



українська інженерно-педагогічна академія

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

кафедра фізики, електротехніки та електроенергетики

Автоматизація енергосистем та автоматизований електропривод

(силабус курсу)

Харків 2020

Кафедра	Кафедра Фізики, електротехніки і електроенергетики Department of Physics, electrical engineering and power engineering http://peeuepa.mozello.com/
Назва навчальної дисципліни	Автоматизація енергосистем та автоматизований електропривод Automation of power systems and automated electric drive Навчальна дисципліна ведеться українською мовою
Рівень вищої освіти	Бакалавр
Викладач (-і)	1. к.т.н., доцент Павло Буданов (лекційні заняття); посилання на профайл викладача: http://peeuepa.mozello.com/sklad-kafedri/budanov-pf/; контактний телефон: <u>0962170001</u>; електронна пошта: pavelfeofanovich@ukr.net. 2. к.т.н., доцент Артем Чернюк (лекційні, практичні та лабораторні заняття) посилання на профайл викладача: http://peeuepa.mozello.com/sklad-kafedri/zav-kafedroju-chernjuk-am/ контактний телефон: 0661843000; електронна пошта: archer.uipa@gmail.com
Сторінка дисципліни в системі дистанційної освіти УІПА	http://do.uipa.edu.ua/
Консультації	Очні консультації . к.т.н., доцента Буданова Павла Феофановича, щопонеділка та щосереди 12⁰⁰-14⁰⁰ в ауд. 111/1 Он лайн- консультації: Усі запитання можна надсилати на електронну пошту к.т.н., доцента Павла Буданова та доц. Артема Чернюка, вказану в цьому силабусі.

Коротка анотація до курсу - Дисципліна вивчає складові автоматизованих систем управління технологічними процесами (види забезпечення), режими роботи (збирання та обробка інформації, порадника, супервізорний, безпосереднього цифрового керування, багаторівневі системи), характеристики та особливості використання АСУТП в електроенергетичних системах. Розглядаються принципи побудови, характеристики, методи розрахунку та проектування комп'ютерних систем, їх функціональних елементів, приклади реалізації автоматизації різноманітних технологічних процесів електроенергетичних систем. Навчальна програма розрахована на студентів, які навчаються за освітньо-кваліфікаційними програмами підготовки бакалаврів. Програма побудована за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу у вищих навчальних закладах, рекомендованої Європейською Кредитнотрансферною системою (ECTS).

Оволодіння матеріалом курсу дозволить:

- мати здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР);
- мати здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу;
- мати усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування;
- мати здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

2. Мета та завдання (цілі) курсу - є формування знань і фактичних навичок по аналізу, синтезу і використанню систем автоматизації на базі сучасних засобів мікропроцесорних систем та ЕОМ; володіння вміннями і навичками, одержаними під час вивчення курсу і потрібними в процесі виробничої діяльності майбутнього інженера-енергетика.

Завдання вивчення дисципліни:

- вивчення принципів побудови алгоритмів підсистем автоматизації електричних станцій і підстанцій як складових частин електроенергетичних систем, схем, основного обладнання та пристроїв автоматизації електричних станцій і підстанцій, ланцюгів контролю і управління електроустановок та електроприводу;
- освоєння методів розрахунку параметрів та вибору обладнання, пристроїв та комплексів автоматизації електричних станцій і підстанцій;
- освоєння методів оптимізації режимів роботи електроенергетичних систем, методів управління технологічними процесами виробництва, передачі і розподілу електроенергії;
- придбання навичок і уявлень про вимоги до режимів роботи підсистем автоматизації електроенергетичних систем, електричних станцій і підстанцій, а так само розробки технічного і програмного забезпечення АСУ електроприводом;
- вивчення структури спеціалізованого програмного забезпечення для розробки АСУ електротехнічним обладнанням.

