



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Реквізитивна 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, ПВ4
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити/ECTS 120 годин (лекцій-36, практичних занять-18, самостійна робота-66)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/МКР
Розклад занять	Лекційні заняття-1 раз на тиждень, 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 «Інтелектуальні системи діагностики та прийняття рішень» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки магістрів: «Електроенергетика та електромеханіка», 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.

К22. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

К23. Здатність планувати, організовувати та проводити наукові дослідження в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

К24. Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів та систем.

К26. Здатність публікувати результати своїх досліджень у наукових фахових виданнях.

К28. 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. Опановувати 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 ідентифікації і прогнозування технічного стану, аналізу ризику експлуатації електрообладнання для експертних систем підтримки прийняття рішень 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 «Моделі технічного стану і режимів електрообладнання електростанцій та «Сучасні методи і моделі аналізу режимної надійності електроенергетичних систем», а також для якісного виконання наукових досліджень за темою магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розподілено на **7 розділів**, а саме:

1. Вступ. Загальні відомості про експертні системи, основи теорії експертних систем, розробка експертних систем, до якого увійшли питання щодо призначення, місця і структури експертних систем, взаємозв'язку експертних систем та штучного інтелекту, подання знань та когнітивного моделювання, класифікації експертних систем, рівнів, стадій та засобів розробки експертних систем.

2. Моделі подання знань, бази знань та нечітке логічне виведення, до якого увійшли питання присвячених мовам та моделям подання знань, використанню теорії графів, фреймів; логічної побудови та логічних моделей; нечітким знанням і їх формальному зображенню, основним принципам нечіткого моделювання, побудови матриці знань, основам нечіткої логіки, логічним операціям з нечіткими висловлюваннями.

3. Сучасні концепції інформаційних систем технічної діагностики, до якого увійшли питання щодо напрямків розвитку систем технічної діагностики електрообладнання енергосистем, завдань технічної діагностики в електроенергетиці, особливостей оцінки технічного стану електрообладнання, сучасних методів і систем оцінки технічного стану електрообладнання; діагностування в життєвому циклі елементів електроустаткування, систем робочого і тестового діагностування, використання теорії **розпізнавання образів та прийняття рішень** для класифікації технічних станів електрообладнання.

4. Контроль працездатності, методи і алгоритми пошуку дефектів та діагностування технічного стану електрообладнання, до якого увійшли питання, пов'язані з визначенням області працездатності об'єкта, методам контролю працездатності за сукупністю контрольованих параметрів, методам побудови алгоритмів пошуку дефектів, заснованих на показниках надійності, таблиць станів та розпізнаванні образів, застосуванні методу Байеса для діагностування технічного стану електрообладнання.

5. Моделі прогнозування технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання для експертних систем підтримки прийняття рішень, до якого увійшли питання щодо проблем безперервного моніторингу електрообладнання і задач прогнозування змінення технічного стану і надійності електрообладнання, механізмів і математичних моделей розвитку дефектів, розробки структурних схем та узагальненої моделі оцінки стану обладнання з урахуванням розвитку дефекту; вибору і використання методів аналітичного, імовірнісного прогнозування ресурсу та статистичної класифікації.

6. Математичні методи і моделі аналізу ризику експлуатації електрообладнання електростанцій, до якого увійшли питання, пов'язані з обґрунтуванням і вибором методів оцінки ризику експлуатації електрообладнання, визначенням факторів ризику та критеріїв вибору оптимальних рішень в умовах ризику, побудовою ієрархічних схем факторів ризику пошкодження об'єкта, розробкою нечітких моделей і алгоритмів оцінки ризику експлуатації електрообладнання енергосистем.

