



**ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення



**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ПРОЄКТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ВУЗЛІВ І ПІДСИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ**

Другого рівня вищої освіти

м. Кропивницький

## 1. Загальна інформація

Назва дисципліни	<b>Проектування енергоефективних обчислювальних вузлів і підсистем живлення</b>
Викладач	Лектор – Дреева Ганна Миколаївна, доктор філософії, доцент, доцент кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення.
Контактний телефон	службовий: (0522)390-449 – робочі дні з 8 <sup>30</sup> до 14 <sup>20</sup>
E-mail:	drieievahm@kntu.kr.ua
Консультації	<i>Очні консультації</i> відповідно до затвердженого графіку консультацій <i>Онлайн консультації</i> засобами електронної пошти, месенджерів у робочі дні

## 2. Анотація дисципліни

Курс «**Проектування енергоефективних обчислювальних вузлів і підсистем живлення**» спрямований на формування у здобувачів вищої освіти поглиблених знань і практичних навичок з проектування, аналізу та експлуатації обчислювальних вузлів з урахуванням вимог енергоефективності, надійності та стабільності електроживлення. Вивчення дисципліни орієнтоване на підготовку фахівців, здатних працювати з сучасними апаратними платформами, серверними та вбудованими системами, аналізувати енергоспоживання компонентів, проектувати підсистеми живлення та впроваджувати інженерні рішення для зниження енергетичних витрат у датацентрах, вбудованих і високопродуктивних обчислювальних системах.

## 3. Мета і завдання дисципліни

**Метою викладання дисципліни «Проектування енергоефективних обчислювальних вузлів і підсистем живлення»** є формування у здобувачів вищої освіти системних знань та інженерних компетентностей у галузі проектування енергоефективних обчислювальних вузлів і підсистем живлення, а також підготовка до професійної діяльності, пов'язаної з розробленням, оптимізацією та експлуатацією апаратних платформ з урахуванням енергетичних, теплових і експлуатаційних обмежень.

**Основними завданнями вивчення дисципліни** є вивчення принципів енергоефективної побудови обчислювальних вузлів та апаратних платформ; формування навичок аналізу енергоспоживання процесорів, пам'яті, периферійних пристроїв і мережевих компонентів; оволодіння методами проектування підсистем живлення обчислювальних систем, включаючи джерела живлення, стабілізатори та системи резервування; набуття практичних умінь розрахунку енергетичного та теплового балансу обчислювальних вузлів; ознайомлення з методами керування живленням, енергозбереження та динамічного масштабування продуктивності; формування здатності приймати інженерні рішення щодо оптимізації енергоспоживання в серверних, вбудованих і високопродуктивних системах.

#### 4. Результати навчання

У результаті вивчення дисципліни здобувач вищої освіти повинен вміти:

- Аналізувати енергоспоживання обчислювальних вузлів та їх апаратних компонентів з урахуванням режимів навантаження, експлуатаційних умов і вимог енергоефективності;
- Проектувати підсистеми електроживлення обчислювальних вузлів, включаючи вибір джерел живлення, стабілізаторів напруги, систем резервування та захисту;
- Виконувати розрахунок енергетичного й теплового балансу обчислювальних систем та обґрунтовувати інженерні рішення щодо зниження енергетичних втрат;
- Застосовувати апаратні та програмно-апаратні механізми керування живленням для оптимізації продуктивності та енергоспоживання обчислювальних платформ;
- Оцінювати ефективність і надійність енергоефективних рішень при проектуванні та експлуатації серверних, вбудованих і спеціалізованих обчислювальних систем.

#### 5. Обсяг дисципліни

Ознака дисципліни	
Кількість кредитів / годин	4/120
Нормативна / вибіркова	вибіркова
Вид підсумкового контролю	залік

#### 6. Політика дисципліни

##### Академічна доброчесність:

Очікується, що студенти будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення. Детальніше за посиланням URL : <http://www.kntu.kr.ua/doc/dobro.pdf>

##### Відвідування занять

Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають лекції і лабораторні заняття курсу.

Пропущені заняття повинні бути відпрацьовані не пізніше, ніж за тиждень до залікової сесії.

##### Поведінка на заняттях

**Недопустимість:** запізнь на заняття, списування та плагіат, несвоєчасне виконання поставленого завдання.

При організації освітнього процесу в Центральноукраїнському національному технічному університеті студенти, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу; Положення про організацію вивчення навчальних дисциплін вільного вибору; Положення про рубіжний контроль успішності і сесійну атестацію студентів ЦНТУ, Кодексу академічної доброчесності ЦНТУ.

## 7. Програма навчальної дисципліни

### **Тема 1. Системні підходи до енергоефективності обчислювальних вузлів**

Мультикритеріальна оптимізація продуктивність/енергоспоживання/надійність.

Енергоефективність як параметр системного проектування.