3. Формат навчальної дисципліни - *Змішаний (blended)*

4. Результати навчання

Очікувані результати навчання (ПР)	Складові результатів навчання
ПР02. Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.	ПР02.1: знати зміст проблем, що викликали необхідність створення АСУ ТП в енергетиці ПР02.2: знати принципи побудови й особливості функціонування сучасних інформаційно – вимірювальних і керуючих систем ПР02.3: знати класифікацію автоматизованих електроприводів та принципи їх побудови ПР02.4: знати принципи побудови, статичні і динамічні властивості автоматизованих електромеханічних систем

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.	ПР03.1: знати склад основних інформаційних і управлінських задач, виконуваних апаратурою АСУ ТП ПР03.2: вміти аналізувати передатні функції типових технологічних датчиків контрольованих параметрів автоматизованого електроприводу ПР03.3: знати принципи побудови, схеми, склад та особливості роботи систем керування автоматизованим електроприводом технологічних комплексів та механізмів
ПР04. Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок.	ПР04.1: знати призначення, функціональні та узагальнені електричні схеми принцип роботи типових елементів автоматизованого електроприводу біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних установок ПР04.2: вирішувати задачі вибору системи електропривода для конкретного застосування, виконувати розрахунки статичних і динамічних характеристик електроприводів, проводити експериментальні дослідження.
ПР06. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.	ПР06.1: знати структуру комплексу технічних засобів АСУ ТП, доцільність використання інформаційно – обчислювальних машин і керуючих обчислювальних машин у складі АСУ ТП ПР06.2: вміти розраховувати потужність та обирати приводні електродвигуни із застосуванням прикладного програмного забезпечення ПР06.3: вміти розраховувати енергетичні показники, навантажувальні діаграми та будувати їх графіки із застосуванням прикладного програмного забезпечення
ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному	ПР07.1: вміти обґрунтувати доцільність використання АСУ ТП енергоблоками

Очікувані результати навчання (ПР)	Складові результатів навчання
та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах	ПР07.2: вміти розраховувати, будувати та аналізувати графіки характеристик автоматизованого електроприводу в усталеному та перехідному режимах ПР07.3: знати методи розрахунку та аналізу типових вузлів автоматичного керування пуском та гальмуванням двигунів як постійного, так і змінного струму
ПР08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.	ПР08.1: знати основи теорії і методи оптимізації режимів роботи основного енергетичного устаткування ПР08.2: методика розрахунку параметрів та вибір елементів системи керування і силової частини на прикладі тиристорного електропривода постійного струму ПР08.3: знати методи знаходження математичних операторів перетворення вхідних величин елементів автоматизованого електроприводу у вихідних та представлення знайдених співвідношень у вигляді, найбільш придатному для автоматизованого електроприводу
ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.	ПР10.1: вміти користатися методами формалізації задач керування ПР10.2: вміти використовувати апаратуру державної системи приладів при аналізі структури окремих ланок АСУ ТП ПР10.3: знати основні технічні дані та енергетичні показники автоматизованого електроприводу

5. Обсяг курсу

Види навчальних занять	Кількість годин (кредитів)	Форми поточного та підсумкового контролю
Лекції	30	<i>Опитування</i>
Практичні заняття	14	<i>Результати виконання практичних розрахункових завдань</i>
Лабораторні заняття	16	<i>Захист результатів лабораторних досліджень</i>
Самостійна робота	120	<i>Виконання завдань в системі ДО</i>
Всього	180 (6 кредитів)	Підсумковий контроль: Екзамен

6. Ознаки навчальної дисципліни:

Навчальний рік	Курс (рік навчання)	Семестр	Спеціальність (спеціалізація), освітня програма (за необхідністю)	Нормативна / вибіркова
2020/2021	4	7 (осінь)	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	Нормативна (Н)

7. Пререквізити – засвоєння навчального матеріалу таких дисциплін:

- вступ до фаху;
- системи автоматизованого та комп'ютерного проектування;
- електричні машини і апарати.

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

- релейний захист та автоматизація енергосистем;
- енергоефективність та новітні технології в електротехнічних та електроенергетичних системах;

- перетворювальна техніка енергосистем.

9. Технічне й програмне забезпечення та/або обладнання – лабораторні стенди: «Облік електричної енергії та її крадіжка», «Дослідження режимів роботи автоматизованих систем контролю електроспоживання ЦТ-5000», «Дослідження режимів роботи мікропроцесорної системи АСУ ТП енергоблоку електростанції», прикладне програмне забезпечення для побудови автоматизованих систем управління технологічним процесом електростанції.

