

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра електротехніки, електромеханіки та електротехнологій

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

професор Каплун В.В.

" " 2023 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри електротехніки,
електромеханіки та електротехнологій
Протокол № 12 від 29 травня 2023 р.

В.О. Зав. кафедри

доцент Окушко О.В.

РОЗГЛЯНУТО

Гарант ОП «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
професор Кривонос В.Є.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Поліфункціональні електромеханічні перетворювачі технологічного
призначення**

Рівень вищої освіти Другий (магістерський)
Галузь знань 14 – Електрична інженерія
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Програма підготовки освітньо-наукова
ННІ енергетики, автоматики та енергозбереження
Розробник: д.т.н., професор Заблудський М.М.

Київ – 2023

1. Опис навчальної дисципліни

Поліфункціональні електромеханічні перетворювачі технологічного призначення

(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Галузь знань	14 – Електрична інженерія	
Спеціальність	141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Освітньо-кваліфікаційний рівень	Магістр	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Магістерська програма - «Науково-технічні засади електромеханічного перетворення енергії», Програма підготовки освітньо-наукова	
Загальна кількість годин	105	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	другий	
Семестр	третій	
Лекційні заняття	10 год.	
Практичні, семінарські заняття	20 год.	
Лабораторні заняття	–	
Самостійна робота	75 год.	
Індивідуальні завдання	_____ год.	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента –	3 год. 5 год.	

2. Мета і задачі дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Поліфункціональні електромеханічні перетворювачі технологічного призначення» є:

– формування системи знань з конструкції, теорії та принципу дії поліфункціональних електромеханічних перетворювачів технологічного

призначення (ПЕМП ТП) . Вивчення характеристик різних типів ПЕМП ТП та областей їх застосування, фізичних закономірностей, які лежать в основі принципу дії електромеханічних перетворювачів енергії, методів їх моделювання та розрахунків. Застосування отриманих знань у процесі формування магістра з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;

– підготовка студентів до якісного освоєння теорії і практики електромеханічних перетворювачів, їх критичного аналізу з позицій сучасних вимог до енергоефективності та екологічної чистоти технологічних процесів в різних галузях економіки.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- конструкцію, принцип дії, теорію, основні фізичні процеси; робочі, механічні та техніко-економічні характеристики, методи випробувань ПЕМП ТП ;
- області застосування ПЕМП ТП і тенденції їх розвитку;
- методи моделювання ПЕМП ТП ;
- основні методи та засоби підвищення ККД та коефіцієнта потужності;

- . вміти:

- застосовувати свої знання на практиці для правильної експлуатації і ремонту ПЕМП ТП;
- оволодіти методикою моделювання, лабораторних досліджень ПЕМП ТП та методами аналізу результатів дослідів.

Набуття компетентностей:

- **Інтегральна компетентність (ІК):** Здатність розв'язувати складні проблеми і задачі під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.
- **Фахові (спеціальні) компетентності (ФК):** ФК1. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науковотехнічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. ФК2. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Програмні результати навчання (ПРН):

- ПРН6. Реконструювати існуючі електричні мережі, станції та підстанції, електротехнічні і електромеханічні комплекси та системи з метою підвищення їх надійності, ефективності експлуатації та продовження ресурсу.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Принципи створення та основи теорії поліфункціональних електромеханічних перетворювачів енергії

Тема лекційного заняття 1. Принципи створення поліфункціональних електромеханічних перетворювачів енергії.

Принципи структурної і функціональної інтеграції. Принципи інтеграції теплових процесів. Принципи саморегуляції при розділенні на складові корисної потужності.

Тема лекційного заняття 2. Основи теорії поліфункціональних електромеханічних перетворювачів енергії

Комплексна математична модель взаємопов'язаних електромагнітних, теплових і гідродинамічних процесів у поліфункціональному електромеханічному перетворювачі.

Тема лекційного заняття 3. Методологія об'єктно-орієнтованого проектування електромеханічних перетворювачів енергії технологічного призначення

Принципи і методологія об'єктно-орієнтованого проектування електромеханічних перетворювачів енергії. Проектний синтез і оптимізація параметрів електромеханічних перетворювачів енергії технологічного призначення .

Змістовий модуль 2. Енергетичні процеси взаємодії поліфункціонального електромеханічного перетворювача з навантажувально- охолоджуючим середовищем.