7. Сучасні системи автоматизованого контролю та експертні системи діагностування технічного стану силового електрообладнання електростанцій, до якого увійшли питання, пов'язані з визначенням вимог до систем автоматизованого контролю силового електрообладнання електростанцій та підстанцій, характеристиками сучасних комплексних автоматизованих систем TPAS(США), Siemens(ФРН), ABB Secheron(Швеція), застосуванням експертних системи діагностування технічного стану силового електрообладнання енергосистем.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Месюра В.І., Яровий А.А. *Експертні системи.* – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 114 с.
2. Сявакко М.С. *Інтелектуалізована система “Нечіткий експерт”.* – Видавничий Центр ЛНУ, 2007. – 320 с.
3. М.М. Глибовець., О.В. Олецький, *Штучний інтелект: Підручник.-К.: Вид.дім “КМ Академія”, 2002.-366 с.*
4. Згуровський М.З., Зайченко Ю.П. Моделі і методи прийняття рішень в нечітких умовах .-Київ .: “ Наукова думка “, -2011 . -280 с.
5. Гнатієнко Г. М., Снитюк В. Є. *Експертні технології прийняття рішень : монографія. Харків : Щедра садиба плюс, 2017. 296 с.*
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. *Системи штучного інтелекту: нечітка логіка, нейронні мережі, нечіткі нейронні мережі, генетичний алгоритм : монографія / В. П. Лисенко та ін. Київ : НУБіП України, 2014. 332 с.*
8. *Зайченко Ю.П. Основи проектування інтелектуальних систем. Київ : Видавничий дім «Слово», 2004. 353 с.*
9. *Литвин В. В. Бази знань інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень : монографія. Львів : Вид-во Львів політехніки, 2011. 240 с. .*
10. *Костерев М.В., Бардик Є.І. Питання побудови нечітких моделей оцінки технічного стану об'єктів електричних систем // К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 131 с.*
11. *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.*
12. *ГКД 34.20.507-2003. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила. Затверджено наказом Мінпаливенерго України від 13.06.2003р. №296. ОЕП «ГРІФРЕ». Київ, 2003. 613 с.*
13. *Кутін В.М. Діагностика електрообладнання:навчальний посібник/В.М. Кутін,М.О. Ілюхін, М.В. Кутіна.- Вінниця: ВНТУ, 2012.-215С.*
14. *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>.*
15. *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.*
16. *Ge H. Maintenance Optimization for Substations with Aging Equipment: A dissertation for the degree of Phd. Lincoln, Nebraska. 2010. 212 p.*

17. Бардик Є.І., Костерев М.В., Лутвинов В.В. Нечітке моделювання технічного стану високовольтних вимикачів. НТУУ "КПІ", "Наукові вісти", №1, 2011.- С.12-18.
18. Klemptner G. *Handbook of Large Turbo-Generator Operation and Maintenance, Third Edition* / G. Klemptner, I. Kerszenbaum. – Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc., 2018. – 1032 p.
19. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. New York: Springer, 2009. 745 p.
20. Gertsbakh I. *Reliability Theory with Application to Preventive Maintenance*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000. 219 p.
21. Anders G. J., Vaccaro A. *Innovations in Power Systems Reliability*. Springer-Verlag London, 2001. 361 p.
22. *Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посіб./ О. І. Кушлик-Дивульська, Н. В. Поліщук, Б. П. Орел, П. І. Штабальюк.* – К: НТУУ «КПІ», 2014. – 212 с. – Бібліогр.: с.205. – 300пр.
23. Єріна А.М. *Статистичне моделювання та прогнозування: навч.посібник/А.М. Єріна.*- Київ:КНЕУ, 2001.-170с.
24. Бідюк П.І. *Методи прогнозування/П.І. Бідюк, О.С. Меняйленко, О.В. Половцев.*- Луганськ, 2008.- т.1.-с.305.
25. Бардик Є. І. Прогнозування змінення ресурсних параметрів високовольтних вимикачів на основі теорії нечітких часових рядів. Гідроенергетика, 2011. № 3. С. 63–68.
26. *Risk-Based Dynamic Security Assessment for Power System Operation and Operational Planning* / E. Ciapessoni et al. *Energies*. 2017. Vol. 10, no. 4. P. 475. URL: <https://doi.org/10.3390/en10040475>.
27. 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).
28. 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:

29. 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.
30. 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.

31. . Kosterev, M.V., Bardyk, E.I., Litvinov, V.V. Risk estimation of induction motor fault in power system *WSEAS TRANSACTIONS on POWER SYSTEMS*. -- 2013, October, Vol. 18.,p. 217-226.