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/strategiia-rozvytku-uipa>

11. Календарно-тематичний план (схема) навчальної дисципліни

№ тижня	Вид і номер занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	К-ть годин
Змістовий модуль № 1			
1	Лекція 1	Задачі удосконалення управління енергетичним господарством та необхідність створення АСУ ТП.	2
	Лекція 2	Склад, функціональна та технічна структура АСУ ТП	2
	Самостійна робота 1	Доповнити конспект лекцій	15
2	Лекція 3	Призначення та основні задачі АСУ ТП, як систем реалізації задачі оптимального управління	4
	Практичне заняття 1	Системи числення в АСУ ТП. Переведення чисел з однієї системи в іншу	2
	Лабораторна робота 1	Дослідження режимів роботи мікропроцесорної системи АСУ ТП енергоблоку електростанції	4
	Лабораторна робота 2	Дослідження режимів роботи автоматизованих систем контролю електроспоживання ЦТ-5000	4
	Самостійна робота 2	Доповнити конспект лекцій	15
3	Лекція 4	Комплекс технічних засобів АСУ ТП, принципи побудови, диспетчеризація та автоматизація. Державна система приладів.	2
	Лекція 5	АСУ ТП як інформаційна система. Елементи теорії інформації.	2
	Практичне заняття 2	Додавання, віднімання та множення у двійковій системі числення	2
	Самостійна робота 3	Доповнити конспект лекцій	15
4	Лекція 6	Вимірювання, кодування, збір, передача та обробка інформації. Принцип організації контролю та стабілізації технологічних та електричних параметрів.	4
	Практичне заняття 3	Логічні елементи. Побудова логічних схем і таблиць істинності в програмі схемотехнічного моделювання Electronics Workbench	2

	Самостійна робота 4	Доповнити конспект лекцій. Виконання завдання в системі ДО	15
Всього за змістовий модуль 1 – 90 год. (лекцій – 16 год., ПЗ – 6 год., ЛР – 8 год., СР – 60 год.)			
Змістовий модуль № 2			
5	Лекція 7	Структура АСУ ТП з використанням засобів обчислювальної техніки.	2
	Лекція 8	Інформаційно-алгоритмічна структура. АСУ ТП енергоблоками – основні підсистеми АСУ ТП електростанцією.	2
	Практичне заняття 4	Логічні елементи. Побудова логічних схем і таблиць істинності в програмі схемотехнічного моделювання Electronics Workbench	2
	Лабораторна робота 3	Дослідження особливостей систем автоматизованого контролю і управління електростанцій	4
	Самостійна робота 5	Доповнити конспект лекцій	15
6	Лекція 9	Завдання управління автоматизованим електроприводом. Послідовність розробки і впровадження.	2
	Лекція 10	Автоматизоване управління електроенергетичним обладнанням енергоблоками в пусковому і нормальному режимах роботи. Завдання діагностування енергоустаткування.	2
	Практичне заняття 5	Логічні елементи. Побудова логічних схем і таблиць істинності в програмі схемотехнічного моделювання Electronics Workbench	2
	Лабораторна робота 4	Побудова структури і функціональних схем систем управління і контролю	4
	Самостійна робота 6	Доповнити конспект лекцій	15
7	Лекція 11	Механіка і принципи побудови автоматизованого електроприводу	2
	Лекція 12	Енергетичні характеристики і вибір потужності автоматизованого електроприводу	2
	Практичне заняття 6	Логічні елементи. Побудова логічних схем і таблиць істинності в програмі схемотехнічного моделювання Electronics Workbench	2

	Самостійна робота 7	Доповнити конспект лекцій	15
8	Лекція 13	Автоматичне та мікропроцесорне управління електроприводами	2
	Практичне заняття 7	Логічні елементи. Побудова логічних схем і таблиць істинності в програмі схемотехнічного моделювання Electronics Workbench	2
	Самостійна робота 8	Доповнити конспект лекцій. Виконання завдання в системі ДО	15
Всього за змістовий модуль 2 – 90 год. (лекцій – 14 год., ПЗ – 8 год., ЛР – 8 год., СР – 60 год.)			
Всього з навчальної дисципліни – 180 год. (лекцій – 30 год., ПЗ – 14 год., ЛР – 16 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.	Робота на лекціях (конспект лекцій)	0-30
2.	Захист лабораторних робіт	0-20
3.	Робота на практичних заняттях	0-23
4.	Екзамен	0-27
	Всього за навчальну дисципліну	0-100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

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

Умови допуску до підсумкового контролю:

- 1) Відпрацювання усіх лабораторних робіт;
- 2) Виконання практичних завдань не менше, ніж 10 балів з 20 можливих.
- 3) Робота здобувача впродовж семестру оцінено не менше, ніж на 15 балів.

13. Питання та завдання до екзамену

1. Проаналізуйте підсистему АСУ ТП збору і первинної обробки інформації від датчиків загальностанційних технологічних параметрів.
2. Поясніть, у чому полягає відмінність і схожість автоматизованої системи управління технологічними процесами (АСУ ТП) на ТЕС і АЕС.

