



# УПРАВЛІННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>ЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖИ (POWER SYSTEMS AND NETWORKS)</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>IV курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / МКР</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua">http://rozklad.kpi.ua</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: докт. тех. наук., ст. наук. співр. Халіков Володимир Акнафович, контактний телефон: 0679164631, електронна пошта: <a href="mailto:xvavlad@ukr.net">xvavlad@ukr.net</a>.</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/c/MTU5NDIyMDI3ODgy?cjc=fizvlpv">https://classroom.google.com/c/MTU5NDIyMDI3ODgy?cjc=fizvlpv</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Управління та автоматизація в електричних мережах» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

**Метою навчальної дисципліни** є формування системи характеристик, які відображають основні компетентності випускника, зазначені у відповідній ОКХ. Інженер–електрик, що спеціалізується в галузі передачі та розподілу електричної енергії, повинен мати навички діяльності на об'єктах енергосистем насичених інформаційно-комунікаційними системами, що виконують керуючі та діагностичні завдання в частині забезпечення функціонування станцій, підстанцій, розподільчих пристроїв, мереж. Під час вивчення курсу студент повинен отримати стійкі знання про роль і функції спеціаліста в керуванні в електроенергетичних системах з використанням засобів та пристроїв контролю та автоматизації виробничих процесів.

**Предмет навчальної дисципліни** – включає складові автоматизованих систем керування електроенергетичними мережами та системами, режими роботи (збір та обробка інформації, оперативно-диспетчерське управління, багаторівневість систем, характеристики та особливості використання АСУ в електроенергетичних системах, принципи будови інформаційно-діагностичних комплексів, організацію оперативного диспетчерського зв'язку, приклади реалізації автоматизації різноманітних технологічних процесів в електроенергетичних системах та релейного захисту.

## **Програмні результати навчання:**

### Компетенції:

- K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- K13. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруги.
- K14. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.
- K38. Здатність приймати оптимальні рішення під час вирішення завдань з розвитку електроенергетичних систем.

### Знання:

- ПР16 Знати вимоги нормативних актів, що стосуються інженерної діяльності, захисту інтелектуальної власності, охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії, враховувати їх при прийнятті рішень.
- ПР28. Знати принципи практичного застосування сучасних інтелектуальних технологій для створення програм підтримки рішень в галузі електричних мереж та електроенергетичних систем.
- ПР37. Уміти приймати оптимальні рішення під час вирішення завдань з розвитку електроенергетичних систем.

### Уміння:

- розуміти функціональність, роль і місце оперативного персоналу та належного обладнання в системах керування електроенергетичних систем і їх частин; обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння їх призначення, роботи та їх застосування в електричних системах та мережах; користуватися апаратним та програмним забезпеченням, що використовується в процесі експлуатації електроенергетичних систем; вирішувати інженерні задачі, пов'язані з використанням засобів автоматизації в електроенергетичних системах.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти теоретичною базою таких дисциплін циклів математичної, наукової, професійної та практичної підготовки, як «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні мережі та системи», «Електрична частина станцій та підстанцій», «Теорія автоматичного керування».

Кредитний модуль «Автоматизація керування електроенергетичними системами» тісно взаємопов'язаний також з іншими дисциплінами циклу професійної та практичної підготовки, що спираються на неї, такими як «Регулювання режимів електричних систем», «Релейний захист та автоматизація енергосистем», «Основи мікропроцесорної техніки», що вивчаються студентами паралельно, або після вивчення даної дисципліни.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Зміст дисципліни структурно поділено на **4 розділи** (модулі), а саме:

1. **Електроенергетика, як об'єкт автоматизованого управління та його особливості**, до якого ввійшли питання щодо побудови, функцій і завдань системи управління ОЕС України, оперативно-диспетчерського управління в електроенергетиці, планування енергетичних режимів.
2. **Засоби автоматики та релейного захисту в системі автоматизованого управління**, до якого ввійшли питання роботи пристроїв автоматичного повторного ввімкнення, автоматичного ввімкнення резерву, способів синхронізації генераторів та швидкого

припинення їх асинхронного режиму, систем автоматичного регулювання частоти і активної потужності та автоматичного регулювання струму збудження генераторів.