Тема лекційного заняття 4. Шнекові електромеханічні перетворювачі
Теоретичні основи процесів руху навантажувально- охолоджуючого середовища у шнековому електромеханічному перетворювачі. Процес транспортування і нагріву в'язких і пластичних матеріалів.

Тема лекційного заняття 5. Заглибні електротепломеханічні перетворювачі.

Асинхронні двигуни з перфорованим ротором для систем автономного теплопостачання. Дослідження електромагнітних і теплових процесів в асинхронному двигуну з порожнистим перфорованим ротором. Особливості проектних розрахунків і прикладні аспекти заглибних поліфункціональних електромеханічного перетворювачів для біогазових реакторів.

4. Структура навчальної дисципліни

	Кількість годин
--	-----------------

Назви змістових модулів і тем	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Принципи створення та основи теорії поліфункціональних електромеханічних перетворювачів енергії												
Тема 1 Принципи створення поліфункціональних електромеханічних перетворювачів енергії.		2	4			15						
Тема 2. Основи теорії поліфункціональних електромеханічних перетворювачів енергії		2	4			15						
Тема3. Методологія об'єктно-орієнтованого проектування електромеханічних перетворювачів енергії технологічного призначення		2	4			15						
Разом за змістовим модулем 1	63	6	12			45						
Змістовий модуль 2. Енергетичні процеси взаємодії поліфункціонального електромеханічного перетворювача з навантажувально- охолоджуючим середовищем.												
Тема 4. Шнекові електромеханічні перетворювачі		2	4			15						
Тема 5. Заглибні електротепломеханічні перетворювачі.		2	4			15						
Разом за змістовим модулем2	42	4	8			30						
Усього годин	105	10	20			75						

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Вивчення методики лабораторних досліджень енергоефективності поліфункціональних електромеханічних перетворювачів енергії	4
2.	Об'єктно-орієнтоване проектування на платформі NETBEANS	4
3.	MATLAB/SIMULINK у пост-моделюванні ПЕМП ТП	4
4.	Польові розрахунки в програмних продуктах Comsol Multiphysics та ANSOFT MAXWELL	4
5.	Вивчення принципу роботи і функцій шнекового поліфункціонального електромеханічного перетворювача	4

6.Теми самостійної роботи

№	Назва теми	Кількість
---	------------	-----------

з/п		годин
1	Структура САПР, модулі оптимізації розрахунку	15
2	Розподіл активної потужності поліфункціональних електромеханічних перетворювачів	15
3	Структурні схеми моделі АД в Simulink.	15
4	Технічне забезпечення систем автоматизованого проектування	15
5	Застосування модифікованого критерія наведених витрат при розробці ПЕМП ТП	15
	Разом	75

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

Контрольні питання

1. Охарактеризуйте методи, технічні рішення і засоби підвищення енергоефективності електричних машин
2. Основні завдання оптимального проектування.
3. Методи пошуку оптимального рішення, виконати їх порівняльний аналіз
4. Структура САПР, модулі оптимізації розрахунку.
5. Варійовані параметри у блоках статичної і динамічної моделі при проектуванні поліфункціональних електромеханічних перетворювачів технологічного призначення .
6. Обмеження, що накладаються на область проектних рішень. Чи завжди обмеження є однозначними?
7. Поняття критеріїв оптимальності. Чи можливо отримати варіант розрахунку, що задовольняє усім критеріям оптимальності?
8. Охарактеризуйте принципи створення поліфункціональних електромеханічних перетворювачів технологічного призначення.
9. Як пов'язані принципи теплової інтеграції з поняттям «пінч» ?
10. Надайте розподіл активної потужності поліфункціональних електромеханічних перетворювачів (ПЕМП) у тривалому режимі « стоянки під струмом».
11. Внутрішня ємнісна компенсація реактивної потужності асинхронних двигунів
12. Структурні схеми моделі АД в Simulink. Поясніть принцип побудови таких схем по диференціальних рівняннях.
13. Які показники є критеріями оптимальності в динамічних режимах роботи ПЕМП?
14. Які особливості проектування і моделювання можна підкреслити для поліфункціональних електромеханічних перетворювачів (ПЕМП) заглибного типу?

