**ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет** інженерії, транспорту та архітектури

**Кафедра** Машин та апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан ФІТА \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Олександренко В.П.

\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**СИЛАБУС**

Навчальна дисципліна **Автоматизовані системи вимірювання, обліку та керування**

**енергопостачання**

Освітньо-професійна програма **141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**

Рівень вищої освіти **перший (бакалаврський)**

**Загальна інформація**

|  |  |
| --- | --- |
| **Позиція** | **Зміст інформації** |
| **Викладачі** | **Майдан Павло Сергійович** |
| **Профайл викладача** | <http://maees.khnu.km.ua/?page_id=556> |
| **E-mail викладача(ів)** | [maidanp@khmnu.edu.ua](mailto:maidanp@khmnu.edu.ua) |
| **Контактний телефон** | заповнюється за домовленістю |
| **Сторінка дисципліни в ІСУ** | <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=5979> |
| **Навчальний рік** | 2022-2023 |
| **Консультації** | **онлайн:** за необхідністю та попередньою домовленістю |

**Характеристика дисципліни**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Статус дисципліни | Форма навчання | Загальний обсяг | | Кількість годин | | | | | | Курсовий проект | Курсова робота | Форма семестро-вого контролю | |
| Аудиторні заняття | | | | Індивідуальна робота студента | Самостійна робота, в т.ч. ІРС | Залік | Іспит |
| Кредити ЄКТС | Години | Разом | Лекції | Лабораторні роботи | Практичні заняття |
| О | Д | 5 | 150 | 52 | 26 | 26 | - | – | 98 | – | – | + | – |

**Анотація дисципліни**

Дисципліна «Автоматизовані системи вимірювання, обліку та керування енергопостачання» є однією зі спеціальних дисциплін і займає провідне місце у підготовці бакалаврів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Дисципліна викладається для здобувачів освітньо-професійного рівня бакалавр 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». При викладанні дисципліни використовуються активні і творчі форми проведення занять, зокрема, методи проблемного навчання.

***Пререквізити:*** електрична частина станцій та підстанцій, електричні системі та мережі, енергозабезпечення промислових підприємств та цивільних споруд, мікропроцесорні пристрої та системи керування, електричні апарати, електричні машини..

***Кореквізити:*** кваліфікаційний проєкт.

**Мета і завдання дисципліни**

***Мета дисципліни:*** Формування знань та умінь, необхідних інженеру-енергоменеджеру підприємства для побудови та використання автоматизованих систем обліку, аналізу отриманих даних та регулювання енергоспоживання.

***Завдання дисципліни*** Вивчення побудови автоматизованих систем комерційного обліку та керування енергоспоживанням (АСКОЕ) підприємств та енергосистем, а саме: - нормативної бази; - метрологічних засад на яких будуються та атестуються АСКОЕ; - схем підключення лічильників енергії; - структури АСКОЕ різного рівня та взаємодія між ними; - протоколів обміну даних.

**Очікувані результати навчання**.

Здобувач, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: уміти забезпечувати ефективні режими технологічних процесів передачі, постачання та споживання електричної енергії, здійснювати пусконалагоджувальні роботи, оперативне обслуговування, профілактичні та діагностичні випробування, ремонті роботи енергопостачальних систем підприємств, енергетичних установок, енергоустаткування з традиційними та відновлювальними джерелами енергії відповідно до технологічних регламентів, використовувати методики досліджень, контрольно-вимірювальну апаратуру, електронну та мікропроцесорну техніку при дослідженні, виробництві, експлуатації та обслуговуванні електрообладнання, об’єктів та систем електроенергетики та електротехніки; володіти: навиками проектування, моделювання та розрахунку системи електропостачання, електрообладнання, технічних об’єктів та систем електроенергетики та електротехніки за допомогою прикладних програм, засобів автоматизованого проектування та сучасних мов програмування.

