



українська інженерно-педагогічна академія

**факультет енергетики, енергозберігаючих технологій і автоматизації
енергетичних процесів**

кафедра фізики, електротехніки та електроенергетики

Електричні машини і апарати

(силабус курсу)

Харків 2020

Кафедра	Кафедра фізики електротехніки та електроенергетики Department of Physics, electrical engineering and power engineering http://peeuepa.mozello.com/
Назва навчальної дисципліни	Електричні машини і апарати Electric machines and apparatus Навчальна дисципліна ведеться українською мовою
Рівень вищої освіти	Бакалавр
Викладач (-і)	1. к.т.н., доц Артем Чернюк (лекційні, практичні та лабораторні заняття, консультування курсового проектування) http://peeuepa.mozello.com/sklad-kafedri/zav-kafedroju-chernjuk-am/ http://peeuepa.mozello.com/sklad-kafedri/zav-kafedroju-chernjuk-am/ контактний телефон: 0661843000; електронна пошта: archer.uipa@gmail.com 2. ст. викладач Ігор Кирисов (практичні та лабораторні заняття, консультування курсового проектування) http://peeuepa.mozello.com/sklad-kafedri/kirisov-g/ контактний телефон: 0505430475; електронна пошта: kirisovuipa1980@gmail.com
Сторінка дисципліни в системі дистанційної освіти УІПА	http://do.uipa.edu.ua/ в стані розробки та наповнення
Консультації	Зазначається формат, розклад і місце проведення консультацій Очні консультації: Артем Чернюк щочетверга 16 ⁰⁰ -17 ⁰⁰ в ауд. 8/1 Он лайн- консультації: Усі запитання можна надсилати на електронну пошту Артема Чернюка та Ігоря Кирисова вказану в цьому силабусі.

1. Коротка анотація до курсу

Електричні машини і апарати є основою сучасних електроенергетичних систем. Вони є основою генерації електричної енергії, її перетворення та споживання, а без електричних апаратів неможливо здійснювати управління системами електропостачання та їх захист в нормальних та позаштатних режимах роботи цих складних технологічних систем. Тому навчальний курс «Електричні машини і апарати» є базовим курсом в системі підготовки фахівців в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Оволодіння матеріалом курсу дозволить:

- мати здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів
- знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності
- мати здатність здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах
- мати здатність обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками
- уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

2. Мета та завдання курсу

Мета курсу: сформувати у здобувача вищої освіти знання та практичні вміння з проектування та експлуатації електричних машин і апаратів і синтезу електромеханічних систем на їх базі.

Завдання курсу:

- сформувати у здобувача вищої освіти знання з призначення, конструкції та принципу дії електричних машин і апаратів;

- сформувати у здобувача вищої освіти знання з нормальних та позаштатних режимів роботи електричних машин і апаратів;
- сформувати у здобувача вищої освіти практичні уміння проектування електричних машин і апаратів та електромеханічних систем на їх основі в тому числі за допомогою систем автоматизованого проектування та розрахунків (САПР);
- сформувати у здобувача вищої освіти уміння аналізувати, проектувати та налагоджувати режими роботи електричних машин і апаратів з метою забезпечення їх надійної та енергоефективної роботи в нормальних та позаштатних режимах роботи
- сформувати у здобувача вищої освіти здатність синтезувати електромеханічні системи на базі електричних машин і апаратів

3. Формат навчальної дисципліни

Змішаний (blended) (очний з підтримкою навчального процесу ресурсами дистанційної освіти).

4. Результати навчання –

Очікувані результати навчання (ПР)	Складові результатів навчання
ПР03. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.	ПР 03.1: знати конструкції та принципи роботи електричних машин постійного та змінного струму; ПР 03.2: розуміти фізичні процеси, які відбуваються при роботі електричних машин постійного та змінного струму; ПР 03.3: знати конструкції та принципи роботи високовольтних та низьковольтних електричних апаратів; ПР 03.4: уміти використовувати знання з принципу дії електричних машин і апаратів у професійній діяльності; ПР 03.5: уміти здійснювати вибір, та подальшу експлуатацію електричних машин і апаратів в умовах виробництва.