3. Визначте основне призначення автоматизованої системи управління електростанцією (АСУ ЕС).
4. Обґрунтуйте мету автоматизації виробничо-технічного управління ТЕС і АЕС.
5. Складіть та проаналізуйте структурну схему функціональної моделі управління ТЕС і покажіть на ній основні підсистеми забезпечення виробництва.
6. Проаналізуйте склад та функціональну структуру АСУ ТП енергоблоку.
7. Поясніть, у чому полягає неодмінна умова створення досконалої системи управління енергоблоком ТЕС або АЕС.
8. Складіть та обґрунтуйте структурну схему підсистеми комплексної оптимізації оперативного обслуговування і покажіть на ній функціональні зв'язки між АСУ ТП енергоблоків, АСУ ТП загальностанційного устаткування, АСУ ТП загальностанційними процесами.
9. Проаналізуйте склад та основні характеристики автоматичних регуляторів в системі управління енергоблоком.
10. Обґрунтуйте ієрархічну структуру АСУ ТП енергоблоком.
11. Складіть та обґрунтуйте структурну схему функціональної моделі управління АЕС і покажіть на ній основні підсистеми забезпечення виробництва.
12. Проаналізуйте завдання і функції АСУ ТП ЕС.
13. Визначте мету автоматизації виробничо-господарського управління ТЕС і АЕС.
14. Складіть та обґрунтуйте організаційно-функціональну структуру АСУ ТП енергоблоком ТЕС і покажіть на ній інформаційні потоки по збору даних про параметри енергоблоку.
15. Проаналізуйте склад та функції технічної структури АСУ ТП енергоблоку.
16. Визначте основу побудови функціональної моделі управління електростанцією.
17. Проаналізуйте склад та функції підсистеми АСУ ТП оперативного управління електростанцією.
18. Визначте, у чому полягає відмінність і схожість автоматизованої системи управління виробництвом (АСУ В) на

ТЕС і АЕС.

19. Складіть та обґрунтуйте структурну схему АСУ ТП енергоблоком з децентралізованою системою.
20. Проаналізуйте склад та функції підсистеми АСУ ТП комплексній оптимізації оперативного обслуговування (експлуатації).
21. Визначте завдання і функції АСУ ТП енергоблоками.
22. Складіть та обґрунтуйте структурну схему АСУ ЕС і покажіть на ній зв'язки між основними підсистемами АСУ ТП ЕС і АСУ В ЕС.
23. Проаналізуйте склад та функції підсистеми АСУ ТП при комплексній оптимізації розвитку (реконструкції) виробництва.
24. Визначте завдання і функції АСУ ТП загальностанційними технологічними процесами.
25. Складіть та обґрунтуйте структурну схему зв'язку собівартості електроенергії, що виробляється, з управлінням енергоблоку.
26. Визначте завдання і функції підсистеми АСУ ТП оптимізації трудової діяльності.
27. Складіть та обґрунтуйте схему функціональних зв'язків технічних засобів управління для оснащення АСУ ТП енергоблоками.
28. Проаналізуйте склад та функції підсистеми АСУ ТП оптимізації виробничо-фінансової діяльності.
29. Визначте, що є критерієм оптимальності виробничо-господарського управління.
30. Складіть та обґрунтуйте схему АСУ ТП енергоблоком з повністю централізованою системою.
31. Проаналізуйте особливості управління технологічними процесами в енергетиці.
32. Визначте загальне завдання автоматизованої системи управління електростанціями.
33. Складіть та обґрунтуйте схему функціональної моделі управління ТЕС і покажіть на ній зв'язки між основними

підсистемами забезпечення виробництва.

34. Надайте оцінку системного підходу при створенні, експлуатації і розвитку АСУ ТП АЕС.

35. Складіть та обґрунтуйте схему АСУ ТП енергоблоку з реактором ВВЕР-1000 і поясніть, як відбувається збір і відображення інформації.

36. Визначте вимоги, що пред'являються до АСУ ТП енергоблоками.

37. Обґрунтуйте, чому сучасні АСУ ТЕС і АСУ АЕС мають бути інтегрованими.

38. Складіть та обґрунтуйте організаційно-функціональну структуру АСУ ТП енергоблоком ТЕС і покажіть на ній зв'язки між основними групами.

39. Проаналізуйте склад та функції підсистем інформаційної частини АСУ ТП енергоблоку.

40. Поясніть особливості алгоритмів вирішення завдань в АСУ ТП.