**Тематичний і календарний план вивчення дисципліни**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **тижня** | **Тема лекції\*** | **Тема лабораторного заняття\*** | **Самостійна робота студентів** | | |
| **Зміст** | **Год.** | **Література** |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** |
| **1** | Користування та облік електроенергії. Загальні положення про користування електроенергією. Умови й режими споживання електроенергії. Організація експлуатації засобів обліку електроенергії. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1, підготовка до виконання  лабораторної роботи №1. Одержання теми №2 | 7 | [1;2;3;4; 9, с. 60-66]. |
| **2** | Прилади обліку електричної енергії. Класифікація приладів обліку електроенергії. Вимоги до приладів обліку електроенергії. Класи точності приладів обліку. Електромеханічні лічильники електроенергії. Електронні й цифрові лічильники електроенергії. Датчики струму й напруги. Принципові схеми електронного електролічильника. Вибір електролічильників. Погрішності виміру. Обслуговування приладів обліку електроенергії | Лабораторна робота (далі ЛР) 1. Вимірювання активної потужності у трифазному колі. | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2. Підготовка до захисту лабораторної роботи № 1. | 7 | [1;2;3;4; 9, с. 60-66]. |
| **3** | Багатотарифні системи обліку електричної енергії. Багатотарифні системи оплати. Тарифні коефіцієнти. Багатотарифні прилади обліку. Структура багатотарифних інтегрованих приладів обліку. Цифрові інтерфейси й вбудовані тарифікатори. Перехід на диференціальні тарифи |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3, підготовка до виконання лабораторної роботи №2. Одержання теми №3. | 7 | [1;2;3;6, с. 6-12; 7, c. 338-343]. |
| **4** | Передплатні системи контролю й обліку споживання електричної енергії. Основні функції передплатних електролічильників. Принцип побудови передплатних електролічильників. IС-карта й зміст інформації збереженої на ній. Заходи щодо захисту від підроблених IС-карт. Організація продажу IС-карт і оплати за електроенергію. Ефективність застосування передплатних систем | ЛР 2. Перевірка однофазного індукційного лічильника активної електроенергії. | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4. Підготовка до захисту лабораторної роботи № 2. | 7 | [1;2;3;6, с. 6-12; 7, c. 338-343]. |
| **5** | Дистанційні системи обліку споживання електричної енергії. Мета та завдання систем дистанційного контролю та обліку споживання електроенергії. Переваги та відмінні риси систем дистанційного контролю та обліку споживання електроенергії. Використання електричних мереж для передачі даних. Архітектура систем дистанційного контролю й обліку. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т5, підготовка до виконання практичної роботи №3. Одержання теми №6. | 7 | [1;2;3;6, с. 6-12; 7, c. 338-343]. |
| **6** | Автоматизовані системи контролю й обліку електроенергії. Напрямок підвищення ефективності керування енергоспоживанням. Сучасні комплексні системи контролю та обліку електроенергії. Основні принципи побудови АСКОЕ. Завдання обліку споживання та переваги автоматизованих систем контролю електроенергії. Використовувані технології побудови АСКУД. Принципи створення сучасних АСКОЕ. Структура побудови автоматизованих систем контролю та обліку. | ЛР 3. Перевірка схем увімкнення індукційних лічильників електроенергії. | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т6. Підготовка до захисту практичної роботи № 3. | 7 | [1;2;3;6, с. 6-12; 7, c. 338-343]. |
