



Системна автоматика

Силабус освітнього компоненту

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалавр)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>УПРАВЛІННЯ, ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕНЕРГОСИСТЕМ</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативні. Цикл професійної підготовки.</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>IV курс, весняний семестр (для очної форми навчання), III курс, весняний семестр (для очної прискореної форми навчання)</i>
Обсяг дисципліни	<i>90 годин / 3 кредитів ECTS/(36 годин лекцій, 18 годин лабораторних робіт)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / МКР / захист лабораторних робіт</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/ 2 лекції (4 години) 1 раз на тиждень; 1 лабораторна робота (2 години) 1 раз на тиждень.</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н. доц. Дмитренко Олександр Олексійович, 0672382408 Лабораторний практикум: к.т.н. доц. Дмитренко Олександр Олексійович, 0672382408, Заколюдажний Володимир Васильович, 0505959933</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom https://</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус освітнього компоненту «Системна автоматика» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітня програма "Управління, захист та автоматизація енергосистем".

Метою навчальної дисципліни є формування та закріплення у студентів наступних компетентностей: (ЗК 4) здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій; (ЗК 6) - здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; (ЗК 7) - здатність приймати обґрунтовані рішення; (ФК 4) - здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики; (ФК 7) - дотримання вимог стандартів, норм й технічного завдання на проектування електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування; (ФК 10) - усвідомлення необхідності підвищення енергоефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування; (ФК 12) - готовність до надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

Предмет навчальної дисципліни –принципи побудови та алгоритми функціонування систем та окремих пристроїв автоматизації енергосистем, а саме: АПВ (автоматичного повторного включення), АВР (автоматичного введення резерву), АЧР (автоматичного частотного розвантаження), пристроїв автоматичного та напіваавтоматичного включення синхронних машин в електричну мережу; сучасні методи аналізу і розрахунку параметрів спрацювання РЗА,

проведення досліджень і аналіз отриманих результатів із використанням сучасних інтелектуальних, інформаційних комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна: (ПРО2)
Знання (ЗН 2) - основних положень нормативно-законодавчих документів, які регламентують дослідницьку та інноваційну діяльність в Україні; (ЗН 12) - новітніх підходів та сучасних методик проведення наукових досліджень в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
Уміння - (УМ 1) - працювати з прикладним програмним забезпеченням, мікроконтролерами та мікропроцесорною технікою; (УМ 2) - проводити аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах; (УМ 7) - комбінувати методи емпіричного і теоретичного дослідження для пошуку шляхів зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні; (УМ 8) - винаходити нові шляхи вирішення проблеми економічного перетворення, розподілення, передачі та використання електричної енергії.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти: теоретичною базою дисциплін «Вища математика», «Загальна фізика», «Теоретичні основи електротехніки», "Обчислювальна техніка та програмування", «Електричні машини» «Електрична частина станцій і підстанцій», «Електричні мережі та системи», «Перехідні процеси в електроенергетиці», "Релейний захист електричних мереж" та "Релейний захист та автоматизація енергосистем". Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення дисципліни є необхідними для подальшого якісного виконання досліджень за темою атестаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розподілено на 4 розділи, а саме:

- 1. Автоматичне повторне включення (АПВ),** в якому розглядаються алгоритми побудови та принципи функціонування пристроїв та систем АПВ.
Тема 1.1. Призначення АПВ
Тема 1.2. Прискорення дії РЗ за допомогою АПВ
Тема 1.3. Принципи виконання трифазного АПВ
Тема 1.4. Трифазне АПВ ліній електропередачі з контролем синхронізму
Тема 1.5. Однофазне АПВ
- 2. Автоматичне включення резерву (АВР),** в якому розглядаються алгоритми побудови та принципи функціонування пристроїв та систем АВР.
Тема 2.1. Загальні відомості про АВР. Пускові органи АВР
Тема 2.2. Схеми виконання пристроїв АВР на постійному оперативному струмі
Тема 2.3. Схеми виконання пристроїв АВР на змінному оперативному струмі. Вибір параметрів пристроїв АВР
- 3. Автоматичне частотне розвантаження (АЧР),** в якому розглядаються алгоритми побудови та принципи функціонування пристроїв та систем АЧР.
Тема 3.1. Призначення та принципи виконання АЧР
Тема 3.2. Розрахунок параметрів спрацювання АЧР
Тема 3.3. Автоматичне вмикання споживачів після встановлення частоти
- 4. Автоматичне включення синхронних машин в електричну мережу,** в якому розглядаються питання автоматизації процесу пуску і вмикання на паралельну роботу синхронних машин.
Тема 4.1. Загальні питання автоматичного включення синхронних машин в електричну мережу
Тема 4.2. Самосинхронізація
Тема 4.3. Точна синхронізація