41. Складіть та обґрунтуйте схему інформаційно-алгоритмічної моделі АСУ ТП енергоблоком і надайте оцінку етапів автоматизації системи управління.

42. Проаналізувати склад і функції АСУ ТП з повністю централізованою системою при управлінні технологічними процесами енергоблоку.

43. Складіть та обґрунтуйте схему АСУ ТП управління потужністю блокової ТЕС ("РУМБ") і поясніть послідовність процесу визначення робочих енергетичних характеристик енергоблоку.

44. Проаналізуйте склад та функції АСУ ТП з частково централізованою системою при управлінні технологічними процесами енергоблоку.

45. Поясніть які підсистеми АСУ ТП функціонують у реальному часі.

46. Складіть та обґрунтуйте схему обчислювальної системи ("Комплекс - 4") і покажіть на ній зв'язки між основними підсистемами (інформаційною, обчислювальною та ін.).

47. Поясніть, які підсистеми АСУ ТП працюють у пакетному режимі.

48. Проаналізуйте склад та функції АСУ ТП з децентралізованою системою при управлінні технологічними процесами енергоблоку.
49. Складіть та обґрунтуйте схему програмного забезпечення УОС типу “Комплекс-титан 2” і поясніть на схемі, як відбувається обслуговування даних з об'єкту.
50. Проаналізуйте основні функції управління виробництвом в автоматизованому режимі.
51. Визначте мету автоматизації оперативно-диспетчерського управління.
52. Поясніть суть вибору критерію оптимального управління енергоблоком.
53. Складіть та обґрунтуйте структурну схему УОС типу “Комплекс-титан 2” , а також і поясніть як відбувається вироблення і видача команд управління.
54. Проаналізуйте перспективи розвитку і вдосконалення АСУ ТП.
55. Надайте оцінку діагностування енергоустаткування АСУ ТП ТЕС і АЕС та визначте способи діагностики.
56. Поясніть сутність системного підходу при створенні, експлуатації і розвитку АСУ ТП.
57. Складіть та обґрунтуйте функціональну схему автоматизованої системи комплексної технічної діагностики (АСКТД) і поясніть, як вирішуються завдання діагностування енергоблоку.
58. Поясніть, у чому полягає основне завдання оптимізації внутрішньо блокових технологічних процесів.
59. Складіть та обґрунтуйте схему системи управління енергоблоком. Поясніть на схемі чим встановлюється нормальний експлуатаційний режим.
60. Складіть та обґрунтуйте схему розрахунку і аналізу ТЕП енергоблоку.

14. Рекомендована література та інформаційні ресурси

Основна (базова) література

1. Артюх С. Ф., Дуель М. А., Шелепов И. Г. Автоматизовані системи керування технологічними процесами в енергетиці. Харків 2001р. 392с.
2. Артюх С. Ф., Дуель М. А., Шелепов И. Г. Автоматизовані системи керування енергогенеруючими установками електростанцій. Харків 2000р. 448с.
3. Артюх С. Ф., Дуель М. А., Шелепов И. Г. Основи автоматизованих систем керування енергогенеруючими установками електростанцій. Харків 1998р. 322с.
4. Електричні системи. Автоматизовані системи керування режимами енергосистем. Підручники (під ред. В.А.Веникова). М, ВШ, 1979м, 448с.
5. Вініків В. А., Журавльов В. Г., Філіппова Т. А. Оптимізація режимів електростанцій і енергосистем. М, ЭАИ, 1981м, 464с.

Додаткова (допоміжна) література

1. Синьков В.М. та ін. «Оптимізація режимів енергосистем». Київ, Від, 1973, 328с.
2. Стефани Е.П. «Основи побудови АСУ ТП» М, ЭАИ, 1974м, 318с.
3. Глушков В.М. «Введення в АСУ», Київ, «Техніка», 1974, 318с.
4. «Концепція побудови і реконструкції АСУ енергопостачальних компаній (ГАЭК) в умовах переходу енергетики України до ринкових відносин». Київ, Міністерство енергетики й електрифікації України, 29.08.1996р.
5. В.С. Самсонов «Автоматизовані системи керування в енергетику» М, ВШ, 1990м, 212с.
6. В.А. Забеталов і ін. «Автоматизовані системи диспетчерського керування в енергосистемах» М, ЭАИ, 1984м, 264с.

Інформаційні ресурси

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

Зміст силабусу відповідає робочій програмі навчальної дисципліни.

Завідувач кафедри _____ к.т.н., доцент Артем Чернюк