| **7** | Призначення автоматизованих систем диспетчерського управління. Автоматизовані системи диспетчерського управління. Завдання оперативного контролю та управління (1 група). Технологічні завдання (2 група) |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т7, підготовка до виконання лабораторної роботи №4. Одержання теми №8. | 7 | [6, с. 18-38; 7, c. 346-359] |
| **8** | Призначення автоматизованих систем диспетчерського управління. Завдання автоматичного управління (3 група). Завдання АСКОЕ (4 група). Системи автоматичного регулювання частоти й потужності. | ЛР 4. Вимірювання електричних параметрів електровимірювальними кліщами | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т8. Підготовка до захисту лабораторної роботи № 4. | 7 | [6, с. 18-38; 7, c. 346-359] |
| **9** | Автоматизовані системи диспетчерського управління рівня району електричних мереж. Завдання і функції автоматизованої системи диспетчерського управління. Склад і структурна схема автоматизованої системи диспетчерського управління. Телемеханіка та система передавання даних. Автоматизовані системи диспетчерського управління рівня підприємства електромереж (ПЕМ) та обленерго. Автоматизовані системи диспетчерського управління мережами 220-750 кВ |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т9, підготовка до виконання лабораторної роботи №5. Одержання теми №10. | 7 | [6, с. 18-38; 7, c. 346-359] |
| **10** | Призначення автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії (АСКОЕ). Автоматизована система комерційного обліку електричної енергії, технічні засоби. Системи АСКОЕ. Загальна структура АСКОЕ | ЛР 5. Вимірювання електроенергії та параметрів режиму мережі за допомогою багатофункціонального лічильника «ЕЛВІН» | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т10. Підготовка до захисту лабораторної роботи № 5. | 7 | [6, с. 18-38; 7, c. 346-359] |
| **11** | Функції, класифікація, вимоги до технічних засобів контролю енергетичних ресурсів для моніторингу енергетичної ефективності. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т11, підготовка до виконання лабораторної роботи №6. Одержання теми №12. | 7 | [5, с. 47-48; 6, c. 60-64] |
| **12** | Технічні засоби контролю параметрів теплової енергії. Вимоги, основні типи, функціональні можливості, умови застосування, схеми включення. Загальні відомості. Основні терміни й визначення. Організація контролю теплової енергії й теплоносія, відпущених у водяні системи теплопостачання. Основні вимоги до приладів контролю теплової енергії. Види лічильників теплової енергії. Інфрачервоні безконтактні термометри (пірометри). Тепловізійне обстеження | ЛР 6. Дослідження автоматизованої системи комерційного обліку  електричної енергії «Power Line v2». | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т12. Підготовка до захисту лабораторної роботи № 6. | 7 | [5, с. 47-48; 6, c. 60-64] |
| **13** | Технічні засоби контролю параметрів витрати води, повітря. Вимоги, основні типи, функціональні можливості, умови застосування, схеми включення. Витратоміри води. Витратоміри повітря. Газоаналізатори. |  | Опрацювання теоретичного матеріалу з Т13, підготовка до виконання практичної роботи №7. Одержання теми №14. | 7 | [5, с. 16-18, 22-32; 9, c. 128-136; 10, c. 107-112]. |
| **14** | Технічні засоби контролю мікроклімату (температурно-вологісний режим, світловий потік і ін.) Вимоги, основні типи, функціональні можливості, умови застосування. Виміри параметрів мікроклімату. Вимірники світлового потоку. | ЛР 7. Вимірювання струму короткого замикання петлі «Фаза-нуль» | Захист лабораторних робіт. | 7 | [5, с. 16-18, 22-32; 9, c. 128-136; 10, c. 107-112]. |