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Голота А.Д. Автоматика в електроенергетичних системах: Навч. посіб. – К.: Вища шк., 2006.- 367 с.: іл.
2. Правила улаштування електроустановок : 2017. – Офіц. вид. – К. :Форт : Мінпаливенерго України. 2017.
3. Автоматика протиаварійного управління електроенергетичних систем: Підручник для студентів зі спеціальності електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Є.І. Сокол, Г.А. Сендерович, О.Г. Гриб та ін.-Харків: ФОП Бровін О.В., 2020.- 216 с.
4. Основи електропостачання: підруч. / Козирський В.В., Волошин С.М., – К.: Компрінт, 2021. – 497с.
5. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем [Електронний ресурс] : навчальний посібник / О. С. Яндульський, О. О. Дмитренко ; НТУУ «КПІ».– Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 103 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/16600>

Додаткові:

6. Системна автоматика. Розрахунок параметрів пристроїв АПВ, АВР. Збірник задач і вправ [Електронний ресурс] : Навчальний посібник призначено для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Управління, захист та автоматизація енергосистем» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. : О. О. Дмитренко. – Електронні текстові дані (1 файл: 1.1 МБ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 21 с. – Назва з екрана. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 6 від 24.06.2022 р.) за поданням Вченої ради Факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол 9 від 17.05.2022 р.). <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48956>
7. Системна автоматика. Електромеханічні та мікроелектронні пристрої системної автоматики. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : Навчальний посібник призначено для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Управління, захист та автоматизація енергосистем» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. : О. О. Дмитренко, В. В. Заколюдажний, В. М. Хлистов. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,5 Мбайт). - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 47 с. - Назва з екрана. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 6 від 24.06.2022 р.) за поданням Вченої ради Факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол 9 від 17.05.2022 р.). <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48959>

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)
	Розділ 1. Автоматичне повторне включення (АПВ).
1	Тема 1.1. Призначення АПВ. <u>Основні питання.</u> Призначення АПВ. Вимоги до пристроїв АПВ. Класифікація пристроїв АПВ. Літературні джерела: [1-4]
2.	Тема 1.2. Прискорення дії РЗ за допомогою АПВ. <u>Основні питання.</u> Узгодження дії пристроїв АПВ та релейного захисту. Прискорення дії захисту до АПВ, принцип дії, схемне виконання, переваги та недоліки. Прискорення дії

	захисту після АПВ, принцип дії, схемне виконання, переваги та недоліки. Способи пуску АПВ. Почергове АПВ, принцип дії, переваги та недоліки. АПВ з наростаючою кратністю, принцип дії, переваги та недоліки. Літературні джерела: [1-4]
3.	Тема 1.3. Принципи виконання трифазного АПВ <u>Основні питання.</u> Трифазне АПВ мережі електропередачі з одностороннім живленням. Принципи виконання трифазного АПВ на логічних елементах. Розрахунок параметрів трифазного АПВ мережі електропередачі з одностороннім живленням. Пристрої АПВ мережі електропередачі з двостороннім живленням, принципи виконання, вибір параметрів. Схема двократного АПВ. Несинхронне АПВ, принципи виконання, вибір параметрів. Швидкодіюче АПВ, принципи виконання. Літературні джерела: [1-5]
4.	Тема 1.4. Трифазне АПВ ліній електропередачі з контролем синхронізму <u>Основні питання.</u> Вибір параметрів. АПВ з очікуванням синхронізму, принципи виконання, схема, вибір параметрів. АПВ з уловлюванням синхронізму, принципи виконання, схема, вибір параметрів. Літературні джерела: [1-4]
5.	Тема 1.5. Однофазне АПВ <u>Основні питання.</u> Однофазне АПВ (ОАПВ), переваги, недоліки, область застосування, вибір параметрів. Органи виявлення пошкодженої фази ОАПВ для ліній з одностороннім живленням при/без наявності трансформатора напруги на шинах прийомної підстанції, для ліній з двостороннім живленням. Схема ОАПВ для лінії з одностороннім живленням. Особливості виконання АПВ збірних шин та силових трансформаторів та електродвигунів. Літературні джерела: [1-4]
	Розділ 2. Автоматичне включення резерву (АВР)
6.	Тема 2.1. Загальні відомості про АВР. Пускові органи АВР <u>Основні питання.</u> Загальні відомості, схеми з одно- і двостороннім живленням, переваги та недоліки. Вимоги до виконання пристроїв АВР. Класифікація пристроїв АВР. Пускові органи АВР. Пуск АВР. Пусковий орган з одним робочим трансформатором напруги, комбінований пусковий орган. Пусковий орган з двома робочими трансформаторами напруги. Пусковий орган АВР на логічних елементах. Літературні джерела: [1-4]
7.	Тема 2.2. Схеми виконання пристроїв АВР на постійному оперативному струмі Принцип виконання пристроїв АВР на постійному оперативному струмі. АВР трансформаторів, секційних вимикачів. АВР електродвигунів. Літературні джерела: [1-4]
8.	Тема 2.3. Схеми виконання пристроїв АВР на змінному оперативному струмі. Вибір параметрів пристроїв АВР <u>Основні питання.</u> Принцип виконання пристроїв АВР на змінному оперативному струмі. Вибір параметрів пристроїв АВР. Літературні джерела: [1, 2]
	Розділ 3. Автоматичне частотне розвантаження (АЧР)
9.	Тема 3.1. Призначення та принципи виконання АЧР <u>Основні питання.</u> Загальні відомості, статична частотна характеристика навантаження, коефіцієнт регулюючого ефекту, динамічна характеристика. Призначення, результат дії, вимоги до систем АЧР. Принципи виконання АЧР. Наслідки аварійного зниження частоти в енергосистемі. Літературні джерела: [1-3]
10.	Тема 3.2. Розрахунок параметрів спрацювання АЧР <u>Основні питання.</u> Розрахунок параметрів спрацювання АЧР I і АЧР II. Навантаження енергосистеми. Розрахунок потужності розвантаження для АЧР. Схема АЧР. Причини і

