



РИНКИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Силабус освітнього компонента

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>G Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G3 Електрична інженерія</i>
Освітня програма	<i>Електроенергетика та електромеханіка</i>
Статус дисципліни	<i>Обов'язкова (нормативна)</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 годин/5 кредитів ЄКТС (лекції – 30 год., практичні заняття – 14 год., СРС – 106 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/МКР</i>
Розклад занять	<i>час і місце проведення аудиторних викладені на сайті https://schedule.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., проф. Островерхов Микола Якович, E-mail: n.ostroverkhov@hotmail.com , тел.: 050-2541067 Практичні: д.т.н., проф. Островерхов Микола Якович, E-mail: n.ostroverkhov@hotmail.com , тел.: 050-2541067
Розміщення курсу	<i>Платформа «Сікорський»</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус освітнього компонента «Ринки електричної енергії» складено відповідно до освітньо-наукової програми «Електроенергетика та електромеханіка» підготовки магістрів спеціальності «G3 Електрична інженерія».

Метою навчальної дисципліни є формування та закріплення у здобувачів вищої освіти наступних компетентностей:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК10. Здатність виявляти зворотні зв'язки та корегувати свої дії з їх врахуванням.

ФК09. Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

ФК13. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові актів, норми, правила й стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

ФК21. Здатність орієнтуватися в моделях ринку електроенергії, аналізувати його структуру і механізми функціонування та приймати техніко-економічні рішення для забезпечення ринкових процесів.

Предмет навчальної дисципліни – процеси на ринку електричної енергії з ціноутворення, формування попиту, пропозиції та обсягів закупівлі електричної енергії.

Програмні результати навчання:

ПР17. Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПР26. Аналізувати процеси на ринку електричної енергії з ціноутворення, формування попиту, пропозиції та обсягів закупівлі електричної енергії.

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

Пререквізити. Дисципліна відповідно до структурно-логічної схеми базується на знаннях, отриманих здобувачами вищої освіти при вивченні освітніх компонент бакалаврського рівня.

Постреквізити. Компетенції, знання, уміння та досвід, одержані в процесі освоєння дисципліни є необхідними для подальшого вивчення освітніх компонент «Міждисциплінарне проектування електроенергетичних та електромеханічних систем», «Моделювання та оптимізація електроенергетичних та електромеханічних систем», «Сучасна теорія керування та засоби автоматизації електроенергетичних та електромеханічних об'єктів», «Цифровізація процесів в електроенергетиці та електромеханіці».

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розділено на 5 розділів:

Розділ 1. Загальні питання організації ринку електричної енергії України.

Розділ 2. Оптовий ринок електричної енергії України.

Розділ 3. Роздрібний ринок електричної енергії України.

Розділ 4. Участь споживачів на ринку електричної енергії.

Розділ 5. Особливості участі на ринку електричної енергії виробників з альтернативними джерелами енергії.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Закон України «Про ринок електричної енергії». – К.: ПАЛИВОДА А. В., 2024. – 256 с.
2. Правила роздрібного ринку електроенергії: чинне законодавство зі змінами та доповненнями станом на 13 червня 2024 р. – К.: ПАЛИВОДА А. В., 2024. – 360 с.
3. Оптовий та роздрібний ринок електричної енергії: навчальний посібник [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. які навчаються за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; автори: І.В. Блінов, Є.В. Парус – Електронні текстові дані (1 файл: 7,6 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 291 с.
4. Оптовий та роздрібний ринок електричної енергії: розрахункова робота [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. які навчаються за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: І.В. Блінов, Є.В. Парус – Електронні текстові дані (1 файл: 1,1 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 44 с. <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48521/1/Rynok.pdf>
5. Скловська Е.Г., Сердюк Б.М., Бахмачук С.В., Шевченко Т.Є. Економіка енергетики: підручник. – К.: Каравела, 2020. – 492 с.

Допоміжна література:

1. Борукаєв, З., Блінов, І., Остапченко, К., Чемерис, О., Шкарупило, В. Моделі та засоби автоматизації систем організаційного управління енергоринком: монографія. Publishing House «European Scientific Platform». 2022. С. 122. <https://publishing.logos-science.com/index.php/books/article/view/mtzasoye-monograph.2022>
2. Блінов І.В. Теоретичні та практичні засади функціонування конкурентного ринку електроенергії. К.: Наукова думка, 2015. 250 с.
3. Mohammad Shahidehpour, Hatim Yamin, Zuyi Li. Market Operations in Electric Power Systems. Forecasting, Scheduling, Risk Management. Wiley-IEEE Press, 2002. – 552 p.

