



## СИСТЕМИ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

### 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>Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Альтернативна (Обов'язкова)</i>
Форма навчання	<i>очна/ дистанційна /змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>V осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS (120 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, РГР, (РР, ГР)</i>
Розклад занять	<i>36 год.-лекції, 18 год.-практичні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., проф. Терент'єв Олег Маркович, oltr_1@ukr.net, oltr1949@gmail.com</i> <i>Практичні: д.т.н., проф. . Терент'єв Олег Маркович, oltr_1@ukr.net, oltr1949@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<a href="https://classroom.google.com/c/MzIwMDE4MjIxNzY4?cjc=oqpjxae">https://classroom.google.com/c/MzIwMDE4MjIxNzY4?cjc=oqpjxae</a>

#### Програма навчальної дисципліни

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

5 семестр, 4 кредити, 36 год лекцій, 18 годин практик., 66 СРС, РГР, МКР, залік

В дисципліні розглядаються основні принципи побудови автоматизованих систем обліку електричної. Аналізуються та вивчаються їх основні властивості, характеристики, інженерні методи розрахунків основних параметрів та проектування установок автоматичного обліку електроенергії, визначення та оптимізації їх техніко-економічних характеристик споживання.

**Мета** вивчення дисципліни полягає в забезпеченні підготовки студентів з комплексу питань теорії, конструктивного влаштування, проектування та експлуатації автоматизованих систем обліку в промисловості, на транспортні та будівництві, в паливно-енергетичному комплексі.

**Предметом** вивчення дисципліни являється Стан і прогноз створення і впровадження інтелектуальних систем обліку електроенергії у світі Створення та реалізація концепції Smart Grid (Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology) та основної її складової – Smart Metering (системи інтелектуального обліку електроенергії) дозволяють успішно вирішувати наступні завдання

Вивчення цих питань базується на дисциплінах: Електропривод, Автоматизація технологічних процесів. Нелінійні задачі та ідентифікація мехатронних систем, Мікропроцесорні пристрої в установках енергоємних виробництв.

В результаті вивчення дисципліни «Системи обліку електричної енергії» студенти отримують такі компетентності:

**Загальні здатності:**

- до абстрактного мислення, аналізу і синтезу (ЗК1);
- застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК2);
- спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК3);
- до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК5);
- виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК6);
- працювати в команді (ЗК7);
- працювати автономно (ЗК8).

**Фахові здатності:**

- 1) вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (ФК1);
- 2) вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки (ФК2);
- 3) виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища (ФК8);
- 4) усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування (ФК9);
- 5) усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці (ФК10);
- 6) оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах (ФК11);
- 7) розробляти робочу проектну й технічну документацію з перевіркою відповідності розроблювальних проектів і технічної документації стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам (ФК13);
- 8) забезпечувати технологічність електротехнічного, електромеханічного та мехатронного устаткування та обладнання і процесів їх виготовлення для виробництва, передачі, розподілу та споживання електричної енергії (ФК16);
- 9) продемонструвати знання і навички комерційного та економічного контексту для проектування електромеханічних та мехатронних систем енергоємних виробництв (ФК17);
- 10) розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти та вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування Технічних рішень (ФК18).

**та програмні результати навчання:**

- 1) здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах (ПРН7);
- 2) уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем (ПРН9);
- 3) знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність (ПРН10);
- 4) розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень (ПРН12),
- 5) знати вимоги нормативних актів, що стосуються інженерної діяльності, захисту інтелектуальної власності, охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії, враховувати їх при прийнятті рішень (ПРН16);
- 6) розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж (ПРН17);

- 7) вмiти самостійно вчитися, опанувати новi знання i вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимiрювальною технiкою та прикладним програмним забезпеченням (ПРН18);
- 8) застосовувати придатнi емпiричнi i теоретичнi методи для зменшення втрат електричної енергiї при її виробництвi, транспортуваннi, розподiленнi та використаннi (ПРН19);
- 9) демонструвати знання та розумiння фундаментальних, природничих i iнженерних дисциплiн, зокрема фiзики, електротехнiки, схемотехнiки та мiкропроцесорної технiки на рiвнi, необхідному для аналізу функцiонування та безпечної експлуатацiї електромеханiчних та мехатронних пристроїв (ПРН21),
- 10) Творчо застосовувати: базовi знання в галузi iнформатики i сучасних iнформацiйних технологiй, мати навички програмування та використання програмних заходiв i роботи в комп'ютерних мережах, використовувати iнтернет-ресурси та демонструвати умiння розробляти алгоритми та програми в галузi створення новiтнiх машин та механiзмiв енергоємних виробництв (ПРН22).
- 11) демонструвати вмiння виконувати технiко-економiчне обгрунтування розроблення електромеханiчних та мехатронних систем та вмiти оцiнювати економiчну ефективнiсть вiд їх впровадження, демонструвати знання i розумiння комерцiйного та економiчного контексту для проектування та впровадження новiтнiх технологiй. (ПРН23);
- 12) методiв органiзацiї роботи i координацiї дяльностi персоналу, який обслуговує електромеханiчнi об'єкти i який виконує роботи в областi монтажу, налагодження та технiчного обслуговування засобiв контролю зовнiшнього середовища вибухо- та iскробезпечного обладнання, контролю стану iзоляцiї електричних мереж, засобiв охорони, пожежної та охоронно-пожежної сигналяцiї, блискавкозахисту, оповiщення та евакуацiї при виникненнi небезпечних ситуацiй (ПРН24).