Очікувані результати навчання (ПР)	Складові результатів навчання
ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах	ПР 07. 1: уміти аналізувати робочі режими роботи електричних машин і апаратів; ПР07. 2: уміти аналізувати позаштатні режими роботи електричних машин і апаратів; ПР 07. 3: уміти, на підставі аналізу робочих та позаштатних режимів роботи електричних машин і апаратів, приймати обґрунтовані рішення та здійснювати відповідні дії професійного характеру; ПР 07. 4: знати характерні діагностичні ознаки нормальних та позаштатних режимів роботи електричних машин і апаратів та вміти проводити відповідні аналітичні дослідження; ПР 07. 5: уміти моделювати процеси в електричних машинах і апаратах в тому числі з використанням систем автоматизованого проектування та розрахунків (САПР).
ПР08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками	ПР 08. 1: знати методи та методики аналізу процесів в електричних машинах і апаратах та інших електромеханічних перетворювачах енергії; ПР 08 02: знати види і методи синтезу електромеханічних систем перетворення видів енергії; ПР 08 03: уміти застосовувати методи аналізу відповідно до конкретного виду електромеханічних систем на базі електричних машин і апаратів та конкретних виробничих випадків; ПР 08 04: уміти синтезувати складні електромеханічні системи за бази елементної бази електричних машин і апаратів в тому числі з допомогою систем автоматизованого проектування та розрахунків (САПР).
ПР09 Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи	ПР 09. 1: знати показники енергетичної ефективності роботи електричних машин і апаратів; ПР 09. 2: уміти проектувати та налагоджувати відповідні

Очікувані результати навчання (ПР)	Складові результатів навчання
енергоенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем	енергоефективні режими роботи електричних машин і апаратів; ПР 09. 3: уміти проводити поточну оцінку роботи енергоефективності роботи електричних машин і апаратів, визначати втрати енергії в нормальних та позаштатних режимах роботи.

5. Обсяг курсу

Види навчальних занять	Кількість годин (кредитів)	Форми поточного та підсумкового контролю
Лекції	28	<i>Опитування, тематичні тестові контрольні роботи</i>
Практичні заняття	12	<i>Результати виконання практичних розрахункових завдань</i>
Лабораторні заняття	20	<i>Захист результатів лабораторних досліджень</i>
Самостійна робота	120	<i>Курсовий проект</i>
Всього	180 (6 кредитів)	Підсумковий контроль: Екзамен, Курсовий проект

6. Ознаки навчальної дисципліни:

Навчальний рік	Курс (рік навчання)	Семестр	Спеціальність (спеціалізація), освітня програма (за необхідністю)	Нормативна / вибіркова
2020/2021	2	4 (весна)	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка 144 Теплоенергетика 151 Автоматизація і комп'ютерно - інтегровані технології	(Н)

7. Пререквізити – засвоєння навчального матеріалу таких дисциплін:

- Вища математика
- Фізика
- Електротехніка, вимірювання та метрологічне забезпечення

8. Постреквізити – результати навчання в подальшому використовуються у засвоєнні таких дисциплін як:

- Електрична частина станцій і підстанцій
- Монтаж, ремонт і діагностика електрообладнання
- Автоматизація енергосистем та автоматизований електропривод
- Електропостачання
- Експлуатація та подовження ресурсу електрообладнання
- Релейний захист та автоматизація енергосистем
- Перехідні процеси в енергосистемах

- Розрахунок параметрів перехідних процесів енергосистем

9. Технічне й програмне забезпечення та/або обладнання – лабораторне обладнання лабораторії електричних машин і апаратів 8/1, лабораторні стенди «Дослідження характеристик силових трансформаторів», «Дослідження характеристик машин постійного струму», «Дослідження синхронних машин», «Дослідження асинхронних машин», «Дослідження високовольтних вимикачів та низьковольтних апаратів», прикладне програмне забезпечення з розрахунку та проектування електромеханічних системг.