	<i>робота АЧР при короткочасних зниженнях частоти. Додаткове розвантаження. Літературні джерела: [1-3]</i>
11.	Тема 3.3. Автоматичне вмикання споживачів після встановлення частоти <u>Основні питання.</u> Автоматичне вмикання споживачів після встановлення частоти (ЧАПВ). Схема ЧАПВ. Індукційне реле зниження частоти. Напівпровідникове реле зниження частоти. Літературні джерела: [1-3]
	Розділ 4. Автоматичне включення синхронних машин в електричну мережу
12.	Тема 4.1. Загальні питання автоматичного включення синхронних машин в електричну мережу <u>Основні питання.</u> Самосинхронізація і точна синхронізація, переваги та недоліки кожного з способів. Динамічні дії під час вмикання синхронних машин в електроенергетичну систему і критерії їх допустимості. Моменти, що діють на ротор синхронного генератора в разі вмикання його на паралельну роботу. Літературні джерела: [1-3]
13.	Тема 4.2. Самосинхронізація <u>Основні питання.</u> Самосинхронізація, умови застосування. Пристрій автоматичної самосинхронізації генератора, принцип дії, схемна реалізація. Літературні джерела: [1-3]
14.	Тема 4.3. Точна синхронізація <u>Основні питання.</u> Точна синхронізація, кутові похибки. Літературні джерела: [1-3]
15.	Тема 4.3. Точна синхронізація <u>Основні питання.</u> Принцип побудови пристроїв точної автоматичної синхронізації, структурна схема. Автосинхронізатор з постійним кутом випередження, принцип дії, схемна реалізація. Літературні джерела: [1-3]
16.	Тема 4.3. Точна синхронізація <u>Основні питання.</u> Синхронізатор з постійним часом випередження, принцип дії, схемна реалізація. Літературні джерела: [1-3]
17.	Тема 4.3. Точна синхронізація <u>Основні питання.</u> Процес пуску і вмикання на паралельну роботу синхронних генераторів і компенсаторів. Літературні джерела: [1-3]
18.	Тема 4.3. Точна синхронізація <u>Основні питання.</u> Індукційне реле різниці частот. Літературні джерела: [1] МКР

Практичні заняття
(відсутні)

Лабораторні заняття
Літературні джерела: [7]

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Дослідження електромеханічних пристроїв автоматичного повторного вмикання в енергосистемах	2
2	Дослідження електромеханічних пристроїв автоматичного вмикання резерву	2
3	Дослідження електромеханічних пристроїв автоматичного	2

	<i>частотного розвантаження</i>	
4	<i>Дослідження вимірювальних органів напівпровідникового пристрою автоматичного частотного розвантаження</i>	4
5	<i>Дослідження системи напівавтоматичної самосинхронізації генераторів</i>	2
6	<i>Дослідження синхронізатора зі сталим кутом випередження</i>	4
7	<i>Дослідження автоматичного вмикача конденсаторів типу ВАКО</i>	2
	ЗАГАЛОМ	18

Самостійна робота студента

<i>№з/п</i>	<i>Вид самостійної роботи</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
1	<i>Підготовка до аудиторних занять Літературні джерела: [1-5]</i>	24
2	<i>Підготовка до МКР Літературні джерела: [6]</i>	5
3	<i>Підготовка до заліку</i>	6

Контрольна робота

- Метою контрольної роботи є закріплення та перевірка теоретичних знань із освітнього компоненту, набуття студентами практичних навичок самостійного аналізу схем автоматики і розрахунку уставок АПВ та АВР.
- Модульна контрольна робота (МКР) виконується після вивчення Розділів 1-4 Кожний студент отримує індивідуальне завдання, відповідно до якого необхідно розв'язати 4 (чотири) задачі.

