

5	<p>Оцінка технічного стану електрообладнання за сукупністю контрольованих параметрів. Узагальнена модель витрат ресурсу обладнання з урахуванням експлуатаційних факторів . Детерміновані моделі визначення спрацьованого ресурсу силового і комутаційного обладнання енергосистем .</p> <p>Література: [5,10-13] .</p> <p>дистанційний курс «Моделі технічного стану і режимів електрообладнання електричних станцій» , лекція 6</p>
6	<p>Основні положення теорії нечітких множин. Визначення нечіткої множини. Типи функцій належності. Побудова функцій приналежності. Операції з нечіткими множинами (перетин, об'єднання, різниця). Нечіткі лінгвістичні змінні.</p> <p>Література: [14-16] .</p> <p>дистанційний курс «Моделі технічного стану і режимів електрообладнання електричних станцій» , лекція 6,</p>
7	<p>Основи нечіткої логіки. Поняття нечіткого висловлювання. Основні логічні операції з нечіткими висловлюваннями. Загальні етапи нечітких висновків. Спрощений алгоритм нечіткого висновку.</p> <p>Література: [14-16] .</p> <p>дистанційний курс «Моделі технічного стану і режимів електрообладнання електричних станцій» , лекція 8 ,</p>
8	<p>Методологія формування індивідуальних функцій розподілу імовірності відмови електрообладнання. Загальна характеристика проблеми побудови моделей відмов електрообладнання. Врахування його характеристик, працездатного, технічного стану та метеоумов в момент спостереження. Оцінка імовірності відмови об'єкта на інтервалі часу спостереження.</p> <p>Література: [19-21,27-30] .</p> <p>дистанційний курс «Моделі технічного стану і режимів електрообладнання електричних станцій» , лекція 8 ,</p>
9.	<p>Ієрархічні структури нечіткого логічного висновку про технічний стан електрообладнання . Принципи побудови структурних схем ієрархічної агрегованої оцінки стану об'єкта. Алгоритм та ієрархія логічного висновку щодо технічного стану силового трансформатора.</p> <p>Література: [14-16,26] .</p> <p>дистанційний курс «Моделі технічного стану і режимів електрообладнання електричних станцій» , лекція 9 ,</p>

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1,	<p>Детерміновані моделі визначення спрацьованого ресурсу обладнання . Визначення ресурсу працездатності обладнання з урахуванням експлуатаційних факторів: високовольтні вимикачі та асинхронні двигуни.</p> <p>Мета. Формування навичок та умінь оцінки ресурсу працездатності високовольтних вимикачів та асинхронних двигунів власних потреб за сукупністю контрольованих параметрів.</p> <p>Література: [5,10,13,33,34] .</p>
2	<p>Формування та ідентифікація параметрів функцій належності вхідних лінгвістичних змінних нечіткої моделі визначення ресурсу високовольтних вимикачів.</p> <p>Мета. Формування навичок та умінь визначення терм-множин і їх параметрів вхідних лінгвістичних змінних нечітких моделей оцінки спрацьованого ресурсу вимикачів.</p> <p>Література: [19-21,27-30] .</p> <p>.</p>
3	<p>Побудова нечітких баз знань для визначення спрацьованого ресурсу працездатності комутаційного обладнання .</p> <p>Мета. Формування навичок та умінь побудови правил нечіткого логічного висновку для визначення спрацьованого ресурсу працездатності комутаційного обладнання .</p> <p>Література: [5,10-13] .</p>
4	<p>Формування функцій розподілу імовірності відмов високовольтних вимикачів з урахуванням індивідуальних характеристик.</p> <p>Мета. Формування навичок та умінь побудови функцій розподілу імовірності відмов високовольтних вимикачів на основі генеральної сукупності подій, адаптації до реальних умов експлуатації урахуванням індивідуальних характеристик.</p> <p>Література: [5,10-13,19-21] .</p>
5	<p>Формування функцій розподілу імовірності відмов повітряних ліній з урахуванням індивідуальних характеристик.</p> <p>Мета. Формування навичок та умінь побудови функцій розподілу імовірності відмов повітряних ліній на основі генеральної сукупності подій, адаптації до реальних умов експлуатації урахуванням індивідуальних характеристик.</p> <p>Література: [5,10-13] .</p>
6	<p>Формування функцій розподілу імовірності відмов силових трансформаторів з урахуванням індивідуальних характеристик.</p> <p>Мета. Формування навичок, умінь і набуття досвіду формування функцій розподілу імовірності відмов мережевих та блокових силових трансформаторів на основі статистичних даних по відмовам, ідентифікація параметрів та адаптація моделей відмов з урахуванням індивідуальних характеристик об’єкта .Література: [5,10-13] .</p>

