



ОПТОВИЙ ТА РОЗДРІБНИЙ РИНОК ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

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>Системи забезпечення споживачів електричною енергією</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1-й рік навчання, перший семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредити ЕКТС (лекції – 30 год., практичні заняття – 16 год., СРС – 74 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / модульна контрольна робота (МКР) / розрахункова робота (РР)</i>
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua/
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: PhD, Яценко Дмитро Валерійович, yatsenko.dmytro@iit.kpi.ua; Практичні: : PhD, Яценко Дмитро Валерійович, yatsenko.dmytro@iit.kpi.ua; Консультації: щопонеділка, 16:00-17:00</i>
Розміщення курсу	<i>Посилання на дистанційний ресурс Google classroom, надається на першому занятті</i>

Програма навчальної дисципліни

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

В умовах ринкових відносин в електроенергетиці значно підвищилися вимоги до професійної підготовки інженерно-технічних працівників та управлінських кадрів, особливо у сфері керування споживанням електричної енергії. Електроенергетична система України сьогодні функціонує в ринкових умовах, що обумовлює необхідність знання процесів ціно- та тарифоутворення на електричну енергію для усіх учасників та суб'єктів ринку, розуміння ринкових процесів є важливою складовою керування роботою електроенергетичних підприємств, а також промислових споживачів електричної енергії. Знання та навички моніторингу сегментів ринку електричної енергії, платформ купівлі-продажу електричної енергії дозволяє отримати конкурентну перевагу під час планування електроспоживання та керування навантаженням споживачів, і є важливою складовою управління підприємствами галузі. Для досягнення означених цілей велику допомогу надасть навчальна дисципліна "Оптовий та роздрібний ринок електричної енергії", яка передбачає вивчення основних понять щодо аналізу ситуації та тенденцій на ринку електричної енергії, розрахунків вартості електричної енергії на різних сегментах оптового ринку, розрахунків тарифів на роздрібному ринку для різних груп споживачів, аналізу доцільності зміни постачальника споживачем, формування портфелю споживачів постачальника, формувати вимог до обсягів та вартості закупівлі електричної енергії в окремих сегментах ринку, оцінки пропозиції постачальників електричної енергії та графіки споживачів в ринкових умовах. Навчальна дисципліна "Оптовий та роздрібний ринок електричної енергії" є частиною програми професійної підготовки фахівців з питань забезпечення споживачів електричною енергією.

Метою опанування дисципліни є формування відповідного рівня знань і досвіду для моніторингу ринку електричної енергії України, визначення його кон'юнктури, визначення форми участі на ринку електричної енергії підприємств з урахуванням наявних переваг та ризиків, розрахунків оптових ціни та роздрібних тарифів для різних груп споживачів та класів напруги, формування вимог щодо закупівлі електричної енергії, планування графіків споживання електричної енергії з урахуванням ринкових чинників.

Студенти повинні також ознайомитись з проблемами впливу збільшення частки відновлюваних джерел енергії на процеси ціноутворення на ринку електричної енергії, підходів до врахування мережових та системних обмежень на функціонування ринку електричної енергії, особливостями функціонування ринку допоміжних послуг, отримати необхідні базові знання з законодавчих, нормативних та регуляторних актів, які регулюють функціонування ринку електричної енергії.

Предметом навчальної дисципліни є підходи, методи, моделі організації та функціональної взаємодії сегментів оптового ринку електричної енергії України, моделювання результатів роботи роздрібного ринку електричної енергії, аналіз впливу відновлюваних джерел енергії на функціонування ринку електричної енергії.

Компетентності: (ФК 03) Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проєктно-конструкторських рішень в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки; (ФК 05) Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; (ФК 06) Здатність керувати проєктами і оцінювати їх результати; (ФК 11) Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки; (ФК 12) Здатність вибирати форми та моделі участі споживачів електричної енергії на ринку, оцінювати пропозиції постачальників електричної енергії, виконувати дослідження вартості споживання електричної енергії на основі моделей ціноутворення та графіків споживання.

Програмні результати навчання: (ПРН 09) Дотримуватися принципів та напрямів стратегії розвитку енергетичної безпеки України; (ПРН 11) Обґрунтовувати вибір напрямку та методик наукового дослідження з урахуванням сучасних проблем в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки; (ПРН 16) Визначати можливості щодо підвищення ефективності участі різних груп споживачів та інших учасників ринку на оптовому та роздрібному ринку електричної енергії, формувати вимоги щодо обсягів та цін для закупівлі електричної енергії, оптимізувати графіки споживання електричної енергії з урахуванням ринкових чинників; (ПРН 21) Аналізувати процеси ціноутворення на ринку електричної енергії, кон'юнктуру ринку, формування попиту та пропозиції на електричну енергію як в окремих сегментах оптового ринку, так і на роздрібному ринку електричної енергії.