10. Політики курсу

Політика курсу будується на засадах академічної доброчесності

<https://mon.gov.ua/storage/app/media/npa/5a1fe9d9b7112.pdf>

<https://drive.google.com/file/d/1fyh2uMJczxJ8shq9LYB9Rhs2TFsbT9bF/view>

та у відповідності зі основними напрямками стратегії розвитку академії

<http://www.uipa.edu.ua/ua/general-information/stratehiia-rozvytku-uipa>

Курс «Електричні машини і апарати» викладається на засадах методу наукового пізнання, що обумовлює отримання даних за допомогою спостережень і експериментів. Для пояснення спостережуваних фактів висуваються гіпотези і будуються теорії, на підставі яких в свою чергу будується модель досліджуваного об'єкта. Важливою стороною наукового методу, є вимога об'єктивності, який виключає суб'єктивне тлумачення результатів. Тому в процесі вивчення курсу обов'язково засвоєння всього обсягу навчального матеріалу, розуміння причинно-наслідкових зав'язків та відпрацювання лабораторного практикуму.

Якщо хоча б один змістовний модуль не засвоєний, курс не може вважатися засвоєним

11. Календарно-тематичний план (схема) навчальної дисципліни

Навчальні заняття вказуються в структурно-логічній послідовності, тобто так, як викладач бажає бачити послідовність у розкладі занять.

Форму таблиці можна ускладнювати (додавати стовпчики – матеріали, література і т.д. і т.п.).

№ тижня	Вид і номер занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	К-ть годин
		Змістовний модуль 1	
1	Лекція 1	Вступ. Загальна характеристика та завдання курсу. Галузь застосування та класифікація електричних машин і апаратів	2
	Лекція 2	Принцип дії та основні співвідношення трансформаторів. Режими роботи трансформаторів та їх характеристики	2
	Лекція 3	Групи з'єднань обмоток трансформаторів. Паралельна робота трансформаторів	2
	Практичне заняття 1	Визначення техніко-економічних діапазонів паралельної роботи силових трансформаторів	2
	Лабораторна робота 1	Дослідження характеристик силових трансформаторів. Групи з'єднання трансформаторів	4
	Самостійна робота	Опрацювання матеріалу лекцій, оформлення звіту з лабораторної роботи та його захист, виконання розрахункової роботи відповідної до завдань практичний занять	24
		Всього за змістовий модуль 1 – 36 год. (лекцій – 6 год., ПЗ – 2 год., ЛР – 4 год., СР – 24 год.)	36
		Змістовний модуль 2	
2	Лекція 4	Принцип дії машин постійного струму. Магнітний ланцюг машин постійного струму	2
	Лекція 5	Реакція якоря. Комутація машин постійного струму	2
	Лекція 6	Схеми збудження машин постійного струму. Робочі характеристики машин постійного струму. Регулювання частоти обертання.	2
	Самостійна робота	Опрацювання матеріалу лекцій	12
3	Практичне	Розрахунок магнітного ланцюга машини постійного струму.	2

	заняття 2		
	Лабораторна робота 2	Дослідження характеристик машин постійного струму.	4
	Самостійна робота	Оформлення звіту з лабораторної робота та його захист, виконання розрахункової роботи відповідної до завдань практичний заняття	12
		Всього за змістовий модуль 2 – 36 год. (лекцій – 6 год., ПЗ – 2 год., ЛР – 4 год., СР – 24 год.)	
4		Змістовний модуль 3	
	Лекція 7	Галузь використання та принцип дії синхронних машин	2
	Лекція 8	Схеми збудження синхронних машин	2
	Лекція 9	Робочі характеристики синхронних машин	2
	Самостійна робота	Опрацювання матеріалу лекцій	12
5	Практичне заняття 3	Розрахунок характеристик синхронних машин	2
	Лабораторна робота 3	Дослідження характеристик синхронних машин	4
	Самостійна робота	Оформлення звіту з лабораторної робота та його захист, виконання розрахункової роботи відповідної до завдань практичний заняття	12
		Всього за змістовий модуль 3 – 36 год. (лекцій – 6 год., ПЗ – 2 год., ЛР – 4 год., СР – 24 год.)	
6		Змістовний модуль 4	
	Лекція 1	Галузь застосування та принцип дії асинхронних машин	2
	Лекція 2	Схема заміщення асинхронних машин та розрахунок їх параметрів	2
	Лекція 3	Робочі і пускові характеристики асинхронних машин	2
	Самостійна робота	Опрацювання матеріалу лекцій	12
7	Практичне заняття 4	Розрахунок частин асинхронного двигуна	2
	Лабораторна	Дослідження характеристик асинхронних машин	4