32. Razi-Kazemi A. A. Circuit breaker condition assessment through a fuzzy-probabilistic analysis of actuating coil's current. *IET Generation, Transmission & Distribution*. 2016. Vol. 10, no. 1. P. 48–56. URL: <https://doi.org/10.1049/iet-gtd.2014.1236>.

33. 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>.

34. 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>.

35. Hu R. Cascading Failure Risk Assessment Considering Protection System Hidden Failures. *International Journal of Mechanical Engineering and Applications*. 2016. Vol. 4, no. 2. P. 50. URL: <https://doi.org/10.11648/j.ijmea.20160402.13>.

36. Бардик Є. І., Костерев М. В., Болотний М. П. Імовірнісно-статистичне моделювання ЕЕС для оцінки ризику відмови силового трансформатора при короткому замиканні в електричній мережі. *Вісник ВПІ*. 2016. № 2. С. 105–109.

37. Бардик Є. І., Болотний М. П. Моделювання і оцінка ризику відмови силового трансформатора при збуреннях в зовнішній електричній мережі. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2015. № 5 (94). С. 56–64.

38. Бардик Є. І., Болотний М. П., Коваль Я. С. Визначення слабких за надійністю силових трансформаторів енергосистем за результатами оцінки ризику відмови через збурення в зовнішній електричній мережі. Наукові вісті КПІ : міжнародний науково-технічний журнал. 2021. № 2 (116). С. 28–37. <https://doi.org/10.1109/pmaps.2010.5528993>.

39. Костерев М. В., Бардик Є. І., Вожаков Р. В. Нечітке моделювання ЛЕП для оцінки ризику зниження надійності електропостачання. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2011. № 6. С. 159–163.

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	<p>Загальні відомості про експертні системи. Призначення й місце експертних систем. Переваги штучної і природної компетентності. Структура експертних систем. Класифікація експертних систем.</p> <p>Література: [1-8]. дистанційний курс «Інтелектуальні системи діагностики електрообладнання та прийняття рішень» , лекція 1</p>
2	<p>Основи теорії експертних систем. Взаємозв'язок експертних систем та систем штучного інтелекту. Проблематика штучного інтелекту. Напрямки розвитку систем штучного інтелекту. Подання знань та вирішення задач. Системи самонавчання. Когнітивне моделювання. Вплив штучного інтелекту на ідеологію програмування. Експертні системи як різновид штучного інтелекту.</p> <p>Література: [1,3,5,8] . дистанційний курс «Інтелектуальні системи діагностики електрообладнання та прийняття рішень» ,лекція 2</p>
3	<p>Розробка експертних систем. Умови доцільності розробки експертних систем. Рівні розробки експертних систем: демонстраційний, дослідницький, експлуатаційний, промисловий, комерційний прототипи експертних систем. Стадії розробки експертних систем. Засоби розробки експертних систем.</p> <p>Література: [1,3,8,9]. дистанційний курс «Інтелектуальні системи діагностики електрообладнання та прийняття рішень» ,лекція 3</p>
4	<p>Знання та моделі їх подання. Знання як інформаційна основа інтелектуальних систем. Мови подання знань. Продукційна модель. Семантичні мережі. Елементи теорії графів. Фрейми. Структури фреймів. Логічні побудови та логічні моделі.</p> <p>Література: [1,2,7,9,10] . дистанційний курс «Інтелектуальні системи діагностики електрообладнання та прийняття рішень» , лекція 4</p>
5	<p>Нечіткі знання, їх формальне зображення та база. Поняття нечіткої множини та лінгвістичної змінної. Операції над нечіткими множинами. Головні принципи нечіткого моделювання. Фазифікація змінних величин. Алгоритм побудови матриці знань.</p> <p>Література: [1,4,5,7,9,10]. дистанційний курс «Інтелектуальні системи діагностики електрообладнання та прийняття рішень» , лекція 5</p>
6	<p>Нечітке логічне виведення. Машина виведення і її функції. Правило <i>modus ponens</i>. Цикл роботи інтерпретатора продукцій. Стратегії керування виведенням. Пряме і обернене виведення. Методи пошуку в глибину і ширину. Нечітке логічне виведення для об'єктів з дискретним виходом. Нечіткі логічні рівняння. Об'єкти з неперервним виходом. Операція дефазифікації. Застосування композиційного правила виведення.</p> <p>Література: [1,4,5,7,9,10]. дистанційний курс «Інтелектуальні системи діагностики електрообладнання та прийняття рішень» , лекція 6</p>