Інформаційні ресурси

1. Закон України «Про ринок електричної енергії: із змінами і доповненнями», <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text>

2. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики і комунальних послуг (НКРЕКП), <https://www.nerc.gov.ua/>
3. ПрАТ НЕК «Укренерго» як «Оператор системи передачі (ОСП)», <https://ua.energy/>
4. Державне підприємство «Оператор ринку», <https://www.oree.com.ua/index.php/web/1001>
5. Державне підприємство «Гарантований покупець», https://www.gpee.com.ua/about_us
6. Правила ринку (Постанова НКРЕКП від 14.03.2018 № 307), <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0307874-18#Text>
7. Правила ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку (Постанова НКРЕКП від 14.03.2018 №308), <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0308874-18#Text>
8. Кодекс системи передачі (Постанова НКРЕКП від 14.03.2018 № 309), <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0309874-18#Text>
9. Кодекс систем розподілу (Постанова НКРЕКП від 14.03.2018 № 310), <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0310874-18#Text>
10. Кодекс комерційного обліку електричної енергії (Постанова НКРЕКП від 14.03.2018 № 311), <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0311874-18#Text>
11. Правила роздрібного ринку електричної енергії (Постанова НКРЕКП від 14.03.2018 № 312), <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0312874-18#Text>
12. Закон України «Про альтернативні джерела енергії», <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text>
13. ТОВ «Українська енергетична біржа», <https://www.ueex.com.ua/>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Загальний методичний підхід до викладання навчальної дисципліни визначається як комунікативно-когнітивний та професійно-орієнтований, згідно з яким у центрі освітнього процесу знаходиться здобувач – суб'єкт навчання і майбутній науковець і фахівець.