	робота 4		
	Самостійна робота	Оформлення звіту з лабораторної роботи та його захист, виконання розрахункової роботи відповідної до завдань практичний занять	12
		Всього за змістовий модуль 4 – 36 год. (лекцій – 6 год., ПЗ – 2 год., ЛР – 4 год., СР – 24 год.)	
		Змістовний модуль 5	
	Лекція 1	Галузь використання та класифікація електричних апаратів	2
	Лекція 2	Конструкція і принцип дії вимикачів різних типів	2
	Практичне заняття 5	Розрахунок параметрів ланцюга відмикання вимикача постійного струму	2
8	Лабораторна робота 5	Дослідження конструкції і характеристик високовольтних вимикачів	4
	Самостійна робота	Опрацювання матеріалу лекцій, оформлення звіту з лабораторної роботи та його захист, виконання розрахункової роботи відповідної до завдань практичний занять	24
		Всього за змістовий модуль 5 – 34 год. (лекцій – 4 год., ПЗ – 2 год., ЛР – 4 год., СР – 24 год.)	
Всього з навчальної дисципліни – 180 год. (лекцій – 28 год., ПЗ – 12 год., ЛР – 20 год., СР – 120 год.)			

12. Система оцінювання та вимоги

Загальна система оцінювання: Навчальна дисципліна оцінюється за 100-бальною шкалою. Робота здобувача впродовж семестру/екзамен (іспит) - 73/27

Шкала оцінювання з навчальної дисципліни

№	Види робіт здобувача	Оцінка
1.	Виконання розрахункових завдань відповідно до тематики практичних занять	0-30
2.	Відпрацювання і захист лабораторних робіт	0-30
3.	Складання тлумачного словника на англійській мові	0-13
4.	Екзамен	0-27
	Всього за навчальну дисципліну	0-100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Підсумкова оцінка	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою (екзамен)
90 – 100	A	відмінно
82 – 89	B	добре
74 – 81	C	
64 – 73	D	задовільно
60 – 63	E	
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Умови допуску до підсумкового контролю:

1) Відпрацювання та захист усіх лабораторних робіт

За результатами проведення лабораторних досліджень слід провести необхідні розрахунки та побудувати залежності, зробити висновки.

2) Виконання і захист усіх практичних занять

За результатами проведення практичних занять слід виконати індивідуальну розрахункову роботу відповідно завдання та захистити отримані результати.

3) Виконання і захист курсового проекту

За результатами опанування матеріалом курсу (теоретична частина, практична частина, лабораторний практикум) слід відповідно завдання виконати курсовий проект.

13. Завдання до екзамену

1. Сформулюйте принцип роботи силового трансформатора.
2. Перелічіть основні типи трансформаторів.
3. Охарактеризуйте системи охолодження силових трансформаторів.
4. Надайте визначення напрузі короткого замикання трансформатора.
5. Надайте визначення струму холостого ходу трансформатора.
6. Складіть план робіт з експериментального визначення напруги короткого замикання силового трансформатора.
7. Складіть план робіт з експериментального визначення струму холостого ходу силового трансформатора.
8. Доведіть неможливість паралельної роботи силових трансформаторів з різними групами з'єднання обмоток.
9. Надайте визначення процесу потокозчеплення полів первинної і вторинної обмотки трансформатора.
10. Сформулюйте принцип роботи машини постійного струму.
11. Визначте галузь застосування машин постійного струму.
12. Сформулюйте принцип дії машини постійного струму.
13. Перелічіть основні частини машини постійного струму, та вкажіть їх призначення та принцип роботи.
14. Наведіть розрахункові формули для розрахунку параметрів магнітного ланцюга машини постійного струму.
15. Дайте визначення поняттю реакція якоря машини постійного струму.
16. Вкажіть засоби поліпшення комутації на колекторі машини постійного струму.
17. Охарактеризуйте галузь застосування, переваги і недоліки можливих схем збудження машин постійного

струму.