7	<p>Розпізнавання образів. Основні положення теорії розпізнавання образів. Головні постановки задач розпізнавання образів. Класи і їх властивості. Модельні описи класів. Розпізнавання як зіставлення. Постановка задачі і основні режими розпізнавання. Типові структурні схеми розпізнавання. Розпізнавання як прийняття рішень. Класифікація основних методів розпізнавання.</p> <p>Література: [1,3,7].</p> <p>дистанційний курс «Інтелектуальні системи діагностики електрообладнання та прийняття рішень» , лекція 7</p>
8	<p>Загальні положення технічної діагностики. Основні поняття і визначення технічної діагностики. Стани об'єкта. Діагностичні ознаки. Завдання при діагностуванні. Вихідні положення методології технічної діагностики. Діагностування в життєвому циклі елементів електроустаткування. Особливості діагностування елементів електроустаткування. Характеристика методів діагностування елементів електроустаткування.</p> <p>Література: [10-13,16].</p> <p>дистанційний курс «Інтелектуальні системи діагностики електрообладнання та прийняття рішень» , лекція 8</p>
9	<p>Сучасні концепції інформаційних систем технічної діагностики. Основні типи й напрямки розвитку систем технічної діагностики електрообладнання енергосистем. Завдання технічної діагностики в електроенергетиці. Особливості оцінки технічного стану електрообладнання. Сучасні методи і системи оцінки технічного стану електрообладнання .</p> <p>Література: [10,13-17].</p> <p>дистанційний курс «Інтелектуальні системи діагностики електрообладнання та прийняття рішень» , лекція 9</p>
10	<p>Контроль працездатності електрообладнання. Область працездатності об'єкта. Умови працездатності за параметрами і характеристиками. Запас і ступінь працездатності. Методи контролю працездатності за сукупністю контрольованих параметрів, узагальненим діагностичним параметром та на оцінюванні частотних характеристик. Метод порівняння реакції електрообладнання й еквівалентної моделі.</p> <p>Література: [13-18].</p> <p>дистанційний курс «Інтелектуальні системи діагностики електрообладнання та прийняття рішень» , лекція 10</p>
11	<p>Методи і алгоритми пошуку дефектів. Ознаки і алгоритми пошуку дефектів. Послідовні, паралельні та комбіновані алгоритми пошуку дефектів. Методи побудови алгоритмів пошуку дефектів, засновані на показниках надійності, таблиць станів, чутливості функцій передачі та розпізнаванні образів.</p> <p>Література: [3,10-18,20].</p> <p>дистанційний курс «Інтелектуальні системи діагностики електрообладнання та прийняття рішень» , лекція 11</p>
12	<p>Метод Байєса для діагностування технічного стану електрообладнання. Формула повної імовірності. Теорема гіпотез(формула Байєса). Застосування методу Байєса для діагностування технічного стану електрообладнання. Байєсові мережі. Формування діагностичної матриці Байєса. Вирішальне правило для ухвалення рішення про діагноз.</p> <p>Література: [19,21,22].</p>