## **2. Пре реквізити та пост реквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

*Вивчення дисципліни базується на курсах: Фізика, Гідравліка та гідропривід, Технічна механіка. Суміжними дисциплінами являються: Електропривод, Автоматизація технологічних процесів .*

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

**Навчальна дисципліна складається з 3 розділів:**

### **Розділ 1. Огляд інтелектуальних системи обліку електроенергії**

- Тема 1.1. Інтелектуальні системи обліку електроенергії
- Тема 1.2. Системи Розумне Вимірювання - Smart Metering
- Тема 1.3. Інтелектуальні лічильники електроенергії
- Тема 1.4. Зарубіжні автоматизовані системи контролю i обліку електроенергії
- Тема 1.5. Аналіз діючих АСОЕ
- Тема 1.6. Облік енерговитрат та енергопостачання у АСОЕ

### **Розділ 2. Лічильники-датчики АСОЕ регіонального ринку електроенергії**

- Тема 2.1. Лічильники-датчики АСОЕ регіонального ринку електроенергії
- Тема 2.2. Вузли обліку електричної енергії
- Тема 2.3. Підвищення ефективності систем обліку електроенергії
- Тема 2.4. Вплив асиметрії напруги на споживання ресурсів електростанцій
- Тема 2.5. Облік реактивної електроенергії
- Тема 2.6. Автоматизація обліку електроенергії

### **Розділ 3. Технологія Smart grid i майбутнє світової електроенергетики**

- Тема 3.1. Автоматизація обліку електроенергії
- Тема 3.2. Організація експлуатації приладів обліку електроенергії
- Тема 3.3. Визначення небалансу i межі припустимої похибки
- Тема 3.4. Розвиток i впровадження АСОЕ в умовах України
- Тема 3.5. Продовження попередньої
- Тема 3.6. Багатофункціональних електронних лічильників електроенергії

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

### Основна література

1. Наказ Мінпаливенерго (2000), НКРЕ, Держкоменергозбереження, Держстандарту, Держбуду, Держпромполітики 17.04.2000 № 32/28/28/276/75/54. Про затвердження Концепції побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку  
Retrieved from (Отримано з)  
[http://www.ukrenergogoexport.com/materials/Ukrenergogoexport\\_ASKUE\\_Koncepciya\\_postroeniya.pdf](http://www.ukrenergogoexport.com/materials/Ukrenergogoexport_ASKUE_Koncepciya_postroeniya.pdf)
2. А. Г. Чубенко, М. В. Лошицький, Д. М. Павлов, С. С. Бичкова, О. С. Юнін. (2018)— Білінг. Київ : Ваіте, — с. 112. — ISBN 978-617-7627-10-3
3. David Andeen (2013) Smart Grid Security: Recent History Demonstrates the Dire Need. Retrieved from: [www.maximintegrated.com/en/](http://www.maximintegrated.com/en/)
4. Новые источники энергии, 9-е издание, Тула/ Фролов А.В.// 2017-219с.
5. Альтернативна енергетика з використанням сонячних елементів: навч. вид. [для студентів спец. баз. напрямку «Мікро- і наноелектроніка»] / В. Ю. Єрохов ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». — Львів: Сполом, 2015.— 118 с.: іл. — Бібліогр.: с. 113—116 (46 назв).— ISBN 978-966-919-066-6
6. Brünghinghaus, M. (2018). Fuel comparison.  
Retrieved from <https://www.euronuclear.org/info/encyclopedia/f/fuelcomparison.htm>
7. Central Electricity Regulatory Commission. (2018). Report on Power Quality of Electricity Supply to the Consumers. New Delhi, p. 14-18. Retrieved from <http://www.forumofregulators.gov.in/Data/Reports/Power07.pdf>