18. Охарактеризуйте методи регулювання швидкості машин постійного струму різних схем збудження.
19. Наведіть типові робочі характеристики машин постійного струму. Надайте пояснення що до характеру наведених кривих.
20. Охарактеризуйте тяглові характеристики машини постійного струму.
21. Надайте класифікацію синхронних машин.
22. Визначте галузь використання синхронних машин.
23. Сформулюйте принцип роботи синхронної машини в режимі двигуна.
24. Сформулюйте принцип роботи синхронної машини в режимі генератора.
25. Охарактеризуйте переваги і недоліки систем збудження синхронних машин.
26. Наведіть типові робочі характеристики синхронних машин. Надайте пояснення що до характеру наведених кривих.
27. Охарактеризуйте схеми пуску синхронних машин.
28. Поясніть фізичний процес генерації – споживання реактивної складової електроенергії синхронними машинами.
29. Поясніть фізичний процес намагнічування синхронної машини.
30. Порівняйте конструкцію явнополюсних та неявнополюсних синхронних машин.
31. Наведіть галузь застосування та класифікацію асинхронних машин.
32. Сформулюйте принцип дії асинхронної машини в режимі двигуна.
33. Сформулюйте принцип дії асинхронної машини в режимі генератора.
34. Охарактеризуйте конструкцію асинхронних машин, та вкажіть призначення кожного елемента конструкції.
35. Вкажіть усі види втрат в електричних машинах, поясніть їх фізичний смисл.
36. Наведіть типові робочі характеристики асинхронних машин. Надайте пояснення що до характеру наведених кривих.
37. Вкажіть і поясніть способи пуску асинхронним машин.
38. Поясніть фізичний смисл поняття «ковзання» в асинхронних машинах. Поясніть як змінюється ковзання відповідно до режимів роботи машини.

39. Наведіть схему управління асинхронною машиною з можливістю її реверсивного пуску. Дайте пояснення принципу дії такої схеми.
40. Вкажіть способи управління швидкістю обертання асинхронних двигунів.
41. Наведіть класифікацію електричних апаратів.
42. Поясніть фізичний смисл процесу горіння електричної дуги в колах змінного струму.
43. Поясніть фізичний смисл процесу горіння електричної дуги в колах змінного струму.
44. Поясніть конструкцію та сформулюйте принцип дії масляного високовольтного вимикача.
45. Поясніть конструкцію та сформулюйте принцип дії вакуумного високовольтного вимикача.
46. Поясніть конструкцію та сформулюйте принцип дії електромагнітного високовольтного вимикача.
47. Поясніть конструкцію та сформулюйте принцип дії повітряного високовольтного вимикача.
48. Поясніть конструкцію та сформулюйте принцип дії елегазового високовольтного вимикача.
49. Поясніть конструкцію та сформулюйте принцип дії швидкодіючого високовольтного вимикача постійного струму.
50. Поясніть конструкцію та сформулюйте принцип дії низьковольтних автоматичних повітряних вимикачів.
51. Поясніть конструкцію та сформулюйте принцип дії низьковольтних та високовольтних запобіжників.
52. Наведіть векторні діаграми роботи силового трансформатора в режимі холостого ходу.
53. Наведіть векторні діаграми роботи силового трансформатора в режимі лабораторного короткого замикання.
54. Вкажіть умови вибору високовольтних вимикачів.
55. Вкажіть умови вибору низьковольтних вимикачів.
56. Поясніть конструкцію та принцип дії вимірювальних трансформаторів струму.
57. Поясніть конструкцію та принцип дії вимірювальних трансформаторів напруги.
58. Вкажіть переваги і недоліки високовольтних вакуумних вимикачів.
59. Наведіть можливі засоби програмної підтримки процесу розрахунків і проектування електричних машин і апаратів за допомогою прикладного програмного забезпечення.
60. Визначить адекватність існуючих програмних середовищ з проектування та розрахунків електричних машин і апаратів.