15. Технічне забезпечення систем автоматизованого проектування (САПР)
16. Які функціональні обмеження враховуються в процесі пошуку оптимального варіанту враховуються функціональні обмеження?
17. Як в Simulink побудувати статичну механічну характеристику ПЕМП ?
18. Застосування модифікованого критерія наведених витрат при розробці ПЕМП
19. Моделювання динамічного режиму асинхронного двигуна
20. Сутність розробки ПЕМП з суміщеними обмотками
21. Охарактеризуйте основні складові ланцюгово-польової ММ поліфункціональних електромеханічних перетворювачів.
22. Проаналізувати формулу $n = \frac{60f}{p}$ з точки зору економічних можливостей.
23. Який з відомих способів керування частотою обертання ПЕМП є найбільш економічно вигідним і чому?
24. Теоретичні основи процесів руху навантажувально- охолоджуючого середовища у шнековому електромеханічному перетворювачі.
25. Процес транспортування і нагріву в'язких і пластичних матеріалів.
26. Асинхронні двигуни з перфорованим ротором для систем автономного теплопостачання.
27. Дослідження електромагнітних і теплових процесів в асинхронному двигуну з порожнистим перфорованим ротором.
28. Особливості проектних розрахунків заглибних поліфункціональних електромеханічного перетворювачів для біогазових реакторів.
29. Прикладні аспекти ПЕМП при застосуванні в гідролізері.
30. Розрахунок параметрів масивного зовнішнього ротора ПЕМП.
31. Комплексна математична модель взаємопов'язаних процесів у поліфункціональному електромеханічному перетворювачі.
32. Побудова математичної моделі електромагнітних процесів у поліфункціональному електромеханічному перетворювачі.
33. Побудова математичної моделі теплових процесів у поліфункціональному електромеханічному перетворювачі.
34. Побудова математичної моделі механічних процесів поліфункціонального електромеханічного перетворювача.
35. Побудова математичної моделі гідродинамічних процесів поліфункціонального електромеханічного перетворювача.
36. Експериментальна оцінка магнітного поля в робочих зонах ПЕМП.
37. Системи управління режимами роботи ПЕМП.
38. Застосування ПЕМП в установках конверсії біомаси у паливо.
39. Застосування ПЕМП в установках конверсії біомаси у добрива.

40. Застосування ПЕМП в установках конверсії біомаси у паливні брикети.

Тести

1. Перехід до застосування ПЕМП дозволяє (вказати неправильну відповідь):

- а) підвищити ККД двигуна на 1-10%;
- б) підвищити надійність його роботи;
- в) знизити його вартість

2. Як зміняться втрати асинхронного двигуна, що працював від звичайної мережі, при підключенні його до тиристорного перетворювача частоти:

- а) не зміняться;
- б) підвищуються ;
- в) зменшуються

3. Використання ПЕМП зі суміщеними обмотками дозволяє:

- а) поліпшити механічні характеристики
- б) досягти більш високих енергетичних показників
- в) знизити масу обмоток

4. Споживання меншого обсягу енергії на виконання одного й того ж обсягу робіт, наприклад, виробництва будь-якої продукції – це...

- а) енергоефективність
- б) енергоємність
- в) енергозабезпечення

5. Якщо трифазну обмотку споживача, з'єднану "зіркою", перемкнути і з'єднати "трикутником", активна потужність дорівнюватиме ...

а) $\frac{P_{\Delta}}{P_Y} = 3$

б) $\frac{P_{\Delta}}{P_Y} = \sqrt{3}$

в) $\frac{P_{\Delta}}{P_Y} = 3,3$

6. Перехід до застосування енергоефективних двигунів дозволяє(вказати неправильну відповідь):

- а) зменшити час простоїв і витрати на технічне обслуговування;
- б) підвищити стійкість двигуна до теплових навантажень;
- в) зменшити маси активних матеріалів – міді й стали;

7. Коефіцієнт корисної дії двигунів максимальний, коли змінні втрати ...

- а) більші за постійні

- б) менші за постійні
- в) рівні постійним

8. Використання енергоефективних двигунів з суміщеними обмотками дозволяє:

- а) створювати регульований енергозберігаючий привод з унікальними характеристиками
- б) досягти більш високих енергетичних показників
- в) знизити ціну

9. На яких електростанціях в Україні виробляється найбільше електроенергії?

- а) теплових електростанціях (ТЕС)
- б) гідроелектростанціях (ГЕС)
- в) вітрових електростанціях (ВЕС)

10. Зазор між статором і ротором ПЕМП впливає на величину ...