### Додаткова:

1. Daily Electricity Generation / Consumption Schedule - UKRENERGO. (2018). Retrieved from <https://ua.energy/activity/dispatch-information/daily-electricity-production-consumption-schedule/Data.worldbank.org>. (2018). Electric power transmission and distribution losses (% of output) | Data. [online] Available at: <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.LOSS.ZS?end=2014&locations=UA&start=1990> [Accessed 12 Oct. 2018].
2. EBRD's Sustainable Energy Initiative: Energy Efficiency in the Energy Sector. (2019). Retrieved from <https://www.ebrd.com/cs/Satellite?c=Content&cid=1395237684588&d=Mobile&pagename=EBRD%2FContent%2FHublet>. Golian, V. (2017). A new impetus for the development of Ukrainian engineering is the challenge of time. *Retrieved from* [https://lb.ua/blog/vasiliy\\_golyan/384908\\_noviy\\_impuls\\_rozvitku\\_ukrainskogo.html](https://lb.ua/blog/vasiliy_golyan/384908_noviy_impuls_rozvitku_ukrainskogo.html)
3. Silva, P., Afonso, J., Monteiro, V., Pinto, J., & Afonso, J. (2017). Development of a Monitoring System for Electrical Energy Consumption and Power Quality Analysis. Proc. World Congress on Engineering 2017 (pp. 327-332). London: WCE 2017. Retrieved from [http://www.iaeng.org/publication/WCE2017/WCE2017\\_pp327-332.pdf](http://www.iaeng.org/publication/WCE2017/WCE2017_pp327-332.pdf)
4. Брүнглінгхаус, М. (2018). Порівняння палива. Отримано з <https://www.euronuclear.org/info/encyclopedia/f/fuelcomparison.htm> Центральної комісії регулювання електроенергетики. (2018). Звіт про якість електроенергії, що постачається споживачам. Нью-Делі, с. 14-18.
5. Щоденний графік виробництва/споживання електроенергії - УКРЕНЕРГО. (2018). Отримано з <https://ua.energy/activity/dispatch-information/daily-electricity-production-consumption-schedule/Data.worldbank.org>. (2018).

## Навчальний контент

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

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС
1	2	3	4	5	6
Вступ	4	2		-	2
<b>Розділ 1.Огляд інтелектуальних системи обліку електроенергії</b>					
Тема 1.1. Інтелектуальні системи обліку електроенергії	8	2	2	-	4
Тема 1.2. Системи Розумне Вимірювання - Smart Metering	4	2	2	-	-
Тема 1.3. Інтелектуальні лічильники електроенергії	4	2	2	-	-
Тема 1.4. Зарубіжні автоматизовані системи контролю і обліку електроенергії	8	2	2		4
Тема 1.5. Аналіз діючих АСОЕ	4	2	2		
Тема 1.6. Облік енерговитрат та енергопостачання у АСОЕ	4	2	2		
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>32</b>	<b>12</b>	<b>12</b>		<b>8</b>
<b>Розділ 2. Лічильники-датчики АСОЕ регіонального ринку електроенергії</b>					
Тема 2.1. Лічильники-датчики АСОЕ регіонального ринку електроенергії	4	2	2	-	2
Тема 2.2. Вузли обліку електричної енергії	8	2	2	-	2
Тема 2.3. Підвищення ефективності систем обліку електроенергії	4	2	-	-	2
Тема 2.4. Вплив асиметрії напруги на споживання ресурсів електростанцій	8	2	-	-	3
Тема 2.5. Облік реактивної електроенергії	4	1	2		1
Тема 2.6. Автоматизація обліку електроенергії	4	1	-		-
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>32</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>16</b>
<b>Розділ 3. Технологія Smart grid і майбутнє світової електроенергетики</b>					
Тема 3.1. Автоматизація обліку електроенергії	8	2	4 Захист	-	2
Тема 3.2. Організація експлуатації приладів обліку електроенергії	4	2	2 Захист	-	-
Тема 3.3. Визначення припустимого небалансу і межі припустимої похибки	4	2	2 Захист	-	
Тема 3.4. Розвиток і впровадження АСОЕ в умовах України	8	2	4 Захист	-	2
Тема 3.5. Продовження попередньої	4	2	2 Захист	-	-

Тема 3.6. Багатофункціональних електронних лічильників електроенергії	4	2	2 Захист	-	-
<b>Разом за розділом 3</b>	<b>32</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>4</b>
<b>Залік</b>	20			-	20
<b>Всього годин</b>	<b>120</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>66</b>

### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
	<b>Розділ 1. Огляд інтелектуальних системи обліку електроенергії</b>
	<b>Тема 1.1. Інтелектуальні системи обліку електроенергії</b>
1	<i>Лекція 1.</i> Вступ до предмету. Огляд світової практики розвитку інтелектуальних систем обліку електроенергії. <i>Рекомендована література:</i> [1] стор. 3-6. <i>СРС:</i> Історія розвитку та створення АСОЕ.
2	<b>Тема 1.2</b> Інтелектуальні системи обліку електроенергії <i>Лекція 2.</i> Системи розумне вимірювання - Smart Metering. Рівні організації інтелектуальних систем обліку Smart Metering <i>Дидактичні засоби:</i> таблиці параметрів АСОЕ. Структурні схеми класифікації АОЕМ. <i>Рекомендована література:</i> [1] стор. 7-18. <i>СРС:</i> Класифікація АОЕМ за різними видами.
	<b>Тема 1.3. Інтелектуальні лічильники електроенергії</b>
3	<i>Лекція 3..</i> Основні технічних характеристик однофазних інтелектуальних електронних приладів обліку електроенергії. Блок-схеми інтелектуальних лічильників <i>Дидактичні засоби:</i> Діючі схеми АСОЕ <i>Рекомендована література:</i> [2] стор. 19-22.
	<b>Тема 1.4.</b> Зарубіжні АСОЕ
4	<i>Лекція 4.</i> - Блок-схеми інтелектуальних лічильників. Європейський досвід реалізації проектів програм Smart Metering <i>Дидактичні засоби:</i> Блок-схеми інтелектуальних лічильників <i>Рекомендована література:</i> [3] стор. 19-22.
	<b>Тема 1.5. . Аналіз автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії</b> Аналіз діючих АСОЕ
5	<i>Лекція 5.</i> Аналіз автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії. Чинники, що обумовлюють вартість електроенергії <i>Дидактичні засоби:</i> таблиці вартості АСОЕ на сьогодні. <i>Рекомендована література:</i> [4] стор. 19-22..
	<b>Тема 1.6.</b> Облік енерговитрат та енергопостачання у АСОЕ
6	<i>Лекція 6.</i> <b>Облік енерговитрат та енергопостачання у АСКОЕ</b> Вимірювання і облік енерговитрат та енергопостачання структурних підрозділів і окремих споживачів. Склад автоматизованої системи контролю та обліку енергоресурсів <i>Дидактичні засоби:</i> демонстративні плакати. Комп'ютерна графіка по тема заняття. \ <i>Рекомендована література:</i> [5] стор. 19-22.
	<b>Розділ 2. Технологія Smart grid і майбутнє енергетики</b>
	<b>Тема 2.1.</b> Лічильники-датчики АСОЕ регіонального ринку електроенергії
7	<i>Лекція 7.</i> Лічильники-датчики АСОЕ регіонального ринку електроенергії Лічильники-датчики в системах АСОЕ <i>Дидактичні засоби:</i> типові схеми лічильників енергії <i>Рекомендована література:</i> [6] стор. 19-22..
	<b>Тема 2.2.</b> Розміщення вузлів обліку. Заходи захисту від несанкціонованого підключення

8	Лекція 8. Розміщення вузлів обліку. Технічні заходи захисту від несанкціонованого підключення. Комерційний облік на електростанції <i>Дидактичні засоби: демонстративні плакати. Комп'ютерна графіка по тема заняття..</i> <i>Рекомендована література: [7] стор. 19-22.</i>
	Тема 2.3. Вплив асиметрії напруги на споживання ресурсів електростанцій
9	Лекція 9. Значення коефіцієнтів асиметрії напруги в українській мережі. Коефіцієнти асиметрії напруги в електромережі України. Коефіцієнти асиметрії напруги в електромережі України <i>Дидактичні засоби: демонстративні плакати. Комп'ютерна графіка по тема заняття.</i> <i>Рекомендована література: [1] стор. 19-22.</i>
	Тема 2.4. Облік електроенергії на міждержавних лініях електропередачі
10	Лекція 10.. Вплив асиметрії напруги на споживання ресурсів електростанцій Оцінка річного вироблення електроенергії в Україні <i>Дидактичні засоби: демонстративні плакати. Комп'ютерна графіка по тема заняття..</i> <i>Рекомендована література: [2] стор. 29-32.Тема 3.1.</i>
	Тема 2.5. Облік електроенергії на міждержавних лініях електропередачі
11	Лекція 11. Облік реактивної електроенергії. Лічильники обліку реактивної енергії. Порядок і обсяг обслуговування АСОЕ. <i>Дидактичні засоби: демонстративні плакати. Комп'ютерна графіка по тема заняття.</i> <i>Рекомендована література: [3] стор. 32-38.</i>
	Тема 2.6. Автоматизація обліку електроенергії
12	Лекція 12. Облік фактичної видачі або споживання реактивної енергії генераторами електростанцій. Визначення плати за генерацію та споживання реактивної потужності <i>Дидактичні засоби: демонстративні плакати. Комп'ютерна графіка по тема заняття..</i> <i>Рекомендована література: [1] стор. 19-22.Тема 3.1.</i>
	<b>Розділ 3. Технологія Smart grid і майбутнє світової електроенергетики</b>
	<b>Тема 3.1. Автоматизація обліку електроенергії</b>
13	<b>Лекція 13.</b> Технологія Smart grid і майбутнє світової електроенергетики. Причини розробки концепції Smart grid. Виртуальна електростанція. Альтернативна енергетика и Smart grid <i>Дидактичні засоби: демонстративні плакати. Комп'ютерна графіка по тема заняття.</i> <i>Рекомендована література: [2] стор. 9-12.</i>
14	<b>Тема 3.2. Організація експлуатації приладів обліку електроенергії</b> Лекція 14. Організація експлуатації приладів обліку електроенергії. Порядок комерційного обліку електричної енергії. Розрахунковий облік електроенергії <i>Дидактичні засоби: демонстративні плакати. Комп'ютерна графіка по тема заняття..</i> <i>Рекомендована література: [4] стор. 49-25.Тема 3.1..</i>
	Тема 3.3. Визначення небалансу і межі припустимої похибки
15	Лекція 15. Визначення припустимого небалансу і межі припустимої похибки. Припустимий небаланс. Середньоквадратична похибка і-го вимірювального комплексу. Частка електроенергії, що пройшла через і-й вимірювальний комплекс <i>Дидактичні засоби: демонстративні плакати. Комп'ютерна графіка по тема заняття.</i> <i>Рекомендована література: [5] стор. 11-21..</i>
	Тема 3.4. Розвиток і впровадження АСОЕ в умовах України
16	Лекція 16. Створення першого локального рівня Оптового ринку електроенергії (ОРЕ). Охоплює 135 ПС напругою 220 – 750 кВ, які входять до складу магістральних електромереж (МЕМ). <i>Дидактичні засоби: демонстративні плакати. Комп'ютерна графіка по тема заняття..</i> <i>Рекомендована література: [5] стор. 32-42.Тема 3.1.</i>