***Примітка***: **\*** Лекції, проводяться по дві години, лабораторні заняття по чотири години, крім підсумкового заняття; послідовність проведення занять визначається розкладом (може не відповідати нумерованим тижням)

**Політика дисципліни**.

Організація освітнього процесу з дисципліни відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Здобувач зобов’язаний відвідувати лекції та практичні заняття згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, завдання виконувати відповідно до графіка. Пропущене практичне заняття здобувач зобов’язаний опрацювати самостійно у повному обсязі і відзвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До занять здобувач має підготуватись за відповідною темою і проявляти активність. Набутті особою знання з дисципліни або її окремих розділів у неформальній освіті зараховуються відповідно до Положення про порядок перезарахування результатів навчання у ХНУ (<http://khnu.km.ua/root/files/01/06/03/006.pdf>).

**Критерії оцінювання результатів навчання**.

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за ***чотирибальною*** шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих ***позитивно*** з урахуванням коефіцієнта вагомості і встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. При оцінюванні знань здобувачів використовуються різні засоби контролю, зокрема: усне опитування; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом розв’язання задач та захисту лабораторних робіт. Оцінка, яка виставляється за лабораторну роботу, складається з таких елементів: знання теоретичного матеріалу з теми; вміння студента обґрунтувати прийняті рішення та розв’язувати задачі; своєчасне виконання завдання.

**Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання аспіранта**

**денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Аудиторна робота | | | | | | | | | Підсумковий контроль, залік |
| Лабораторні роботи | | | | | | | | Аудиторна контрольна робота |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | За рейтингом |
| ВК: 0,75 | | | | | | | | 0,25 | 0 |

*Умовні позначення:* Т - тема дисципліни; ВК - ваговий коефіцієнт.

**Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Оцінка**  **ECTS** | **Інституційна шкала балів** | **Інституційна оцінка** | | **Критерії оцінювання** |
| A | 4,75-5,00 | 5 | Зараховано | **Відмінно** – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків. |
| B | 4,25-4,74 | 4 | **Добре** – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками. |
| С | 3,75-4,24 | 4 | **Добре** – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками. |
| D | 3,25-3,74 | 3 | **Задовільно** – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією. |
| E | 3,00-3,24 | 3 | **Задовільно** – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання |
| FX | 2,00-2,99 | 2 | Незараховано | **Незадовільно** – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни |
| F | 0,00-1,99 | 2 | **Незадовільно** – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни. |

**Питання для підсумкового контролю з дисципліни**

1. Який припустимий клас точності визначений для розрахункових лічильників активної енергії для непромислових організацій?

2. Яка мінімальна висота установки затискачів лічильників активної енергії від підлоги визначена Правилами пристрою електроустановок?

3. Допускається або не дозволяється застосування розрахункових лічильників у шафах зовнішньої установки?

4. Дозволяється або не допускається в електропроводці до розрахункових лічильників наявність пайок?

5. Які вимоги пред'являються до установки розрахункових лічильників на сходових клітках будинків і споруджень?

6. Хто виконує заміну й перевірку розрахункових лічильників, по яких проводиться розрахунки між енергопостачальними організаціями й споживачем?

7. За якими показниками розрізняють лічильники електричної енергії?

8. Які вимоги ставляться до приладів врахування електричної енергії?

9. Класи точності лічильників.

10. Принцип дії та особливості роботи електромеханічних лічильників.

11. Принцип дії та особливості роботи електронних лічильників.

12. За якими характеристиками обирають лічильники?

13. Які погрішності виміру бувають?

14. Обслуговування лічильників.

15. Багатотарифні системи оплати та тарифні коефіцієнти.

16. Багатотарифні прилади обліку та структура багатотарифних приладів.

17. Інтерфейси багатотарифних приладів.

18. Диференціальні тарифи.

19. Основні функції передплатних електролічильників.

20. Принцип побудови передплатних електролічильників.

21. IС-карта й зміст інформації збереженої на ній.

22. Заходи щодо захисту від підроблених IС-карт.

23. Ефективність застосування передплатних систем.

24. Мета й завдання систем дистанційного контролю й обліку споживання електроенергії.

25. Переваги й відмінні риси систем дистанційного контролю й обліку споживання електроенергії.

26. Використання електричних мереж для передачі даних.

27. Архітектура систем дистанційного контролю й обліку.

28. Напрямок підвищення ефективності керування енергоспоживанням.

29. Сучасні комплексні системи контролю й обліку електроенергії.

30. Основні принципи побудови АСКОЕ

31. Завдання обліку споживання й переваги автоматизованих систем контролю електроенергії.

32. Використовувані технології побудови АСКУД.

33. Принципи створення сучасних АСКОЕ.