	<p>дистанційний курс «Інтелектуальні системи діагностики електрообладнання та прийняття рішень» , лекція 12</p>
13	<p>Моделі прогнозування технічного стану і ресурсу електрообладнання експертних систем. Основні задачі прогнозування змінення технічного стану і надійності електрообладнання. Використання методів екстраполяції і класифікації. Види прогнозування: аналітичне, імовірнісне, статистична класифікація. Пряме і зворотнє аналітичне прогнозування ресурсу електрообладнання. Моделі екстраполяційного методу прогнозування. Алгоритм вибору апроксимуючих функцій. Моделі прямого і зворотнього імовірнісного прогнозування залишкового ресурсу. Література: [3,23-25]. дистанційний курс «Інтелектуальні системи діагностики електрообладнання та прийняття рішень» , лекція 13</p>
14	<p>Задачі виявлення, оцінки і управління ризиком експлуатації електрообладнання. Загальна характеристика проблеми аналізу і мінімізації експлуатаційного ризику об'єктів енергетики. Функціональна модель безпеки об'єктів енергетики за наявності технологічних порушень. Визначення, етапи оцінки та управління ризиком експлуатації електрообладнання. Література: [10,27,28,33-36] . дистанційний курс «Інтелектуальні системи діагностики електрообладнання та прийняття рішень» , лекція 14</p>
15	<p>Методи оцінки ризику експлуатації електрообладнання енергосистем. Зв'язок задачі прийняття рішень з факторами ризику. Основні методи оцінки ризику: статистичний, теоретичний, експертний підходи. Основні фактори ризику при експлуатації обладнання. Критерії вибору оптимальних рішень в умовах ризику. Оціночні функції для визначення збитків. Процедура вибору варіантів рішень, що мають мінімальний ризик. Література: [26-35]. дистанційний курс «Інтелектуальні системи діагностики електрообладнання та прийняття рішень» , лекція 15</p>
16	<p>Нечіткі моделі і алгоритми оцінки ризику експлуатації електрообладнання енергосистем. Підходи щодо оцінки і прогнозування ризику пошкодження обладнання. Ієрархічна система факторів ризику пошкодження. Модель оцінки ризику електрообладнання на основі агрегування якісних даних з рівнів ієрархії факторів. Визначення ваг факторів за схемою Фішберна. Визначення інтегрального показника ризику функціонування об'єкта. Література: [26-31]. дистанційний курс «Інтелектуальні системи діагностики електрообладнання та прийняття рішень» , лекція 16</p>
17	<p>Сучасні системи автоматизованого контролю силового електрообладнання енергосистем. Вимоги і можливості систем автоматизованого контролю силового електрообладнання. Системи контролю з частковим охопленням параметрів. Системи контролю стану електрообладнання підстанцій. Контроль стану обладнання з експертними системами. Комплексні сучасні автоматизовані системи TPAS(США), Siemens(ФРН), ABB Secheron(Швеція). Література: [10,11,13,16,18,21] . дистанційний курс «Інтелектуальні системи діагностики електрообладнання та</p>

	<i>прийняття рішень» , лекція 17</i>
18	<i>Сучасні експертні системи діагностування технічного стану силового електрообладнання енергосистем. Необхідність автоматизації процесу прийняття рішень щодо постановки діагнозу. Алгоритмічний підхід щодо процедури прийняття рішень. Інтерактивна інтерпретація даних. Сутність експертних систем діагностування технічного стану електрообладнання. Приклади сучасних експертних систем комплексного діагностування електрообладнання. Література: [10,11,13,16,18,21] . дистанційний курс «Інтелектуальні системи діагностики електрообладнання та прийняття рішень» , лекція 18</i>

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: силові трансформатори .</p> <p>Мета. Формування навичок та умінь оцінки ресурсу працездатності силових масляних трансформаторів за сукупністю контрольованих параметрів.</p> <p>Література: [10,11,13,17] .</p>
2	<p>Побудова нечітких баз знань діагностування технічного стану силового трансформатора за результатами моніторингу(формування функцій належності лінгвістичних змінних) .</p> <p>Мета. Формування навичок та умінь формування функцій належності лінгвістичних змінних нечітких моделей діагностування технічного стану силових трансформаторів.</p> <p>Література: [9,10,14-16,36-38] .</p>
3	<p>Побудова нечітких баз знань діагностування технічного стану силового трансформатора за результатами моніторингу(формування правил нечіткого логічного висновку) .</p> <p>Мета. Формування навичок та умінь побудови нечітких баз знань інтелектуальних систем діагностування технічного стану силових трансформаторів.</p> <p>Література: [9,10,14-16,36-38] .</p>
4	<p>Нечітке моделювання ТС обмоток СТ. База знань і алгоритм визначення ризику відмови СТ при КЗ в електричній мережі .</p> <p>Мета. Формування навичок та умінь оцінки ТС обмоток СТ за результатами моніторингу визначальних параметрів, дослідження впливу режиму КЗ в електричній мережі на ризик відмови СТ.</p> <p>Література: [36-38] .</p>
5	<p>Використання формули Байєса для діагностування технічного стану асинхронного двигуна.</p> <p>Мета. Формування навичок та умінь застосування методу Байєса для діагностування технічного стану електрообладнання та прийняття рішення щодо діагнозу.</p> <p>Література: [1] .</p>
6	<p>Побудова нечіткої математичної моделі визначення ресурсу працездатності асинхронних двигунів (АД) власних потреб електростанції .</p> <p>Мета. Формування навичок та умінь нечіткого моделювання технічного стану і визначення спрацьованого ресурсу працездатності асинхронних двигунів ВП.</p> <p>Література: [10,31] .</p>