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 1. Загальні питання організації ринку електричної енергії України	
1	Тема 1. Основні поняття та визначення, види структури ринку електричної енергії. Поняття ринку електричної енергії. Особливості енергетичного ринку. Загальні моделі ринків електричної енергії. Вертикально інтегрований ринок електроенергії, який ще називають регульованою природною монополією. Пул єдиного покупця. Структура пулу «єдиного покупця» електричної енергії. Конкурентний оптовий ринок. Типова структура конкурентного ринку електричної енергії. Конкурентний роздрібний ринок.
2	Тема 2. Загальні процеси формування вартості електричної енергії для споживача на ринку електричної енергії України. Основні особливості ринку електричної енергії України. Основні сегменти, учасники та оператори ринку електричної енергії України. Послідовність укладання договорів на ринку електричної енергії. Структура вартості електричної енергії для кінцевого споживача. Складові ринкової вартості електричної енергії. Взаємодія учасників оптового та роздрібного ринків електричної енергії.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 2. Оптовий ринок електричної енергії України	
3	Тема 3. Ринок двосторонніх договорів. Основні форми укладання двосторонніх договорів. Ринок двосторонніх договорів. Стандартизовані форми договорів. Оцінка доцільності укладання двостороннього договору. Розподіл обсягів купівлі-продажу електричної енергії за сегментами оптового ринку. Закритий аукціон на ринку двосторонніх договорів.
4	Тема 4. Ринок «на добу наперед» та внутрішньодобовий ринок. Розрахунок результатів роботи ринку «на добу наперед». Основні типи заявок та пропозицій на ринку «на добу наперед». Принципи функціонування внутрішньодобового ринку електричної енергії. Продукти на ринку «на добу наперед» та внутрішньодобовому ринку. Послідовність роботи ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку електричної енергії. Безперервний аукціон.
5	Тема 5. Балансуючий ринок електричної енергії. Функціонування балансуючого ринку. Взаємодія учасників балансуючого ринку та оператора системи передачі. Послідовність та часові ознаки реалізації основних функцій балансуючого ринку. Математичні моделі балансуючого ринку, вхідні дані для розрахунку результатів роботи балансуючого ринку, врахування системних та мережевих обмежень. Визначення балансуючої групи та принципів їх створення. Сторона, відповідальна за баланс. Загальні переваги участі в балансуючій групі.
6	Тема 6. Міжнародні балансуєчі платформи. Спільне використання (шерінг) електроенергетичних резервів. Міжнародні балансуєчі енергетичні ринки. Балансування енергетики у Європі. Європейські платформи і проекти для обміну балансуєчою енергетики. Спільне використання електроенергетичних резервів.
7	Тема 7. Ринок допоміжних послуг. Учасники ринку допоміжних послуг. Перелік допоміжних послуг. Функціонування ринку допоміжних послуг. Вимоги до постачальників допоміжних послуг. Ціноутворення на ринку допоміжних послуг.
Розділ 3. Роздрібний ринок електричної енергії України	
8	Тема 8. Структура та учасники роздрібного ринку електричної енергії. Типи споживачів на роздрібному ринку електричної енергії. Типи постачальників електричної енергії. Принципи ціно- та тарифоутворення для споживачів на роздрібному ринку електричної енергії. Формування вартості електричної енергії для споживача на роздрібному ринку електричної енергії.
9	Тема 9. Універсальні послуги та Постачальник «останньої надії». Формування роздрібних цін та тарифів постачальників універсальних послуг. Особливості та відмінності договорів на постачання електричної енергії за вільними цінами та універсальної послуги. Формування роздрібних цін та тарифів постачальника «останньої надії».
10	Тема 10. Роздрібні ціни та тарифи постачальників за вільними цінами. Формування роздрібних цін та тарифів постачальників електричної енергії за вільними цінами. Врахування небалансів споживачів постачальниками електричної енергії за вільними цінами. Типи комерційних пропозицій постачальників.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 4. Участь споживачів на ринку електричної енергії	
11	Тема 11. Переваги та ризики взаємодії з постачальником електроенергії. Основні риси ризиків роботи з постачальниками електричної енергії в сучасних умовах. Переваги та недоліки самостійної участі споживачів на оптовому ринку електричної енергії. Переваги та недоліки закупівлі електричної енергії у постачальників електричної енергії на роздрібному ринку у порівнянні із самостійною участю споживача на оптовому ринку.]
12	Тема 12. Оцінка доцільності зміни форми участі споживача на ринку електричної енергії. Критерії порівняння різних форм участі споживачів електричної енергії на ринку електричної енергії. Порівняння самостійної участі на оптовому ринку із закупівлею електроенергії на роздрібному ринку без та з погодинним обліком електричної енергії. Особливості закупівлі електричної енергії з погодинним обліком електричної енергії у порівнянні із закупівлею без погодинного обліку. Врахування небалансів споживачів постачальниками електричної енергії за вільними цінами. Зміна постачальника електричної енергії споживачем.
Розділ 5. Особливості участі на ринку електричної енергії виробників з альтернативними джерелами енергії.	
13	Тема 13. Основні функції ДП «Гарантований покупець». Функції ДП «Гарантований покупець» та його взаємодія із іншими учасниками оптового ринку. Балансуюча група виробників «за зеленим тарифом». Формування агрегованого прогнозу виробників, що входять в балансуючу групу «за зеленим тарифом». Спеціальні обов'язки ДП «Гарантований покупець» для забезпечення загальносуспільних інтересів у процесі функціонування ринку електричної енергії. Технічні проблеми інтеграції станцій з ВДЕ.
14	Тема 14. Вплив збільшеної частки ВДЕ на функції ціноутворення сегментів ринку електроенергії. Похибка прогнозу відпуску електричної енергії з відновлюваних джерел енергії та її вплив на технологічні та економічні особливості функціонування електроенергетичної системи. Вплив зростання частки відновлюваних джерел енергії на ціноутворення на ринку «на добу наперед» та балансуючому ринку. Вплив відновлюваних джерел енергії на функціонування ринку допоміжних послуг. Основні функції оцінки впливу ВДЕ на вартість електроенергії. Аналіз вартості небалансів балансуючої групи виробників з відновлюваних джерел енергії.
15	Тема 15. Механізми стимулювання розвитку ВДЕ. Зелений тариф. Аукціони з підтримки відновлюваних джерел енергії. Прямі договори купівлі-продажу енергії: корпоративні, синтетичні корпоративні. «Зелені» надбавки, Контракти на різницю. Витрати, пов'язані з похибкою прогнозу за різних умов участі виробника з ВДЕ на ринку.