	Тема 3.5. Продовження попередньої
17	Лекція 17. Розвиток і впровадження АСОЕ в умовах реформування оптового ринку електроенергії України <i>Дидактичні засоби: демонстративні плакати. Комп'ютерна графіка по тема заняття.</i> <i>Рекомендована література: [7] стор. 11-20..</i>
	Тема 3.6. Багатофункціональних електронних лічильників електроенергії
18	Лекція 18. Постанова НКРЕ від 23.05.2013 Р.№ 625. Заключна лекція <i>Дидактичні засоби: демонстративні плакати. Комп'ютерна графіка по тема заняття.</i> <i>Рекомендована література: [6] стор. 14-24.</i>

### Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять присвячені формування компетентностей розрахунку та вибору АСОЕ.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	<b>Практична робота (Пр) 1.</b> Техніка безпеки виконання практичних робіт. Технічні характеристики сучасних систем обліку електроенергії технічні характеристики сучасних систем обліку електроенергії. учасників ринку електричної енергії використання інтелектуальних систем обліку представляє інтерес. створення систем smart metering <i>дидактичні засоби: схеми розташування АСОЕ.</i> <i>рекомендована література: [1] стор. 21-23.</i> <i>срс: виконання завдань за варіантами заданою темою.</i>
2	<b>Практична робота (Пр) 2.</b> Огляд видів і вибір лічильників електроенергії Переваги і недоліки різних видів лічильників електроенергії, що використовуються в промисловості і побуті. Індукційні лічильники електроенергії. Переваги і недоліки індукційних лічильників електроенергії. Знайомство з Електронні лічильники електроенергії, їх переваги та недоліки. <i>дидактичні засоби: схеми розташування АСОЕ.</i> <i>рекомендована література: [4] стор. 21-23.</i> <a href="https://www.dtek-dnem.com.ua/ua/metering-devices">https://www.dtek-dnem.com.ua/ua/metering-devices</a> <i>срс: виконання завдань за варіантами заданою темою.</i>
3	<b>Практична робота (Пр) 3.</b> Технічні характеристики лічильника СЕ102М Мікропроцесорний лічильник електричної енергії СЕ102М. Практичне закріплення навичок експлуатації (монтажу, підключення та зняття показів) лічильника електричної енергії Концерну «Енергомера» СЕ102М. <i>дидактичні засоби: схеми розташування АСОЕ.</i> <i>рекомендована література: [1] стор. 48.</i> стор 48 <a href="https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/3.-Smart-Metering.pdf">https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/3.-Smart-Metering.pdf</a> <i>срс: виконання завдань за варіантами заданою темою.</i>
4	<b>Практична робота (Пр) 4.</b> Мікропроцесорний лічильник електричної енергії АЛЬФА А1140 Призначення, робочі схеми, основні технічні характеристики лічильника Альфа А1140, його переваги та недоліки . <i>дидактичні засоби: Демонстраційні плакати АльфаА1140.</i> <i>рекомендована література: [5] стор. 38.</i> <a href="https://core.ac.uk/download/pdf/83143658.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/83143658.pdf</a> <i>срс: виконання завдань за варіантами заданою темою.</i>



