



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра відновлюваних
джерел енергії ФЕА

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕТОДИ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ І РЕСУРСУ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Статус дисципліни	Вибіркова.
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	II курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	120 години / 4 кредити ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/МКР/РГР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=a85999b3-d50c-41f1-be38-6616d9c511ca
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н. Бардик Євген Іванович, 0501881731 Практичні: к.т.н. , Бардик Євген Іванович, 0501881731
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/MzU2OTE1NDc0NTU3?cjc=25stxsj

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання» складено відповідно до освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». підготовки доктора філософії спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів наступних здатностей: виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в електричній інженерії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з електричної інженерії та суміжних галузей; усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, глибоке розуміння англійських наукових текстів за напрямом досліджень; застосовувати сучасні інформаційні технології, бази

даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності; виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі електричної інженерії, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних

Предмет навчальної дисципліни—методи і математичні моделі для оцінки і прогнозування технічного стану, ресурсу працездатності, режимів роботи та ризику відмов електрообладнання ЕЕС; ідентифікація класів технічного стану електрообладнання в умовах неповноти і невизначеності інформації; Проблематика сучасних наукових досліджень в області створення інтелектуальних систем оцінки технічного стану і ресурсу електроенергетичних об'єктів на основі використання технології штучного інтелекту.

Програмні результати навчання:

Компетенції: (СК01) здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в електричній інженерії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з електричної інженерії, інтелектуальної технології ідентифікації технічного стану та суміжних галузей; (СК02) здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, глибоке розуміння англійських наукових текстів за напрямом досліджень; (СК04) здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності; (СК05) здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі електричної інженерії та керування технічним станом і режимами роботи електроенергетичних об'єктів, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

Знання: (РН01) передові концептуальні та методологічні знання з електричної інженерії, сучасних методів і моделей оцінки і управління технічним станом обладнання і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

Уміння: (РН04) планувати і виконувати теоретичні дослідження з електричної інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми; (РН05) глибоко розуміти загальні принципи та методи сучасної теорії діагностування, а також методологію наукових досліджень, застосовувати їх у власних дослідженнях у галузі електричної інженерії та у викладацькій практиці.

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 ТС і визначення та прогнозування ресурсу електрообладнання ЕЕС 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 дисципліни «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 **6 розділів**, а саме:

1. **Вступ . Методичні основи комплексної оцінки технічного стану електрообладнання**, до якого ввійшли питання про проблеми і задачі оцінки ТС сучасного електрообладнання , про існуючі стратегії ТО і ремонту електрообладнання , моделювання витрат ресурсу з урахуванням експлуатаційних факторів , про сучасні концепції інформаційних систем, методи і системи , методи і засоби діагностування ТС електрообладнання .
2. **Інтелектуальні технології в задачах діагностування ТС електрообладнання** , до якого ввійшли питання про застосування теорії нечітких множин , нечіткої логіки , нечітких баз знань для оцінки ТС , про основні концепції штучних нейронних мереж (ШНМ) і їх використання в задачах ідентифікації ТС електрообладнання , про вирішення проблеми сегментації парку електрообладнання методами кластерного аналізу .
3. **Адаптація нейро-нечітких моделей оцінки ТС електрообладнання** , до якого ввійшли питання про налаштування нечітких баз знань для задач класифікації станів , про застосування генетичних алгоритмів для налаштування лінгвістичних моделей оцінки ТС обладнання і навчання нейронних мереж , про алгоритми і методи навчання штучних нейронних мереж .
4. **Сучасні методи прогнозування ТС і ресурсу електрообладнання** , до якого ввійшли питання про проблеми і задачі забезпечення достовірного прогнозу ТС і ресурсу , про характеристики існуючих традиційних методів прогнозування , про прогнозування ресурсу і режимних параметрів електроенергетичних об'єктів з використанням ШНМ .
5. **Побудова лінгвістичних моделей оцінки ТС і ресурсу силового і комутаційного обладнання енергосистем** , до якого ввійшли питання про формування ієрархічної структури нечіткого логічного висновку про технічний стан електрообладнання , побудови нечітких моделей визначення спрацьованого ресурсу силових трансформаторів , високовольтних вимикачів , повітряних ліній , асинхронних двигунів ВП електростанцій , підстанцій і електричних мереж . Адаптація моделей до даних моніторингу ТС .