- а) втрат на вихрові струми
- б) втрат на гістерезис
- в) коефіцієнта потужності

11. Перехід до застосування енергоефективних двигунів дозволяє(вказати неправильну відповідь):

- а) уникнути необхідності збільшення встановленої потужності електроустаткування
- б) збільшити ковзання
- в) знизити викиди шкідливих речовин в атмосферу.

22. Параметри, що впливають на динамічні властивості електричної машини:

- а) клас нагрівостійкості ізоляції;
- б) активні і індуктивні опори обмотки ротора;
- в) момент інерції частин машини, що обертаються.

13. На відміну від стандартних, ПЕМП з суміщеними обмотками мають:

- а) високий рівень шумів і вібрацій
- б) мають ККД і коефіцієнт потужності близький до номінального в широкому діапазоні навантажень.
- в) більш високу кратність моментів

14. Доповніть твердження, записавши пропущені слова.

Енергозбереження – це _____ (організаційна, наукова, практична, правова), що спрямована на раціональне використання та економну трату первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів у народному господарстві і котра реалізується за допомогою економічних та правових _____ .

15. Мінімальний радіальний зазор між ротором і статором дає можливість ...

- а) зменшити пусковий струм
- б) підвищити коефіцієнт потужності
- в) зменшити габарити машин

16. Перехід до застосування енергоефективних двигунів дозволяє(вказати неправильну відповідь):

- а) підвищити стійкість двигуна до різних порушень експлуатаційних умов: зниженій і підвищеній напрузі, викривленню форми хвиль (гармонікам), незбалансованості фаз і т.д.;
- б) зменшити величину пускового струму
- в) збільшити коефіцієнт потужності;

17. Параметри, що впливають на динамічні властивості електричної машини:

- а) активні і індуктивні опори обмотки статора;
- б) величина повітряного зазора;
- в) марка електротехнічної сталі.

18. На відміну від стандартних, двигуни з суміщеними обмотками мають:

- а) низький рівень шумів і вібрацій
- б) більш високу кратність моментів
- в) низький ККД

19. Напрямами зменшення втрат при споживанні електричної енергії є:

- а) використання споживачів електричної енергії з низьким значенням коефіцієнта потужності;
- б) рівномірний розподіл навантаження між фазами трьохфазної мережі;
- в) використання стабілізаторів напруги.

20. Радіальний зазор між ротором і статором залежить від ...

- а) величини напруги
- б) габаритів машини
- в) потужності

21. Виберіть правильну відповідь із запропонованих. Повна компенсація реактивної потужності в силових електричних колах:

- а) бажана, оскільки при цьому величина коефіцієнта потужності досягає одиниці ($\cos\varphi$ може дорівнюватися одиниці);
- б) практично неможлива;
- в) економічно недоцільна.

22. Параметри, що впливають на динамічні властивості електричної машини:

- а) магнітна індукція в зазорі;
- б) активні і індуктивні опори обмотки ротора;

в) момент інерції частин машини, що обертаються.

23. Суміщені обмотки дозволяють:

- а) зменшити рівень магнітної індукції полів від непарних гармонік,
- б) виконувати двигуни для роботи на більш високі частоти живлячої напруги при використанні сталей, розрахованих для роботи на частоті 50 Гц.
- в) зробити форму поля в робочому зазорі двигуна несінусоїдальною

24. Втрати потужності в магнітопроводі складаються із втрат ...

- а) на гістерезис і вихрові струми
- б) на вихрові струми і розсіювання магнітної енергії
- в) на розсіювання магнітної енергії і гістерезис

25. Номінальна потужність ПЕМП визначається ...

- а) характером навантаження
- б) гранично припустимим тривалим номінальним струмом
- в) величиною коефіцієнта корисної дії

26. Виберіть правильну відповідь із запропонованих. Повна компенсація реактивної потужності в силових електричних колах:

- а) бажана, оскільки при цьому величина коефіцієнта потужності досягає одиниці ($\cos\varphi$ може дорівнюватися одиниці);
- б) практично неможлива;
- в) економічно недоцільна.

27. Ознаки оптимального проектування електричних машин стохастичними (випадковими) методами(вказати неправильну відповідь):

- а) напрям руху в цих методах вибирається випадково.
- б) рух до отримання екстремуму ведеться в декількох напрямках
- в) наступна ітерація починається після отримання екстремуму в одному напрямку .

28. Які схеми з'єднання запроваджені у суміщених обмотках?

- а) зірка
- б) зігзаг
- в) трикутник

29. Причиною втрати енергії на гістерезис є ...