5	<p><b>Практична робота (Пр) 5.</b> Принципи побудови системи обліку електричної енергії в умовах енергоринку</p> <p>Загальні принципи організації вимірювань. Структурна схема багаторівневої системи обліку. Розрахунок робочих параметрів системи обліку електричної енергії в умовах енергоринку</p> <p><i>Дидактичні засоби:</i> схема підключення і методика багаторівневої системи обліку.</p> <p><i>Рекомендована література:</i> [6] стор.23-28.</p> <p><a href="http://www.ukrenergexport.com/materials/Ukrenergexport_ASKUE_Koncepciya_postroeniya.pdf">http://www.ukrenergexport.com/materials/Ukrenergexport_ASKUE_Koncepciya_postroeniya.pdf</a></p> <p><i>СРС:</i> виконання завдань за варіантами заданою темою.</p>
6	<p><b>Практична робота (Пр) 6.</b> Організації системи контролю та управління</p> <p>Знайомство з основними принципами організації системи контролю та управління електроенергії. Основні принципи організації збору і обробки інформації. Заходи щодо підвищення ефективності роботи системи обліку. Підвищення ефективності збору і обробки інформації</p> <p><i>Дидактичні засоби:</i> схема підключення і методика багаторівневої системи обліку.</p> <p><i>Рекомендована література:</i> [6] стор.23-28.</p> <p><a href="http://www.ukrenergexport.com/materials/Ukrenergexport_ASKUE_Koncepciya_postroeniya.pdf">http://www.ukrenergexport.com/materials/Ukrenergexport_ASKUE_Koncepciya_postroeniya.pdf</a></p> <p><i>СРС:</i> виконання завдань за варіантами заданою темою.</p>
7	<p><b>Практична робота (Пр) 7.</b> Визначення технологічно необґрунтованих втрат електроенергії від несиметрії.</p> <p>Розрахунок технологічно необґрунтованих втрат електроенергії від несиметрії.</p> <p>Згідно міждержавним стандартам визначаються коефіцієнти несиметрії напруги за: нульовою послідовністю; зворотною послідовністю.</p> <p><i>дидактичні засоби:</i> схеми розташування АСОЕ.</p> <p><i>рекомендована література:</i> [4] стор. 21-23.</p> <p><a href="https://www.dtek-dnem.com.ua/ua/metering-devices">https://www.dtek-dnem.com.ua/ua/metering-devices</a></p> <p><i>срс:</i> виконання завдань за варіантами заданою темою</p>
8	<p><b>Практична робота № 8.</b> Визначення технологічно необґрунтованих втрат електроенергії від несиметрії.</p> <p>Розрахунок трифазного силового трансформатора з несиметричним навантаженням. У силових трансформаторах додаткові втрати активної потужності від несиметрії, викликані протіканням в трансформаторі струмів зворотної послідовності</p> <p><i>дидактичні засоби:</i> схеми розташування АСОЕ.</p> <p><i>рекомендована література:</i> [4] стор. 21-23.</p> <p><a href="https://www.dtek-dnem.com.ua/ua/metering-devices">https://www.dtek-dnem.com.ua/ua/metering-devices</a></p> <p><i>срс:</i> виконання завдань за варіантами заданою темою</p>
9	<p><b>Практична робота (Пр) 9.Заключне заняття.</b></p> <p>До здача виконаних практичних робіт. Підвищування оцінки з практичної роботи після Їх доопрацювання. Захист індивідуальних робіт з дисципліни для студентів, які за власним бажанням обрали індивідуальні роботи.</p>

## 6. Самостійна робота студента/аспіранта

Години відведені на самостійну роботу студента зазначені в п.5. Методика опанування навчальної дисципліни, це підготовка до виконання та захисту практичних робіт, а також підготовка до модульної контрольної роботи заліку.

## Політика та контроль

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

Вивчення навчальної дисципліни “Системи обліку електричної енергії” потребує від здобувача вищої освіти:

- дотримання навчально-академічної етики;
- дотримання графіку навчального процесу;

- бути зваженим, уважним на заняттях;  
 - систематично опрацьовувати теоретичний матеріал;  
 - дотримання графіку захисту практичних та лабораторних робіт. Відповідь здобувача повинна демонструвати ознаки самостійності виконання поставленого завдання, відсутність ознак повторюваності та плагіату.

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на лекції, то йому слід відпрацювати цю лекцію у інший час (з іншою групою, на консультації).

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на практичних та лабораторних заняттях, то йому слід відпрацювати ці заняття у інший час (з іншою групою, на консультації).

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

**Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:**

- 1) виконання 1 модульної контрольної роботи;
- 2) виконання та захисту 8-ми практичних завдань;
- 3) позитивної відповідь на заліку.

**Система рейтингових балів та критерії оцінювання:**

	вчасна здача	1 перездача (протягом двох тижнів від початкового контролю)	2 перездача (без дотримання термінів виконання)
<b>1. Виконання модульної контрольної роботи:</b>			
- повністю правильно виконана робота	16	12	9
- робота виконана з незначними помилками	12	9	6
- робота не захищена	0	0	0
- відсутність на модульно-контрольній роботі без поважної причини	-3		
<b>2. Виконання лабораторних робіт. Лабораторні роботи не передбачені</b>			
<b>3. Виконання практичних завдань:</b>			
- завдання захищено з відмінним володінням матеріалу	2	1,5	1
- завдання виконано з відмінним володінням матеріалу	1,5	1	0,5
- завдання не виконано	0	0	0
- відсутність на практичному занятті без поважних причин			-1

### Розрахунок шкали (RC) рейтингу

$$RC(\max) = 2 \cdot 16 + 8 \cdot 2 + 6 \cdot 2 = 60 \text{ балів}$$

$$RC(\min) = 2 \cdot 16 \cdot 0,5 + 8 \cdot 2 \cdot 0,5 + 6 \cdot 2 \cdot 0,5 = 30 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів максимальна сума набраних балів складає 28 балів (3 пр., 0,5 МКР). На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг **не менше  $0,5 \cdot 28 = 14$  балів**.