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. New York: Springer, 2009. 745 p.
2. Gertsbakh I. Reliability Theory with Application to Preventive Maintenance. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000. 219 p.
3. Anders G. J., Vaccaro A. Innovations in Power Systems Reliability. Springer-Verlag London, 2001. 361 p.
4. Ge H. Maintenance Optimization for Substations with Aging Equipment: A dissertation for the degree of Phd. Lincoln, Nebraska. 2010. 212 p.
5. М.В. Костерев , Є. І. Бардик .Питання побудови нечітких моделей оцінки технічного стану об'єктів електричних систем . [Текст] : [монографія] / .- К. НТУУ КПІ ,2011 .-148 с.

6. Костерев М.В. ,Бардик Є. І. Моделі технічного стану і режимів електрообладнання електричних станцій ,НТУУ "КПІ".-К.-2015 р. , 102 с.
7. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика ,генетические алгоритмы, нейронные сети .-Винница ,1999, - 320 с.
8. Згуровский М.З. ,Зайченко Ю.П. Модели и методы принятия решений нечетких условиях .- Киев .: " Наукова думка " , -2011 .-280 с.

Додаткові:

9. БардикЄ.І. Електрична частина електричних станцій та підстанцій .Основне електрообладнання [Текст] :навч. Посібн. / Є.І. Бардик , М.П. Лукаш .-К.: НТУУ КПІ ,2011 .-220 с.

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 . Основні задачі і положення оцінки технічного стану(ТС) електрообладнання. Терміни і визначення . Моніторинг і контроль обладнання . Стратегії технічного обслуговування(ТО) і ремонту електрообладнання . літературні джерела [2,4,5,7]; дистанційний курс «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання» ,лекція 1
2	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 . літературні джерела [3,5,7], ; дистанційний курс «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання» ,лекція 2
3	Сучасні концепції інформаційних систем діагностики електрообладнання .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 . літературні джерела [2,4,5,9], дистанційний курс «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання» ,лекція 3 .
4.	Теорія нечітких множин в задачах ідентифікації ТС електрообладнання . Властивості нечітких множин . Функції належності . Нечітка логіка . Лінгвістичні змінні . Нечітке логічне виведення . Нечіткі бази знань. літературні джерела [5,7-9]; дистанційний курс «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання» «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання» ,лекція 4
5..	Нейронні мережі в задачах ідентифікації . Основні концепції штучних нейронних мереж(ШНМ) . Нейро-нечіткі мережі . Навчання нейронних мереж . Нейроні та нейро-нечіткі моделі багатовимірних залежностей літературні джерела [8],.

	дистанційний курс «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання» ,лекція 5 .
6.	Методи налаштування нечітких баз знань . Налаштування нечітких баз знань Мамдани і Сугено . Налаштування нечітких баз знань для задач класифікації . Нейронне налаштування лінгвістичних моделей . Алгоритми навчання нейронних мереж . Метод зворотнього розповсюдження . літературні джерела [5,8], дистанційний курс «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання» ,лекція 6
7	Задачі прогнозування ТС і ресурсу силового та комутаційного електрообладнання енергосистем . Екстраполяційні методи прогнозування . Імовірнісне прогнозування залишкового ресурсу . Прогнозування ТС методами статистичної класифікації . літературні джерела [5,7], дистанційний курс «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання» ,лекція 7.
8..	Нейромережеве прогнозування ресурсу і режимних параметрів електроенергетичних об'єктів . Метод Левенберга - Маркара , метод групового врахування(МГВ) аргументів .Короткострокове та тривалострокове прогнозування .Внутрішньодобове і на добу вперед прогнозування вузлового навантаження Інверсія нейронної мережі прямого розповсюдження .. літературні джерела: [8], дистанційний курс «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання» ,лекція 8
9..	Ієрархічні структури нечіткого логічного висновку про технічний стан електрообладнання . Алгоритм та ієрархія логічного висновку щодо технічного стану силового трансформатора . Нечітка математична модель оцінки технічного стану силових трансформаторів на основі ХАРГ . літературні джерела: [4,5,7,8], дистанційний курс «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання» ,лекція 9