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань
1	Тема 1. Визначення результатів аукціонів з купівлі-продажу електричної енергії. Пошук точки оптимальної ринкової рівноваги на односторонньому та двосторонньому аукціоні електричної енергії. Особливості формування агрегованої функції попиту ранжуванням цінових заявок з купівлі електричної енергії, визначення обсягу та граничної ціни торгів.
2	Тема 2. Розрахунок результатів роботи ринку «на добу наперед». Пошук точки оптимальної ринкової рівноваги на двосторонньому аукціоні електричної енергії. Особливості пошуку точки ринкової рівноваги в умовах подання функцій попиту і пропозиції лінійними сегментами.
3	Тема 3. Пошук та аналіз ринкової інформації. Пошук та опрацюванню наявної ринкової інформації на платформах Оператора ринку та ТБ «Українська енергетична біржа». Аналіз ринкової інформації щодо обсягів купівлі-продажу електричної енергії на ринку «на добу наперед» та внутрішньодобовому ринку. Порівняння цін, що склалися для встановленої доби на ринку двосторонніх договорів та ринку «на добу наперед».
4	Тема 4. Розрахунок вартості небалансів електричної енергії. Опрацювання правил обчислення обсягів небалансів електричної енергії згідно «Правил ринку» для учасників ринку, що не є постачальниками послуг з балансування. Опрацювання правил дебетування та кредитування небалансів електричної енергії згідно «Правил ринку», розрахунку вартості небалансів. Розрахунок вартості небалансів електричної енергії для однієї години доби.
5	Тема 5. Визначення ринкової складової ціни купівлі електричної енергії на оптовому ринку. Засвоєння основних принципів роботи організованих сегментів ринку електричної енергії України та формування ринкової вартості електричної енергії для споживача. Опрацювання основних додаткових платежів, які здійснюють учасники ринку на організованих сегментах оптового ринку електричної енергії України.
6	Тема 6. Розрахунок ціни електричної енергії постачальника універсальних послуг та постачальника «останньої надії». Опрацювання розрахунку ціни універсальної послуги на основі її загальних складових. Опрацювання та розрахунок ціни, за якою здійснюється постачання електричної енергії постачальником "останньої надії". Оцінка різниці між цінами на універсальну послугу та ціною, за якою здійснюється постачання електричної енергії постачальником "останньої надії". Робота із інформацією щодо цін та тарифів на універсальну послугу та цінами за якими здійснюється постачання електричної енергії постачальником "останньої надії".
7	Тема 7. Оцінка комерційної пропозиції постачальника за вільними цінами. Опрацювання варіантів комерційних пропозицій постачальників електроенергії за вільними цінами. Розрахунок ціни постачальників електроенергії за вільними цінами за різними формулами розрахунку. Оцінка комерційних пропозицій постачальників за вільними цінами з урахуванням різних складових.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота є основним засобом засвоєння навчального матеріалу у вільний від навчальних занять час і включає:

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	72
2	Підготовка до МКР	4
3	Підготовка до екзамену	30

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 лабораторних заняттях.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних 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;
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» (<https://kpi.ua/code>) 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;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

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

Поточний контроль: опитування за темою заняття, МКР.

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

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: виконання МКР та семестровий рейтинг не менше 28 балів.

На першому занятті студенти ознайомлюються із рейтинговою системою оцінювання (PCO) дисципліни, яка побудована на основі «Положення про систему оцінювання результатів навчання», https://document.kpi.ua/files/2020_1-273.pdf

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за:

- 1) 15 лекцій;
- 2) 7 практичних занять;
- 3) 1 модульну контрольну роботу (МКР)
- 4) відповідь на екзамені.

Система рейтингових балів:

1) Лекції. Ваговий коефіцієнт дорівнює 4. Максимальна кількість експрес-опитувань на всіх лекціях становить 6. Максимальна кількість балів за всі експрес-опитування дорівнює $4 \times 6 = 24$ балів. Нарахування балів за експрес-опитування:

- правильні відповіді на всі питання

- правильні відповіді на окремі питання 1..3
 - не правильні відповіді на питання 0
- 2) Практичні заняття. Ваговий коефіцієнт дорівнює 2. Максимальна кількість балів за всі 7 занять становить $2 \times 7 = 14$ балів. Нарахування балів за одне заняття:
- повний та вчасний конспект заняття 2
 - неповний (не менше 60% інформації) або невчасний конспект заняття 1
 - відсутність конспекту (або менше 60% інформації) 0
 - заохочення за активність на занятті 1..2
- 3) Модульна контрольна робота (МКР). Ваговий коефіцієнт дорівнює 8. Максимальна кількість балів за контрольну роботу становить $8 \times 1 = 8$ балів. Нарахування балів за контрольну роботу:
- «відмінно», повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 8
 - «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації або незначні неточності) 6..7
 - «задовільно», неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації та деякі помилки) 5
 - «незадовільно», незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 0
- 4) Відповідь на екзамені. Умовою допуску до екзамену є виконання МКР та стартовий рейтинг не менше 28 балів. Завдання містить два теоретичні питання і одну практичну задачу, кожне з яких оцінюються у 18 балів. Максимальна кількість балів за екзамен становить $18 \times 3 = 54$ бали. Нарахування балів за відповідь на кожне питання білету:
- повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 16..18
 - достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації або незначні неточності) 14..15
 - неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації та деякі помилки) 11..13
 - незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 0

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

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 р. «Про затвердження положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у НЕФОРМАЛЬНІЙ/ІНФОРМАЛЬНІЙ ОСВІТІ».

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри теоретичної електротехніки, д.т.н., проф. Островерховим М.Я.

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки (протокол № 18 від 25.06.2025 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 6 від 27.06.2025 р.)