7	<p>Побудова нечіткої математичної моделі визначення ресурсу працездатності повітряних ліній.</p> <p>Мета. Формування навичок та умінь нечіткого моделювання технічного стану і визначення спрацьованого ресурсу працездатності високовольтних повітряних ліній.</p> <p>Література: [39] .</p>
8	<p>Розрахункове тестування нечітких моделей визначенням спрацьованого ресурсу ПЛ та асинхронних двигунів власних потреб .</p> <p>Мета. Формування навичок та умінь оцінки ТС, визначення ресурсу працездатності нечітким моделюванням та прийняття рішень щодо стратегії експлуатації ПЛ та асинхронних двигунів власних потреб станції</p> <p>Література: [10,31] .</p>
9	<p>Прогнозування ресурсних і режимних параметрів окремих елементів вузлів навантаження енергосистем.</p> <p>Мета. Формування навичок та умінь визначення прогнозних значень визначальних ресурсних параметрів електрообладнання, нейромережевого прогнозування вузлового навантаження енергосистем.</p> <p>Література: [21-25] .</p>

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	<p>Архітектура системи оцінки технічного стану електрообладнання. Архітектура інтелектуальної підсистеми прийняття рішень . Структура системи оцінки технічного стану електрообладнання. Ієрархічні , реляційні і багатомірні моделі даних .</p> <p>Література: [1,4-10] .</p>	4
2.	<p>Діагностична цінність системи ознак. Трирівнева система оцінювання областей працездатного стану електрообладнання. Геометрична інтерпретація розвитку дефекту у відмови і аварії.</p> <p>Література: [9-13] .</p>	2
3	<p>Механізми розвитку дефектів. Сутність ключового дефекту. Структурна схема розвитку ключового дефекту. Рівень значущості ключового дефекту. Узагальнена модель оцінки стану електрообладнання з урахуванням розвитку дефекту.</p> <p>Література: [13-16] .</p>	4
4	<p>Дефекти в синхронних генераторах та їх ознаки. Системи контролю і діагностики в турбогенераторах та гідрогенераторах.</p>	4
5	<p>Методи і засоби діагностування технічного стану силових масляних трансформаторів.</p>	4

	Література: [11,18,35] .	
6	Методи оцінки технічного стану та ідентифікації дефектів силових трансформаторів на основі ХАРГ. Література: [11,38] .	4
7	Нечітке моделювання ТС обмоток СТ . Алгоритм визначення імовірності виникнення КЗ в електричній мережі. Література: [36,37] .	2
8	Генетичне налаштування лінгвістичних моделей електроенергетичних об'єктів . Задачі оптимального налаштування . Література: [3,5,7-9] .	4
9	Нейронні мережі в задачах ідентифікації . Основні концепції штучних нейронних мереж(ШНМ) . Нейро-нечіткі мережі. Література: [3-9] .	4
10	Методи налаштування нечітких баз знань . Налаштування нечітких баз знань Мамдані і Сугено . Література: [3-9] .	2
11	Налаштування нечітких баз знань для задач класифікації . Література: [3-9] .	4
12	Нейронне налаштування лінгвістичних моделей . Алгоритми навчання нейронних мереж . Література: [3-9] .	4
13	Нейромережеве прогнозування ресурсу і режимних параметрів електроенергетичних об'єктів . Метод Левенберга – Маркара. Література: [3-9] .	4
14	Підготовка до аудиторних занять	10
15	Підготовка до МКР	4
16	Підготовка до заліку	6
17	Всього	66

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 «Інтелектуальні системи діагностики та прийняття рішень»;
- 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, 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	R
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 бажують 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 16.06.2023

¹Методичною радою університету– для загальноуніверситетських дисциплін.