7	<p>Оцінка статичної стійкості еквівалентного генератора електростанції нечітким моделюванням.</p> <p>Мета. Формування навичок та умінь визначення форм і параметрів функцій належності лінгвістичних змінних визначальних параметрів , побудови системи правил нечіткого логічного висновку нечіткої моделі оцінки статичної стійкості еквівалентного генератора електростанції.</p> <p>Література: [25,17-18] .</p>
8	<p>Визначення імовірності відмови системи подачі живлення на шини АЕС від удалених незалежних джерел живлення.</p> <p>Формування навичок та умінь побудови розрахункових схем підсистем з АЕС , визначення нечітких імовірностей відмови електрообладнання, розрахунку інтегрального ризику відмови системи подачі живлення на шини АЕС від удалених незалежних джерел живлення.</p> <p>Література: [2-5,24,31,32,35] .</p>
9	<p>Оцінка індексу ризику енергосистеми при відмовах вузлів навантаження з відповідальними споживачами.</p> <p>Формування навичок та умінь побудови функцій належності вхідних лінгвістичних змінних з використанням експертних оцінок, побудови системи правил нечіткого логічного висновку та визначення ризику порушення електропостачання відповідальних споживачів при відмовах електрообладнання.</p> <p>Література: [22,23,31,32,35] .</p>

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	<p><i>Особливості АЕС як об'єкта генерації енергії в енергосистемі. Фактори , які визначають надійність і живучість АЕС. Кліматичні впливи на елементи системи видачі потужності АЕС .</i></p> <p>Література: [1-5] .</p>	6
2	<p><i>Основні фактори і причини знеструмлення ВП АЕС. Задачі забезпечення надійності систем зовнішнього електропостачання ВП АЕС.</i></p> <p>Література: [1-5] .</p>	6
3	<p><i>Робота системи електропостачання власних потреб АЕС при знеструмленні секцій ВП .</i></p> <p>Література: [1-5] .</p>	6

4	<i>Режими роботи електродвигунів і механізмів власних потреб при змінній напрузі і частоти мережі. Література: [1-5] .</i>	6
5	<i>Нормальні та допустимі режими роботи синхронних генераторів електростанцій. Література: [25] .</i>	6
6	<i>Архітектура системи оцінки технічного стану електрообладнання та інтелектуальної підсистеми прийняття рішень. Література: [5,13,14-16] .</i>	6
7	<i>Критерії і стратегії управління технічним станом електрообладнання. Література: [28,30,34] .</i>	4
8	<i>Методи налаштування нечітких баз знань . Налаштування нечітких баз знань Мамдані і Сугено . Література: [14-16,26] .</i>	6
9	<i>Налаштування нечітких баз знань для задач класифікації . Нейронне налаштування лінгвістичних моделей . Алгоритми навчання нейронних мереж . Література: [14-16,26] .</i>	6
10	<i>Формування функцій розподілу імовірності відмови електрообладнання за статистикою спостережень. Література: [5,10-13] .</i>	6
11	<i>Методи оцінки імовірності відмови електрообладнання на інтервалі спостереження з урахуванням індивідуальних характеристик. Література: [5,10-13] .</i>	6
12	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	10
13	<i>Підготовка до МКР</i>	4
14	<i>Підготовка до заліку</i>	6
15	<i>Всього</i>	84

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.
- 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;
- 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 «Моделі технічного стану і режимів електрообладнання електричних станцій»;
- 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 (РСО)

Поточний контроль: експрес-опитування, МКР, робота на практичних заняттях .