За результатами 13 тижнів навчання максимальна сума набраних балів має складати 56 балів (6 пр., 0,5 МКР). На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг **не менше  $0,5 \cdot 56 = 28$  балів**.

**На заліку** студенти виконують письмову контрольну роботу (за бажанням), або дають усні відповіді на заданні питання. Кожне завдання містить два теоретичних питання і одне практичне. Кожне теоретичне питання оцінюється у 15 балів, практичне – 10 балів.

*Система оцінювання теоретичних питань:*

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 15 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 11 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 9 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

*Система оцінювання практичного питання:*

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 7,5 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

#### **Шкала рейтингових балів та критерії оцінювання екзамену (RE):**

	бали
- повністю правильна відповідь	40...38
- відповідь з незначними помилками	37...30
- відповідь з помилками	29...20
- відповідь не зарахована	19-0

**Рейтингова шкала з дисципліни складає  $R=RC+RE=60+40=100$  балів**

Переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою

<i>Рейтингові бали, RD</i>	<i>Оцінка за університетською шкалою</i>
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре
$75 \leq RD \leq 84$	Добре
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо
$RD < 60$	Незадовільно
Невиконання умов допуску до семестрового контролю	Не допущено

Необхідною умовою допуску до екзамену є повне виконання навчального плану, а також попередній рейтинг не менше 30 балів та не менш ніж одна позитивна атестація.

Студенти, які виконують додаткові завдання та проявлять творчу ініціативу отримують заохочувальні бали від 1 до 10.

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

### **Контрольні запитання з дисципліни “Системи обліку електричної енергії”**

#### **1. Стан і прогноз впровадження інтелектуальних систем обліку електроенергії.**

##### **Відповідь 1.1.**

Реалізація концепції Smart Grid (Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology) та основної її складової – Smart Metering

#### **2. Що з ключовими сегментами, на яких позначається розвиток Smart Grid-технологій?**

**Відповідь 1.2**

- облік енергоресурсів;
- автоматизація розподільних мереж;
- керування режимами роботи та моніторинг стану електротехнічного устаткування;
- автоматизація магістральних електричних мереж, вузлових підстанцій і регулювання перетікань;
- електричні мережі та установки споживачів;
- нетрадиційні та поновлювані джерела енергії.

**3. Які основні задачі стоять перед галуззю на сьогодні?****Відповідь 1.3**

- підвищення надійності та якості електропостачання;
- забезпечення енергетичної ефективності;
- збереження навколишнього середовища.

**4. Що таке Диверсифікація****Відповідь 1.4**

Диверсифікація — це стратегія зниження ступеня ризику шляхом розподілу інвестицій чи інших ресурсів між декількома напрямками діяльності. Економічний ризик: ігрові моделі (2020). Retrieved from <https://library.if.ua/books/132.html>

**5. Що становить основу мереж Smart Grid****Відповідь 1.5**

Основа мереж Smart Grid становлять інтелектуальні системи обліку генерації, передавання й споживання електричної енергії – Smart Metering [1].

**6. Що передбачає система Smart Metering?****Відповідь 1.6**

- установлення інтелектуальних приладів обліку у виробника й споживача;
- автоматизацію системи опитування;
- оброблення даних і надання інформації щодо виробництва;
- передавання, розподілу і споживання енергоресурсів (додаток 2) з реалізацією функцій:
- облік різного виду енергоресурсів (електроенергія, гаряча та холодна вода, тепло, газ);
- двонаправлений облік електроенергії;
- багато тарифна схема обліку;
- тривале зберігання та передавання облікових даних і подій;
- захист від несанкціонованих дій;
- віддалене керування електроспоживанням тощо.

**7. Що є основною метою «інтелектуальних» вимірювань приладами обліку електроенергії?****Відповідь 1.7.**

Є підвищення платіжної дисципліни, боротьба з неплатежами, розкраданням електроенергії.

**8. Що дозволяють «розумних лічильників» Smart Grid?****Відповідь 1.8.**

- оптимізувати енергоспоживання;
- знижувати комерційні й технічні втрати енергії;
- зменшувати необхідність у нових енергетичних потужностях;
- можливість управляти енергоспоживанням у режимі реального часу.