- а) перевантаження електричної мережі
- б) зміна змінних магнітних потоків у магнітопроводах
- в) зміна режиму роботи електроспоживачів

30. Щоб коефіцієнт потужності ПЕМП у нормальному режимі був високим, величина ковзання повинна бути ...

- а) максимальна $s = 100\%$
- б) середня $s = 50\%$
- в) мала $s = 5\%$

31. Виберіть правильну відповідь із запропонованих. Повна компенсація реактивної потужності в силових електричних колах:

- а) бажана, оскільки при цьому величина коефіцієнта потужності досягає одиниці ($\cos\varphi$ може дорівнюватися одиниці);
- б) практично неможлива;
- в) економічно недоцільна.

32. Коли доцільно використовувати метод обходу вузлових точок n -мірного простору

- а) коли кількість фізичних розмірів машини, що підлягають вибору, відносно невелика
- б) пошуку підлягають усі розміри машини
- в) виходячи з додаткових вимог, наприклад з вимог уніфікації.

33. Основною причиною низьких значень коефіцієнта корисної дії і коефіцієнта потужності АД потужністю до 10 кВт є:

- а) наявність немагнітного повітряного проміжку між статором і ротором
- б) особливості конструкції феромагнітних осердь з просторово розподіленими в їх пазах обмотками з непродуктивними лобовими частинами
- в) перетворення реактивної енергії в інші види енергії

34. Потужність втрат на вихрові струми в сталі залежить від ...

- а) марки, сорту сталі і товщини її листів, максимальної індукції і частоти змінного струму
- б) питомого електричного опору, величини індукції і об'єму магнітопроводу
- в) питомого електричного опору, числа циклів зміни магнітної індукції і величини перевантаження магнітопроводу

35. Виберіть правильну відповідь із запропонованих. Повна компенсація реактивної потужності в силових електричних колах:

- а) бажана, оскільки при цьому величина коефіцієнта потужності досягає одиниці ($\cos\varphi$ може дорівнюватися одиниці);
- б) практично неможлива;
- в) економічно недоцільна.

36. Високий ККД енергоефективних двигунів досягається за рахунок (вказати неправильну відповідь) :

- а) використання міді замість алюмінію як матеріалу обмоток ротора
- б) зменшення повітряного зазору між ротором і статором за допомогою високоточного технологічного встаткування;
- в) частих пусків

37. Обставини, які не враховуються у модифікованому критерію при оптимальному проектуванні:

- а) коефіцієнти інфляції
- б) пріоритет експлуатаційних витрат над капітальними
- в) зміна керівника проектної групи

38. При застосуванні компенсувального пристрою у вигляді батареї електричних конденсаторів:

- а) споживач частково або повністю забезпечується необхідною йому реактивною енергією.
- б) всі вигоди від компенсації реактивної потужності достаються електричній системі
- в) При обміні реактивною енергією між споживачем і конденсатором частково або повністю звільняються всі елементи споживача від її перетікань.

39. Втрати на вихрові струми перевищують втрати на гістерезис ...

- а) на промислових частотах 50–400 Гц
- б) на високих частотах
- в) на низьких частотах

40. Критеріями отримання оптимального рішення при моделюванні електричної машини в динамічному режимі служать:

- а) максимум миттєвого значення електромагнітного моменту;
- б) максимум миттєвого значення коефіцієнта потужності;
- в) струм холостого ходу електричної машини

41. Високий ККД енергоефективних двигунів досягається за рахунок (вказати неправильну відповідь):

- а) оптимізації зубцево-пазової зони магнітопроводів і конструкції обмоток;
- б) зменшення моменту інерції ротора
- в) застосування підшипників високої якості;

42. При збільшенні мас активних матеріалів, що закладаються у ПЕМП:

- а) зменшуються електромагнітні навантаження
- б) зменшується надійність
- в) зростає міжремонтний термін його експлуатації

8. Методи навчання

Під час вивчення дисципліни мають застосовуватися методи пізнання: аналітичний, синтетичний, індуктивний, дедуктивний, а також методи самостійної розумової діяльності: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

9. Форми контролю

Поточний контроль знань після вивчення змістових модулів дисципліни передбачено здійснювати шляхом написання студентами тестів, а формами підсумкового контролю є іспит.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль				Рейтинг з навчальної роботи $R_{НР}$	Рейтинг з додаткової роботи $R_{ДР}$	Рейтинг штрафний $R_{ШТР}$	Підсумкова атестація (екзамени чи залік)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3	Змістовий модуль 4					
0-100	0-100	0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