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1,	Детерміновані моделі визначення спрацьованого ресурсу обладнання . Визначення ресурсу працездатності обладнання з урахуванням експлуатаційних факторів . літературні джерела [1,5,7], дистанційний курс «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання».
2.	Нечіткі бази знань діагностування ТС силових трансформаторів за результатами ХАРГ . Розрахунки для визначення класу ТС СТ при різних сполученнях значень вхідних даних . літературні джерела [5,7], дистанційний курс «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання»
3.	Формування нечітких баз знань для визначення загального спрацьованого ресурсу високовольтних вимикачів . Розрахунки спрацьованого ресурсу вимикачів різних типів з урахуванням рівня значущості функціональних вузлів . літературні джерела [5,7], дистанційний курс «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання»

4,5	Формування нечітких баз знань моделі оцінки спрацьованого ресурсу повітряної лінії і силового трансформатора . Розрахункове тестування моделі визначенням спрацьованого ресурсу ПЛ напругою 110 Кв і вище та силових трансформаторів . літературні джерела [5,7], дистанційний курс «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання» .
-----	--

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	10
2	Виконання розрахунково-графічної роботи	15
3	Підготовка до МКР	4
4	Підготовка до екзамену	30

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 ;
- правила захисту індивідуальних завдань: захист розрахунково-графічної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально , у формі презентації перед аудиторією на останньому практичному занятті;
- політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання 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 «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання»;
- 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: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за розрахунково-графічну роботу,, семестровий рейтинг більше 30 балів.

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:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- Проведення досліджень на практичних заняттях;
- виконання індивідуальної роботи (РГР);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

Експрес-опитування	Робота на практичних заняттях		РГР	МКР	Rc	Рекз	R
4.5	25		20	10.5	60	40	100

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал – 0,5.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях –

0,5 бали * 9 = 4.5 бали.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 0,5;

Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 5.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях –

5 бали * 5 = 25 балів.

Критерії оцінювання

- самостійне розв'язання задачі, вільне володіння темою заняття – 5;
- розв'язання задачі за допомогою викладача, володіння окремими розділами теми заняття – 2.;

Індивідуальне семестрове завдання РГР

Згідно з робочою навчальною програмою кожен студент виконує РГР.

Максимальна кількість балів за виконання РГР – 20.

Критерії оцінювання

- повне і вчасне виконання без елементів плагіату (менше 10%) – 20 балів;
- неповне виконання РГР та/або наявність плагіату на рівні від 10 до 30 % – 8...12 балів;
- неповне виконання РГР та/або наявність плагіату на рівні від 30 до 50 % – 3...9 балів;
- неповне в виконання РГР та/або наявність плагіату на рівні більше 50 % – 0 балів;

Модульна контрольна робота

Ваговий бал МКР –10.5.

Максимальний бал за МКР –10.5.

Критерії оцінювання

- повна відповідь на запитання (більше 90% матеріалу) 8– 10.5 балів;
- неповна відповідь на запитання (від 50 до 90% матеріалу) - 4– 7 балів;

- відповідь містить менше 50 % необхідної інформації – 0 балів;

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 – екзамен

Екзаменаційна робота складається з двох теоретичних запитань і задачі.

Критерії оцінювання екзамену

Рейтинг $R_c \geq 0,6 \cdot R$, тобто 60 балів – зараховується автоматично.

Рейтинг R_c в межах $(0,4 - 0,59) \cdot R$, тобто 40 – 59 балів – студенти складають екзамен.