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

Для успішного опанування дисципліни «Оптовий та роздрібний ринок електричної енергії» необхідні попередні знання з основ електроенергетики, принципів функціонування енергосистем та базових економічних понять. Важливо мати навички аналітичного мислення й володіти методами моделювання та обробки даних. Засвоєння дисципліни створює підґрунтя для вивчення сучасних моделей організації ринку, інтеграції відновлюваних джерел енергії та розвитку гнучких систем електропостачання. Отримані результати навчання застосовуються у наукових дослідженнях, під час виконання магістерської роботи та в практичній діяльності на енергетичних підприємствах.

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Загальні питання організації оптового та роздрібного ринку електричної енергії України.

Тема 1. Вступ. Основні поняття та визначення. Структура курсу.

Тема 2. Основні види структури ринку електричної енергії.

Тема 3. Загальні процеси формування вартості електричної енергії для споживача на ринку електричної енергії України.

Тема 4. Нормативно-правове регулювання ринку електричної енергії України.

Змістовний модуль 2. Оптовий ринок електричної енергії України.

Тема 5. Ринок двосторонніх договорів.

Тема 6. Ринок «на добу наперед» та внутрішньодобовий ринок.

Тема 7. Поширені типи цінових заявок при торгівлі електричною енергією.

Тема 8. Балансуючий ринок електричної енергії: принципи функціонування

Тема 9. Ціноутворення на балансуєчому ринку та розрахунок вартості небалансів

Змістовний модуль 3. Роздрібний ринок електричної енергії України.

Тема 10. Структура та учасники роздрібного ринку електричної енергії.

Тема 11. Універсальні послуги та Постачальник «останньої надії». Основні функції ДП «Гарантований покупець».

Тема 12. Роздрібні ціни та тарифи постачальників за вільними цінами. Вплив збільшеної частки ВДЕ на функції ціноутворення сегментів ринку електроенергії.

Змістовний модуль 4. Форми участі споживачів на ринку електричної енергії

Тема 13. Переваги та ризики взаємодії з постачальником електроенергії.

Тема 14. Оцінка доцільності зміни форми участі споживача на ринку електричної енергії.

Тема 15. Прогнозування попиту/навантаження в електроенергетиці. Механізми стимулювання розвитку ВДЕ.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Блінов І.В. Теоретичні та практичні засади функціонування конкурентного ринку електроенергії. К.: Наукова думка, 2015. 250 с.
2. Mohammad Shahidehpour, Hatim Yamin, Zuyi Li. Market Operations in Electric Power Systems. Forecasting, Scheduling, Risk Management. Wiley-IEEE Press, 2002. – 552 p.
3. Оптовий та роздрібний ринок електричної енергії: навчальний посібник [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. які навчаються за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньою програмою «Системи забезпечення споживачів електричною енергією» та «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології» / 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. 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>
5. 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>