34. Структура побудови автоматизованих систем контролю й обліку.

35. Що розуміється під погрішністю виміру?

36. У чому відмінність абсолютної погрішності від відносної?

37. Які існують концепції побудови енергоаудиторської лабораторії?

38. Якими основними критеріями повинні мати вимірювальні прилади використовувані для проведення моніторингу споживання енергетичних ресурсів?

39. Які документи повинні мати прилади використовувані для проведення моніторингу споживання енергетичних ресурсів?

40. Яким ДСТ регламентується якість електричної енергії?

41. Якими основними функціями повинні мати аналізатори якості електричної енергії?

42. Яким мінімальним класом точності повинні мати аналізатори якості електричної енергії?

43. Які існують лічильники електричної енергії розділені за принципом виконання заданих функцій?

44. Для яких цілей необхідне впровадження системи АСКОЕ по підприємству?

45. Яке встаткування входить до складу теплолічильника?

46. Які існують типи водяних систем теплопостачання?

47. Що таке теплоносій, і які сучасні види теплоносіїв існують?

48. Які основні вимоги повинні пред'являється до приладів обліку теплової енергії?

49. На які види підрозділяються витратоміри за принципом роботи?

50. Які існують види пірометрів?

51. Які особливості повинні бути дотримані при проведенні тепловізійного обстеження зовнішніх конструкцій, що обгороджують?

**Методичне забезпечення**

Навчальний процес з дисципліни «Автоматизовані системи вимірювання, обліку та керування енергопостачання» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою.

**Рекомендована література**

**Основна**

1. Стефани Е. П. Основы построения АСУ ТП / Е. П. Стефани. – М. : Энергоиздат, 1982.

2. Гриценко В. И. Информационная технология: вопросы развития и применения / В. И. Гриценко, Б. Н. Паньшин. – Киев : Наукова думка. – 1988. – 272 с.

3. Черемісін М. М. Автоматизація обліку та управління електроспоживанням : посібник для вищих навчальних закладів / М. М. Черемісін, В. М. Зубко. – Xарків : Факт, 2005. – 192 с.

4. Автоматизовані системи контролю, обліку та управління енерговикористанням [електронне видання] /О.В. Коцар // Навч. посібн. - К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, - Дніпро: Середняк Т.К., 2017 - 44 с.

**Допоміжна**

5. Про Національну комісію, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг / Закон України // Відомості Верховної Ради – 2016. – № 51. – с 833.

6. Програма послідовного впровадження АСКОЕ в ОРЕ України // [затв. Радою ОРЕ, протокол від 25.11.2005 №12].

7. Концепція Інформаційно-обчислювального комплексу Головного оператора Системи комерційного обліку Оптового ринку електроенергії України / розроб.: А. В. Праховник, О. В. Коцар, Ю. О. Расько // [затв. ДП «Енергоринок» 10.11.2011 ] – 68 с.

8. Інструкція про порядок формування кодів якості даних комерційного обліку електроенергії [Електронний ресурс] / розроб.: О. В. Коцар, Ю. О. Расько // [затв. ТОВ «УНВК-ЕТУ», 03.05.2012] – 32 с.– Режим доступу : <http://www.er.gov.ua/doc.php?c=13>, вільний. – назва з екрана

9. Кодекс комерційного обліку електричної енергії. Проект. Версія 1.1 від 31.10.2016.

**Інформаційні ресурси**

1. Модульне середовище для навчання (розміщені усі необхідні матеріали з дисципліни, в тому числі тестові завдання для поточного та семестрового контролю знань), кодове слово «АСКОЕ».
2. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: <http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/p1age_lib.php>
3. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale>

Розробник: к.т.н., доц. Павло МАЙДАН

*Погоджено:*

Зав. каф. МАЕЕС д.т.н., проф. Олег ПОЛІЩУК

Гарант ОПП «Енергетичний менеджмент» к.т.н., доц. Павло МАЙДАН