Максимальний рейтинг екзамену $R_z = 40$ балів.

Рейтинг екзамену $R_z = 33 - 40$ балів – студент дав вичерпні відповіді на всі питання (при необхідності – і на додаткові), дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг екзамену $R_z = 25 - 32$ балів – відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє сутність сучасних концепцій інформаційних систем комплексної оцінки ТС електрообладнання.

Рейтинг екзамену $R_z = 16 - 24$ балів – студент частково відповідає на екзаменаційні питання, показує знання, але недостатньо розуміє сутність сучасних концепцій інформаційних систем комплексної оцінки ТС електрообладнання. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг екзамену $R_z \leq 15$ балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє нерозуміння сутності сучасних концепцій інформаційних систем комплексної оцінки ТС електрообладнання, не може виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

№ з/п	Назва теми, що виносяться на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	Архітектура системи оцінки технічного стану електрообладнання. Архітектура інтелектуальної підсистеми прийняття рішень. Структура системи оцінки технічного стану електрообладнання. Ієрархічні, реляційні і багатомірні моделі даних. літературні джерела [3,5] дистанційний курс «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання»	4
2.	Сегментація парку електрообладнання методами кластерного аналізу. Вступ в кластеризацію. Кластеризація алгоритмами с-середніх. Гірничі методи кластеризації. Нечітка кластеризація об'єктів. літературні джерела [8] дистанційний курс «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання»,	6
3	Генетичне налаштування лінгвістичних моделей електроенергетичних об'єктів. Задачі оптимального налаштування. Генетичні алгоритми і їх особливості. Налаштування параметричних функцій належності. Навчання нейронних мереж на основі генетичних алгоритмів. літературні джерела [5, 8] дистанційний курс «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання»,	6

4	Нечітке моделювання ТС обмоток СТ . База знань і алгоритм визначення ризику відмови СТ при КЗ в електричній мережі . літературні джерела [2], дистанційний курс «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання» ,	6
5	Проектування нечіткої системи визначення загального спрацьованого ресурсу повітряних і елегазових високовольтних вимикачів . Нейромережеве налаштування параметрів функцій належності . літературні джерела [5,8], дистанційний курс «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання» ,	4
6	Формування структури нечіткої моделі оцінки спрацьованого ресурсу повітряної лінії . Експертне оцінювання параметрів вхідних і вихідних лінгвістичних змінних . База знань нечіткої моделі визначення спрацьованого ресурсу повітряних ліній 110Кв і вище. літературні джерела [5,10,13], дистанційний курс «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання» ,	4
7	Побудова нечіткої математичної моделі оцінки ТС асинхронних двигунів (АД) власних потреб . Експертне оцінювання параметрів вхідних і вихідних лінгвістичних змінних . Формування нечіткого логічного висновку щодо ТС АД повузловим агрегуванням висновків . База знань нечіткої моделі оцінки ТС АД . літературні джерела [5,7], дистанційний курс «Інтелектуальні методи оцінки технічного стану і ресурсу працездатності електрообладнання» ,лекція	4

Вибір теми РГР

Тема РГР формується на першому занятті лектором та студентом так, щоб вона максимально наближалася до теми дисертаційного дослідження студента та дозволила висвітлити сучасний стан технологій діагностування технічного стану і визначення ресурсу електрообладнання енергосистем. Студент обирає методи оцінки технічного стану і прийняття рішень щодо стратегії експлуатації об'єкта відповідно до теми дисертаційної роботи.

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 від 01.10.2020 ПРО ЗАТВЕРДЖЕННЯ ПОЛОЖЕННЯ ПРО ВИЗНАННЯ В КПІ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ, НАБУТИХ У НЕФОРМАЛЬНІЙ/ІНФОРМАЛЬНІЙ ОСВІТІ

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою відновлюваних джерел енергії ФЕА(протокол № від 30.06.2020 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № __ від _____)

¹Методичною радою університету—для загальноуніверситетських дисциплін.