3. **Автоматизоване управління режимами електроенергетичних систем**, до якого ввійшли питання про оперативного управління режимами, автоматизованого управління режимами, диспетчерських служб підприємств електроенергетики.
4. **Автоматизовані системи діагностики та керування в електроенергетиці**, до якого ввійшли питання про інформаційно - діагностичні та інформаційно-управляючі комплекси в сфері енергетики, систем обліку електричної енергії, засобів телемеханіки в системі диспетчерського управління.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Основні інформаційні ресурси:

1. *Говоров П. П., Харченко В. Ф., Говоров В. П. Автоматизація керування режимами міських електричних мереж: Харків - ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017 - 229 с.*
2. *Бобух А.О. Автоматизація інженерних систем: Навч. посібник. - Харків: ХНАМГ, 2005. - 212с.*
3. *Артюх С. Ф., Дуель М. А., Шелепов И. Г. Автоматизовані системи керування технологічними процесами в енергетиці. Харків 2001 р. – 392 с.*
4. *Кодекс системи передачі. К.: 2020 р. ( <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1724874-20#Text> ).*
5. *Кодекс системи розподілу. К.: 2018 р. ( <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0310874-18/print> ).*

##### Додаткові:

1. *Охріменко В. М. Автоматизовані системи диспетчерського управління. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 138 с.*
2. *Загальні технічні вимоги до автоматизованих систем керування технологічними процесами підстанцій 220-750 кВ ОЕС України. Київ, ДП «НЕК «Укренерго», 2018 р. – 41с.*
3. *Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). К.: Міненерговугілля України, 2017 р. – 617с.*

### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

##### *Лекційні заняття*

№ з/п	Назва теми лекції
<b>Змістовний модуль 1.</b>	
<b>Електроенергетика, як об'єкт автоматизованого управління та його особливості</b>	
1	<i>Електроенергетика, як об'єкт автоматизованого управління та його особливості. Управління режимом роботи ОЕС.</i>
2	<i>Оперативно-диспетчерське управління в електроенергетиці.</i>
3	<i>Диспетчерські служби підприємств електроенергетики.</i>
<b>Змістовний модуль 2.</b>	
<b>Засоби автоматики та релейного захисту в системі автоматизованого управління</b>	
4	<i>Пристрої автоматичного повторного ввімкнення в системі автоматизованого управління.</i>
5	<i>Пристрої автоматичного ввімкнення резерву, синхронізація генераторів та засоби автоматичного припинення їх асинхронного режиму.</i>

6	Автоматичне регулювання частоти і активної потужності в системі автоматизованого управління.
7	Пристрої автоматичного регулювання збудження, напруги та реактивної потужності в електроенергосистемі та запобігання порушення її стійкості
8	Обмеження на зниження та підвищення частоти і напруги в системі; запобігання перевантаження устаткування.
<b>Змістовний модуль 3.</b>	
<b>Автоматизоване управління режимами електроенергетичних систем</b>	
9	Управління режимом роботи енергосистеми.
10	Оперативно-диспетчерське управління в енергосистемі. Попередження та ліквідація технологічних порушень.
11	Автоматичне управління режимами електроенергосистем.
12	Вироблення й реалізація управляючих впливів засобами протиаварійного управління та автоматичне управління нормальними режимами
13	Організаційні структури підприємств електричних мереж.
14	Обладнання диспетчерських служб енергопідприємств.
<b>Змістовний модуль 4.</b>	
<b>Автоматизовані системи діагностики та керування в електроенергетиці</b>	
15	Автоматизовані системи технічного та комерційного контролю та обліку споживання електроенергії.
16	Засоби телемеханічного збору інформації в системах автоматизованого управління електроенергосистем.
17	Принципи побудови та характеристика інформаційно-діагностичних та управляючих комплексів в енергетиці.
18	Автоматизація систем диспетчерсько-технологічного зв'язку та систем обробки інформації.
ВСЬОГО 18 годин	