Основна (базова) література

1. Осташевський М. О. Електричні машини і трансформатори : навч. посібник / М. О. Осташевський, О. Ю. Юр'єва; за ред. В. І. Мілих. – Харків : ФОП Панов А. М., 2017. – 452 с.
2. М.А. Яцун Електричні машини. Львів. Видавництво Львівської політехніки. 2011р. 464с.
3. М.В.Загірняк Б.І.Невзлін Електричні машини: Підручник. Знання 2009р. 399с.
4. Шевченко В.П. Проектування електричних машин змінного струму. Електронний навчальний посібник для студентів спеціальності 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” денної та заочної форм навчання. — Одеса: ОНПУ, 2020. — 193 с.

Додаткова (допоміжна) література

1. Електричні машини. Курсове проектування: навч.-метод. посібник для студ. заоч. форми навч. напрям підготовки 6.050701 Електротехніка та електротехнологія/ О. Б. Єгоров, О. Ю. Єгорова; Укр. інж.-пед. акад., Каф. електроенергетики. - Харків: УІПА, 2014. - 42 с.: табл., рис.. - Бібліогр.: с. 40 (5 назв)
2. Електричні машини. Курсове проектування: навч.-метод. посібник для студ. заоч. форми навч. напрям підготовки 6.050701 Електротехніка та електротехнологія/ О. Б. Єгоров, О. Ю. Єгорова; Укр. інж.-пед. акад., Каф. електроенергетики. - Харків: УІПА, 2014. - 42 с.: табл., рис.. - Бібліогр.: с. 40 (5 назв)
3. Електричні машини та електропривод. Електричні машини: робочий зошит з лабораторних робіт з курсів для студ. заоч. форми навч. спец. 6.010104.01 Проф. навчання. Електроенергетика, 6.090601 Електричні станції, 6.090603 Електротехнічні системи електроспоживання/ Укр. інж.-пед. акад.; упоряд.: В. В. Шевченко, А. М. Чернюк. - Х.: УІПА, 2011. - 23 с.
4. Електротехніка та електроніка: навч. посібник для студ. інж.-пед. спец.. Ч. 2: Електричні машини та основи електроніки/ Ю. М. Латинін, С. В. Петров; Укр. інж.-пед. акад.. - Харків: Точка, 2012. - 281 с.:
5. Яцун, М. А. Експлуатація та діагностування електричних машин і апаратів: навч. посібник для студ. вищ. навч. закладів, що навч. за напрямом підготовки "Енергетика та електротехнічні системи в агропромисловому комплексі"/ М. А. Яцун, А. М. Яцун; Львівський нац. аграрний ун-т, Нац. ун-т "Львівська політехніка". - Львів:

Вид-во Львів. політехніки, 2010. - 228 с.

6. Розводюк М. П. Розрахунок і конструювання трифазних асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором. Курсове проектування : навчальний посібник / М. П. Розводюк, С. М. Левицький, В. С. Бомбик. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 135 с.
7. Розводюк М. П. Електричні машини. Контрольні завдання для студентів напрямів підготовки «Електромеханіка», «Електротехніка та електротехнології» : навчальний посібник / М. П. Розводюк, С. М. Левицький. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 108 с.
8. Грабко В. В. Експериментальні дослідження електричних машин.: навчальний посібник (5 частин)/ В. В. Грабко, М. П. Розводюк, С. М. Левицький, І. В. Грабенко. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 137 с.
9. Розводюк М. П. Електричні машини. Задачі для самостійного розв'язування : навчальний посібник / М. П. Розводюк. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – 65 с.

Інформаційні ресурси

<http://do.uipa.edu.ua/>

<https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/ELMACH/>

Зміст силабусу відповідає робочій програмі навчальної дисципліни.

Завідувач кафедри _____ Артем Чернюк