**9. В яких умовах (Доки?) Проблема розкрадання електроенергії залишатиметься актуальною?****Відповідь 1.9.** В умовах

- зростання вартості електроенергії;
- зниження платоспроможності споживачів;
- відсутності ефективної правової бази щодо фінансової відповідальності за розкрадання електроенергії.

**10. Що може бути найбільш ефективним організаційним заходом із боротьби з розкраданням електроенергії?**

**Відповідь 1.10**

Масове впровадження автоматизованих систем обліку електроенергії (АСКОЕ).

**11. Що дозволяють системи АСОЕ вирішувати комплекс важливих завдань включаючи:**

**Відповідь 1.11**

- віддалене зняття показань з приладів обліку;
- автоматичну фіксацію їх у певному проміжку часу;
- виявлення точок втрат;
- миттєве дистанційне обмеження в навантаженні або повне відключення від електроенергії неплатників.

Лекція 2.

**12. Скільки рівнів мають системи АСОЕ (Автоматизовані системи обліку)?**

**Відповідь 1.12**

В загальному випадку АСОЕ містять два або три рівні (рисунок 2.1-2.2):

**13. Що передбачає створення системи розумне вимірювання - Smart Metering ?**

**Відповідь 1.13**

- формування декількох рівнів;
- первинні вимірювальні перетворювачі (ПВП) з телеметричними виходами;
- безперервне або з мінімальним інтервалом усереднювання вимірювальних параметрів електроенергії.

Лекція 3

**14. Які функції окрім метрологічних є у багатофункціональних пристроях обліку щодо точності виміру параметрів електричної енергії**

**Відповідь 3.14.**

У багатофункціональних пристроях обліку крім метрологічних функцій щодо точності виміру параметрів електричної енергії реалізуються:

- комутаційні функції;
- передбачаються дискретні входи/виходи для здійснення завдань телемеханіки та управління;
- виходи для здійснення завдань комутації та блокування мережі;
- передбачається забезпечення можливості використання стандартних інтерфейсів тощо.

**15. Які параметри відносяться до технічних характеристик однофазних інтелектуальних електронних приладів обліку електроенергії?**

**Відповідь 3.14.**

- клас точності,
- номінальна напруга і максимальна сила струму,
- межа чутливості приладу обліку,
- номінальна частота вимірювальної мережі,
- багато тарифний облік,
- засоби захисту від несанкціонованого впливу на роботу приладу,
- термін збереження профілю навантаження,
- граничного робочого діапазону температури,
- міжповірного інтервалу,
- середнього терміну служби тощо.

**16. Що інноваційне у інтегрованих системах вимірювальних рішень СіК (система на кристалі ?**

**Відповідь 3.16.**

СіК виконує функції цілого пристрою розташованого на одній інтегральній схемі) за методом Single Converter Technology компанії Meridian.

**17. Які Чинники, що обумовлюють вартість електроенергії?**

**Відповідь 5.17.**

Вартість електроенергії буває досить різною і залежить від чинників що обумовлюють:

- витрати на її виробництво та передачу,

- періоду попиту,
- величини заявленої потужності,
- час споживання;
- собівартість електроенергії.

**18. Що забезпечує автоматизація функціонування системи управління у реальному часі?**

**Відповідь 5.18**

Автоматизація функціонування системи управління у реальному часі забезпечує:

- комерційний облік і контроль виробництва;
- постачання;
- споживання електричної енергії.

**19. Що необхідне містить в собі АСОЕ?**

**Відповідь 5.19**

АСОЕ містить в собі комплекс алгоритмічних, математичних, програмних та технічних засобів необхідних для [14]:

- для визначення кількості та контролю потужності;
- максимуму та мінімуму навантаження;
- збільшення точності обліку перетікань електроенергії;
- збереження необхідних даних про кількість перетікання електроенергії;
- розподілу між споживачами необхідної кількості електроенергії;
- планування добових графіків роботи на різних рівнях електроспоживання.

**20. Що повинна забезпечувати АСОЕ за своїми технічними характеристиками ?[11]:**

**Відповідь 5.20.**

- обмін інформацією щодо споживання, вироблення та передавання електричної енергії з платіжними системами;
- збір, оброблення та зберігання облікової інформації.
- забезпечувати періодичність інтегрування облікової інформації через 15, 30 та 60 хвилин;
- забезпечення багатоваріантного обліку електроенергії:
- облік для кожної тарифної зони окремо в залежності від зростаючих підсумків для облікових періодів (доба, місяць, квартал);
- в періоді інтегрування для кожної тарифної зони визначення величини максимальної потужності для аналізу та прогнозування щодо споживання електроенергії.
- автоматизоване управління програмуванням тарифних зон та чинних тарифів.

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

**СИСТЕМИ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**

Складено д.т.н., проф. Терентьев Олег Маркович

Ухвалено кафедрою АЕМК (протокол № 7 від 23.06.2021)

Погоджено Методичною комісією інституту ІЕЕ (протокол № 8 від 23.06.2021)