Примітки. 1. Відповідно до «Положення про кредитно-модульну систему навчання в НУБіП України», затвердженого ректором університету 03.04.2009 р., рейтинг студента з навчальної роботи $R_{НР}$ стосовно вивчення певної дисципліни визначається за формулою

$$R_{НР} = \frac{0,7 \cdot (R^{(1)}_{ЗМ} + \dots + R^{(n)}_{ЗМ})}{n} + R_{ДР} - R_{ШТР}$$

n

де $R^{(1)}_{ЗМ}, \dots, R^{(n)}_{ЗМ}$ – рейтингові оцінки змістових модулів за 100-бальною шкалою;

n – кількість змістових модулів;

$K^{(1)}_{ЗМ}, \dots, K^{(n)}_{ЗМ}$ – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для відповідного змістового модуля;

$K_{ДИС} = K^{(1)}_{ЗМ} + \dots + K^{(n)}_{ЗМ}$ – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для дисципліни у поточному семестрі;

$R_{ДР}$ – рейтинг з додаткової роботи;

$R_{ШТР}$ – рейтинг штрафний.

Наведену формулу можна спростити, якщо прийняти $K^{(1)}_{ЗМ} = \dots = K^{(n)}_{ЗМ}$. Тоді вона буде мати вигляд

$$R_{НР} = \frac{0,7 \cdot (R^{(1)}_{ЗМ} + \dots + R^{(n)}_{ЗМ})}{n} + R_{ДР} - R_{ШТР}$$

n

Рейтинг з додаткової роботи $R_{ДР}$ додається до $R_{НР}$ і не може перевищувати 20 балів. Він визначається лектором і надається студентам рішенням кафедри виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня знань студентів з дисципліни.

Рейтинг штрафний $R_{ШТР}$ не перевищує 5 балів і віднімається від $R_{НР}$. Він визначається лектором і вводиться рішенням кафедри для студентів, які матеріал змістового модуля засвоїли невчасно, не дотримувалися графіка роботи, пропускали заняття тощо.

2. Згідно із зазначеним Положенням **підготовка і захист курсового проекту (роботи)** оцінюється за 100 бальною шкалою і далі переводиться в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	

82-89	B	добре	зараховано
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13. Методичне забезпечення

1.Заблодський М.М. Поліфункціональні електромеханічні перетворювачі технологічного призначення. Методичні вказівки до виконання практичних завдань . К.: НУБ і П, 2022.- 70с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Заблодський М.М.. Електричні поліфункціональні агрегати в технологіях переробки дисперсних речовин: Монографія / М.М. Заблодський, В.Є.Плюгін, В.Ю. Грицюк – К: ЦП Компринт ,2017.- 316с.
2. Заблодський М.М. Математичне моделювання електромагнітних пристроїв і електромеханічних перетворювачів енергії. Ч2.Моделювання та розрахунки теплових процесів: Навч. посіб. / М.М.Заблодський, Г.О.Мірських – К: ЦП Компринт ,2017.- 290с.
3. Заблодський М.М. Математичне моделювання електротермомеханічного обладнання обробки в'язких і сипких речовин:Монографія у двох книгах / М.М.Заблодський, Г.О.Мірських, В.Ю.Грицюк – К.: ФОП Ямчинський О.В., 2019.– 837с.
4. Заблодський М.М. Системи автоматизованого проектування електромеханічних пристроїв.Частина 2.: Навч. Посіб./ М.М.Заблодський, В.Є.Плюгін, Бур К.-Алчевськ: ДонДТУ,2014.-279с.

Допоміжна

1. Заблодський М.М. Асинхронні двигуни з перфорованим ротором для сис-тем автономного теплопостачання: Монографія/ М.М. Заблодський, В.Ю. Грицюк.- К.: ЦП «Компринт» , 2015.-224с.
2. Заблодский Н.Н.Полифункциональные электромеханические преобразователи технологического назначения: Монография.-Алчевск: ДонГТУ,2008.-295с.

15. Інформаційні ресурси

1. Студенти мають можливість отримати консультацію викладача в режимі Online.
2. У розпорядженні студента є лекційний курс у електронному вигляді, вільний доступ до мережі Internet.
3. Сторінка курсу в eLearn
<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=5286>