### Практичні заняття

№ з/п	Тема заняття	Годин
1	Основні положення Кодексу системи передачі в частині автоматизованого управління електроенергосистемами.	2
2	Основні положення Кодексу системи розподілу в частині автоматизованого управління електроенергосистемами.	2
3	Вимоги до автоматизованих систем керування підприємств електроенергетики.	2
4	Прилади вимірювання основних параметрів електричної мережі та автоматизації підстанцій PM130 PLUS, SATEC PM135, SATEK PM-175, SATEC PM180, SATEK SA300.	2
5, 6	Прилади управління та дистанційного захисту електричних мереж та автоматизації підстанцій SIEMENS серії 7S, 7U.	4
7	Програмний комплекс налаштувань приладів та аналізу даних в електричних мережах SATEK PAS Power Analysis Software.	2
8	Структура, призначення та застосування інформаційно-діагностичного комплексу "Регіна".	2
9	Обробка даних, захист, дистанційні керування та установки параметрів пристроїв серії SIPROTEC®4 за допомогою програми DIGSI®4.	2
ВСЬОГО		18

## 6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	36
2	Виконання домашніх завдань за матеріалами лекцій	33
3	Підготовка до МКР	10
4	Підготовка до заліку	5
	Всього	84

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 5% шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських наукових конференціях.;
- політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів;
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Основи мікропроцесорної техніки»;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц.мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

**Поточний контроль:** виконання домашніх завдань за матеріалами лекцій, МКР у вигляді комп'ютерного тестування.

**Календарний контроль:** провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

**Семестровий контроль:** залік.

**Умови допуску до семестрового контролю:** успішне складання комп'ютерного тесту, виконання домашніх завдань та стартовий рейтинг не менше 35 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, що студент отримує за:

- виконання домашніх завдань за матеріалами лекцій (18 завдань);
- модульний контроль;
- складання заліку.

2. Критерії нарахування рейтингових балів

2.1. Виконання домашніх завдань:

- робота виконана, можливо, з невеликими недоліками – 1 бал;
- робота не виконана або виконана з істотними недоліками – 0 балів.

За творчий підхід до виконання домашніх завдань нараховуються бонусні бали (усього не більш 5 балів).

2.2. Комп'ютерне тестування:

- більше 90% правильних відповідей – 12 балів;
- більше 75% правильних відповідей – 9 балів;
- більше 60% правильних відповідей – 5 балів;
- менше 60% правильних відповідей – 0 балів.

3. Умовою атестації є складання комп'ютерного тесту та отримання не менше 5 рейтингових балів.

4. На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три запитання (завдання). Кожне завдання оцінюється у 14 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 95% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 14 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 10-13 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 8-9 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