### **Тема 2. Архітектурні методи зниження енергоспоживання обчислювальних компонентів**

Енергетичні характеристики сучасних CPU, GPU, SoC та прискорювачів.

Вплив архітектур пам'яті й міжз'єднань на споживання енергії.

### **Тема 3. Проектування високоефективних підсистем електроживлення**

Моделі ефективності DC-DC перетворювачів і VRM.

Втрати енергії, електромагнітні завади та стабільність живлення.

### **Тема 4. Динамічне керування енергоспоживанням обчислювальних вузлів**

Алгоритми DVFS, power capping та workload-aware керування живленням.

Програмно-апаратна координація енергетичних режимів.

### **Тема 5. Теплоенергетичне моделювання та оптимізація систем охолодження**

Моделювання теплових потоків і теплового опору.

Вплив температурних режимів на енергоспоживання та деградацію компонентів.

### **Тема 6. Енергоефективність масштабованих обчислювальних систем і датацентрів**

Енергетичні характеристики кластерів і серверних платформ.

Оптимізація енергоспоживання на рівні вузол–стійка–датацентр.

### **Тема 7. Моніторинг, телеметрія та аналітика енергоспоживання**

Методи високоточних вимірювань енергії та потужності.

Аналіз енергетичних даних для оптимізації інфраструктури.

### **Тема 8. Проектні та дослідницькі підходи до створення енергоефективних обчислювальних систем**

Оцінювання ефективності інженерних рішень.

Підготовка та захист проектів енергоефективних обчислювальних вузлів.

## 8. Система оцінювання та вимоги

**Види контролю:** поточний, підсумковий.

**Методи контролю:** спостереження за навчальною діяльністю, усне опитування, письмовий контроль, тестовий контроль.

**Форма підсумкового контролю:** залік.

Поточний контроль знань здобувачів вищої освіти здійснюється шляхом оцінювання виконання лабораторних робіт протягом семестру. При цьому враховується коректність виконання поставлених завдань, рівень обґрунтованості та аргументованості відповідей під час захисту робіт, а також дотримання визначених строків їх подання. Важливим складником оцінювання є також рівень засвоєння теоретичного матеріалу та сформованість практичних умінь і навичок.

Підсумковий контроль проводиться у формі заліку та спрямований на перевірку ступеня опанування теоретичних положень дисципліни й здатності застосовувати набуті знання під час розв'язання практичних завдань. Водночас у межах навчального процесу передбачено виконання комплексу навчальних завдань під час лекційних і лабораторних занять, а також індивідуальних робіт, що може слугувати підставою для виставлення підсумкової оцінки понад 60 балів без обов'язкового проходження залікової процедури.

## **9. Рекомендована література**

### **Базова**

1. Tushar Acharya, Sumit Kumar, Anindya Roy: Energy Efficient Computing and Networking in Cyber Physical Systems. 2021. Springer. 328 page
2. David Gregg, Paul G. Plöger: Modern Processor Design: Fundamentals of Superscalar Processors. 2021. Morgan & Claypool. 362 page
3. Wen-Mei W. Hwu, David A. Patterson: Computer Architecture: A Quantitative Approach (6th Edition Updated). 2022. Morgan Kaufmann. 804 page
4. Sergi Ayguadé, Camil Demetrescu, Peter Kilpatrick: Parallel Programming Models and Systems for High Performance Computing. 2020. Springer. 412 page
5. Luca Benini, Giovanni De Micheli: Low-Power Design: Circuits, Systems, and Applications. 2021. Wiley. 510 page
6. Patrick P. Pacheco: Parallel Programming with MPI (Revised Edition). 2021. Morgan Kaufmann. 272 page

### **Допоміжна**

7. Antonio J. Peña, Mateo Valero: Energy-Efficient and Reliable Embedded Systems. 2022. Elsevier. 398 page
8. Mark D. Hill, Michael R. Marty, David A. Wood: Computer Architecture and Digital Systems: An Integrated Approach. 2023. Cambridge University Press. 720 page
9. Ali Shafiee, Amir H. Alavi: Power Modeling and Energy Optimization for High Performance Computing Systems. 2023. CRC Press. 456 page
10. Christopher M. Poskitt, Don Syme: Programming for Performance: Fundamentals of High Performance Systems. 2024. Addison-Wesley. 610 page

### **Інформаційні ресурси**

11. Онлайн-курси Prometheus. – URL: <https://prometheus.org.ua/>
12. Онлайн-курси Coursera. – URL: <https://www.coursera.org>
13. Академія Cisco. – URL: <https://www.netacad.com>
14. Он-лайн ресурс з інформаційних технологій. – URL: <https://dou.ua/>
15. Пошукова система. – URL: <https://www.google.com/>
16. Он-лайн ресурс перегляду відеоуроків. – URL: <https://www.youtube.com>