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

Семестровий контроль: залік

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

Рейтинг студентів з дисципліни складається з балів за виконання таких робіт:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- розв'язання задач на практичних заняттях;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

Експрес-опитування	Робота на практичних заняттях		РГР	МКР	Рс	Рекз	Р
15	45			40	60		100

Система рейтингових (вагових) балів та критеріїв оцінювання

1. Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал – 3.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях –
5 бал * 3 = 15 балів.

Критерії оцінювання:

1. Повна відповідь – 5
- 2, Не повна відповідь – 2...4
3. Незадовільна від

2. Розв'язання задач на практичних заняттях

Ваговий бал -5.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях – 5 балів * 9 = 45 балів.

Критерії оцінювання

1. Повна відповідь – 5
- 2, Не повна відповідь – 2...4
3. Незадовільна відповідь – 0

3. Модульна контрольна робота

Ваговий бал МКР –40.

Максимальний бал за МКР –40.

Критерії оцінювання:

- Правильне і повне виконання **40**
- Правильне, але неповне виконання (неповні відповіді або незначні помилки в розрахунках) **25 ...39**
- Неповне або неправильне виконання (відсутні завдання, неправильні відповіді на теоретичні запитання, або суттєві помилки в розрахунках) **0...24**

4. Залік (в залежності від рівня підготовки)

до 60

5. Додаткові завдання (заохочувальні бали)

Для покращення рейтингу студент за бажанням студента і згодою викладача може отримати додаткові бали, підготувавши стислий реферат або презентацію на задану викладачем тему або письмову відповідь на дане викладачем запитання (не більше 1 додаткового завдання на 1 студента протягом семестра)

Ваговий бал – 5

Оцінюється викладачем від 0 до 5 балів в залежності від якості підготовленого матеріалу.

Розмір шкали рейтингу R=100 балів.

Умови позитивної проміжної атестації

Для отримання «зараховано» з **першої проміжної атестації** (8 тиждень) студент матиме не менш ніж **17 балів** (на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів можна отримати 28 балів).

Для отримання «зараховано» з **другої проміжної атестації** (14 тиждень) студент матиме не менш ніж **40 балів** (на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів можна отримати 65 балів).

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до заліку:, написання модульної контрольної роботи. Студенти, які протягом семестру не набрали 60 балів або бажають підвищити свою оцінку виконують залікову контрольну роботу, при цьому бали, набрані в семестрі, анулюються.

Ваговий бал залікової контрольної роботи – **100**

Критерії оцінювання залікової контрольної роботи:

- вичерпні відповіді на всі основні, а також на додаткові питання, чітке визначення всіх понять; величин – **95..100 балів**;
- в деяких відповідях мають місце певні неточності – **85...94 бали**;
- допускаються окремі помилки, має місце знання основних понять і величин, розуміння суті процесів в електротехнічних матеріалах і принципів їх використання – **75...84 бали**;
- припускаються суттєві помилки, неповне розуміння основних понять і суті процесів в електротехнічних матеріалах і принципів їх використання – **60...74 бали**.
- Незнання матеріалу, нерозуміння основних понять і процесів в електротехнічних матеріалах – **менше 60 балів**

–

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри відновлюваних джерел енергії ФЕА, к.т.н. Бардиком Є.І.

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

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № 10 від 16

¹Методичною радою університету– для загальноуніверситетських дисциплін.