### *Перелік питань, що виносяться на семестровий контроль*

1. Роль енергетики в економіці країни.
2. Основні особливості електроенергетики.
3. Призначення магістральних електричних мереж.
4. Регіональні електроенергетичні системи України.
5. На які групи поділяють електростанції? Надайте їхню характеристику.
6. Завдання управління економікою в електроенергетиці.
7. Завдання управління якістю в електроенергетиці.
8. Завдання управління електроенергетикою.
9. Організаційне забезпечення електроенергетичної галузі.
10. Завдання оперативно-диспетчерського управління в енергетиці.
11. Задачі автоматичного управління мережами.
12. Фази управління якістю режимів в електроенергетиці.
13. Функції централізованого диспетчерського оперативно-технологічного управління.
14. Функціональні підрозділи, що виконують оперативне управління.
15. Завдання оперативного управління в ОЕС України.
16. Оперативне управління і оперативне відання, різницю між ними.
17. Основні завдання планування режиму роботи ОЕС України.
18. Дані, на підставі яких здійснюється планування режимів.
19. Завдання довгострокового планування.
20. Завдання короткотермінового планування.
21. Причини вимушеного відхилення від графіків навантаження.
22. Забезпечення автоматичного регулювання частоти.
23. Здійснення регулювання напруги в ЕЕС.
24. Призначення пристроїв автоматичного повторного ввімкнення (АПВ).
25. Місця установки пристроїв автоматичного повторного ввімкнення (АПВ).
26. Типи АПВ та їх коротка характеристика.
27. Випадки блокування роботи АПВ.
28. Поняття про несинхронне АПВ.
29. Часові параметри пристроїв АПВ, прискорення АПВ.
30. Застосування трифазної АПВ одно та двократної дії.
31. Поняття про швидкодіючу АПВ (ШАПВ).
32. Вимоги до застосування АПВ із контролем синхронізму (АПВ КС).
33. Застосування однофазної АПВ.
34. Вимоги до використання АПВ у лініях з двостороннім живленням.
35. Вимоги до використання АПВ у мережах із синхронними компенсаторами або електродвигунами.
36. Основні завдання управління устаткуванням енергооб'єктів.
37. Групи поділу оперативного персоналу в ОЕС України.
38. Задачі, що виділяються при автоматичному управлінні режимами ЕЕС.
39. Сутність задачі оцінки стану системи в алгоритмах протиаварійного управління.
40. Варіанти адаптації трифазних АПВ.
41. Підходи до реалізації управляючих впливів засобами протиаварійного управління.
42. Структура єдиної системи протиаварійної автоматики.
43. Обладнання комплексу єдиної системи протиаварійної автоматики.
44. Сутність автоматичного регулювання частоти активної потужності.
45. Принципи регулювання напруги в основній мережі.
46. Організаційна структура ПЕМ.
47. Види оперативного й технічного обслуговування.
48. Види оперативно-диспетчерського управління.

49. *Задачі оперативно-диспетчерських груп.*
50. *Структура та обсяг даних, які повинен мати диспетчер.*
51. *Основне обладнання диспетчерських служб.*
52. *Організаційне забезпечення оперативного і технічного обслуговування засобів ДТУ.*
53. *Задачі, що виконуються в АСДУ.*
54. *Склад технічних засобів АСДУ.*
55. *Підсистеми, що використовуються в рамках АСДУ.*
56. *Основні напрямки розвитку засобів інформаційного забезпечення диспетчерських пунктів.*
57. *Інформаційно-діагностичні комплекси в ЕЕС та їх призначення.*
58. *Основні модулі, блоки і технічні характеристики реєстратора ІДК „Регіна”.*
59. *Характеристика алгоритмів і програм реєстрації інформації.*
60. *Засоби зв'язку, що передбачаються для диспетчерських пунктів.*
61. *Схеми увімкнення каналів диспетчерського і технологічного управління.*
62. *Засоби зв'язку, що використовуються в ЕЕС.*
63. *Узагальнена структура автоматизованої системи передачі інформації.*
64. *Поняття каналів зв'язку та ліній зв'язку, їх відмінності.*
65. *Відмінності каналів зв'язку за швидкістю передачі.*
66. *Основні характеристики аналогових каналів зв'язку.*
67. *Основні характеристики цифрових каналів зв'язку.*
68. *Система комплексного селекторного зв'язку.*
69. *Технічні засоби, що входять до мережі АСКОЕ*
70. *Загальну постановку завдання обліку електричної енергії.*
71. *Основні вимоги до систем технічного обліку.*
72. *Вимоги до систем комерційного обліку.*
73. *Вимоги ПУЕ до вимірювальних комплексів.*
74. *Основні вимоги до лічильників електричної енергії.*
75. *Обладнання збору й передачі даних.*
76. *Системи АСКОЕ та ЛУЗОД та різниця між ними.*

***Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у Наказі № 7-177 від 01.10.2020 Про затвердження положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті.***

***Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):***

***Склав ст. викладач кафедри електричних мереж та систем, д.т.н. Халіков В .А.***

***Ухвалено кафедрою ЕМС (протокол № 13 від 13 червня 2023 р.)***

***Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 16 червня 2023 р.)***