Політика та контроль

6. 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 здачу лабораторних робіт;*
- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності, 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 призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських олімпіадах та наукових конференціях.*
- *політика дедлайнів та перескладань. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, 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 даної дисципліни.*

- 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.

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: МКР, здача лабораторних робіт.

Календарний контроль: провадиться одного разу в семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

Виконання та захист лабораторних робіт	МКР	R
35	65	100

Якщо наприкінці семестру після проходження всіх контрольних заходів з дисципліни студент отримав не менше ніж 60 рейтингових балів, він отримує позитивну оцінку відповідно набраних протягом семестру рейтингових балів.

Виконання та захист лабораторних робіт

Для допуску до поточної лабораторної роботи кожному студенту необхідно мати Протокол, оформлений відповідно до норм оформлення технічної документації, який має містити всі необхідні пункти, відповідно до Навчальних посібників з лабораторного практикуму [7].

Лабораторні роботи виконуються побригадно, розрахунок та аналіз отриманих результатів проводяться індивідуально.

Ваговий бал – 5,0.

Максимальна кількість балів на всіх лабораторних заняттях – 5.0 бали * 7 = 35.0 балів.

Критерії оцінювання

- лабораторна робота не виконана або протокол не представлений – повертається на відпрацювання або доопрацювання - 0 балів.
- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислень, оформлення протоколу досліджень, відповідь на питання до захисту надана повністю помилково – 3,0 балів;
- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислень, оформлення протоколу досліджень, відповідь на питання до захисту надана з суттєвими помилками – 3,1 - 3,4 балів;
- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислень, оформлення протоколу досліджень, відповідь на питання до захисту надана з несуттєвими помилками – 3,5 - 3,9 балів;
- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислень, оформлення протоколу досліджень, відповідь на питання до захисту має ряд неточностей – 4,0 - 4,4 балів;
- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислень, оформлення протоколу досліджень, відповідь на питання до захисту має одну неточність – 4,5 - 4,9 балів;

- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислень, оформлення протоколу досліджень, повна відповідь на питання за темою лабораторної роботи – 5 балів.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з чотирьох практичних задач.

Ваговий бал задач №№ 2, 4 – 20.

Ваговий бал задачі № 1 – 10.

Ваговий бал задачі № 3 – 15.

Максимальний бал за МКР – 65.

Критерії оцінювання

- правильне розв'язання задачі – 100% від кількості балів за задачу;
- часткове розв'язання задачі, наявність незначних помилок – 60-95% від кількості балів за задачу;
- часткове розв'язання задачі, наявність значних помилок – 10-55% від кількості балів за задачу;
- відсутність відповіді – 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.

У разі, якщо сума рейтингових балів менше ніж 60, студент виконує залікову контрольну роботу. Також за бажанням, студент має право на участь у заліковій контрольній роботі з метою підвищення попередньої оцінки.

Форма семестрового контролю – залік

Залікова робота складається з двох теоретичних запитань та двох практичних завдань (задач).

Критерії оцінювання залікової роботи

Ваговий бал кожної задачі – 30.

Ваговий бал кожного теоретичного питання – 20.

Максимальний бал за залікову роботу – 100.

Критерії оцінювання задачі

- правильне розв'язання задачі – 100% від кількості балів за задачу;
- часткове розв'язання задачі, наявність незначних помилок – 60-95% від кількості балів за задачу;
- часткове розв'язання задачі, наявність значних помилок – 10-55% від кількості балів за задачу;
- відсутність відповіді – 0 балів.

Критерії оцінювання теоретичного питання

- студент дав вичерпну відповідь на питання, дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні – 18-20 балів;
- майже вичерпна відповідь, наявність незначних неточностей – 15-17 балів;
- часткова відповідь, показує знання, але недостатньо розуміє суть процесів, наявність незначних неточностей – 12-14 балів;
- часткова відповідь, недостатнє розуміння суті процесів, наявність значних помилок – 1-11 балів;
- відсутність відповіді – 0 балів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус)

складено доцентом кафедри автоматизації енергосистем,

к.т.н. Дмитренко О.О.

Ухвалено кафедрою автоматизації енергосистем ФЕА (протокол № 7 від 22.02.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №8 від 27.04.2022 р.)