Додаткова література

6. Про ринок електричної енергії: Закон України № 2019-VIII від 13.04.2017 р. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19>
7. Блінов І.В. Проблеми функціонування та розвитку нової моделі ринку електричної енергії в Україні (за матеріалами наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 3 лютого 2021 р.) // Вісник Національної академії наук України. 2021. № 3. С. 20-28. DOI: doi.org/10.15407/visn2021.03.020
8. Блінов І.В. Наукові основи організації взаємодії сегментів ринку електричної енергії.– Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.14. 01 «Енергетичні системи та комплекси» (141–Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка).–Інститут електродинаміки Національної академії наук України, Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, 2018.
9. Куцан Ю.Г., Блінов І.В., Іванов Г.А. . Моделювання тарифо- та ціноутворення на роздрібному ринку електричної енергії України в нових умовах функціонування // Електронне моделювання. 2017. № 5. С. 71–79. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/127524>
10. Іванов Г.А., Блінов І.В., Парус Є.В. Комплексна розрахункова модель ринку на добу наперед та балансуєчого ринку електроенергії України // Промелектро. 2016. № 4-5. С. 8–12.
11. Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг №308 від 14.03.2018 «Про затвердження правил ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку» .
12. Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг №312 від 14.03.2018 «Про затвердження правил роздрібного ринку електричної енергії».
13. Блінов І.В., Парус Є.В., Мірошник В.О., Шиманюк П.В. Сичова В.В. Модель оцінки доцільності переходу промислових споживачів до погодинного обліку електричної енергії на роздрібному ринку. Енергетика: економіка, технології, екологія». 2021. №1. С. 88-97. DOI: <https://doi.org/10.20535/1813-5420.1.2021.242186>
14. Кириленко О.В., Блінов І.В., Парус Е.В. Визначення результатів аукціону з купівлі-продажу електричної енергії. Проблеми загальної енергетики. 2010. № 3. С. 5 – 12. http://nbuv.gov.ua/UJRN/PZE_2010_3_4
15. Momoh J., Mili L. Economic Market Design and Planning for Electric Power Systems// Institute of Electrical and Electronics Engineers. 2009. p.p. 277. DOI:10.1002/9780470529164
16. Power exchange spot market trading in Europe: theoretical considerations and empirical evidence. OSCOGEN. 2002. 29 p. https://www.oscogen.ethz.ch/reports/oscogen_d5_1b_010702.pdf
17. Блінов І.В. , Парус Є.В. , Іванов Г.А. Імітаційне моделювання функціонування балансуєчого ринку електроенергії з урахуванням системних обмежень на параметри режиму ОЕС України // Технічна електродинаміка. 2017. № 6. С. 72–79.
18. Про затвердження Ліцензійних умов провадження господарської діяльності зі здійснення функцій гарантованого покупця. Постанова НКРЕКП від 27.12.2017 № 1471 (ред. від 09.10.2019)
19. Мірошник Володимир Олександрович. Дисертація. Короткострокове прогнозування електричного навантаження енергосистем з використанням штучних нейронних мереж глибокого навчання. За спеціальністю 05.14.02 – електричні станції, мережі і системи. https://ied.org.ua/disertac/avtoreferat_Miroshnyk.pdf
20. Hyndman, R.J., & Athanasopoulos, G. (2021) Forecasting: principles and practice, 3rd edition, OTexts: Melbourne, Australia. OTexts.com/fpp3. Accessed on 10.03.2021.
21. Аналітичний звіт до питання розвитку ВЕС та СЕС в складі ОЕС України. ДП НЕК «Укренерго». 2018. С. 11. <https://eds-development.com/analiz-rozvitku-ves-i-ses-v-ob-iednani-energetichnij-sistemi-oes-ukraini/>

22. Іванов Г.А., Блінов І.В., Парус Є.В., Мірошник В.О. Складові моделі для аналізу впливу відновлювальних джерел енергії на ринкову вартість електроенергії в Україні// Технічна електродинаміка. 2020. № 4. С. 72-75.
23. Блінов І.В., Мірошник В.О., Шиманюк П.В. Короткостроковий інтервальний прогноз сумарного відпуску електроенергії виробниками з відновлювальних джерел енергії. Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України. 2019 р. ст. 5-12
24. Кулик М.М., Згуровець О.В., Дрьомін І.В. Можливості використання акумуляторних батарей для стабілізації частоти в об'єднаних енергосистемах з потужними сонячними електростанціями// Науково-прикладний журнал Відновлювана енергетика. 2018. № 3 (54). С. 3-14
25. Блінов І.В., Мірошник В.О., Лоскутов С.С. Зниження витрат на покриття небалансів учасників балансувальної групи виробників електричної енергії з відновлюваних джерел. Техн. електродинаміка. 2023. № 1. С 62-66. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2023.01.062>

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в Internet. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського або отримати у викладача. Обов'язковим для прочитання є окремі розділи базової літератури [1–5]. Розділи базової літератури, що є обов'язковими для прочитання, а також зв'язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни наводиться нижче, в методиці опанування навчальної дисципліни. Усі інші літературні джерела є факультативними, з ними рекомендується ознайомитись.

Інформаційні ресурси

ТБ «Українська енергетична біржа» [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ueex.com.ua/>

ДП «Гарантований покупець» [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.gpee.com.ua/>

ДП «Оператор ринку» [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.oree.com.ua/>

НЕК УКРЕНЕРГО [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://ua.energy/>

Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.nerc.gov.ua/>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальна дисципліна охоплює 30 годин лекцій та 16 годин практичних занять, розрахункову роботу, а також виконання модульної контрольної роботи (МКР), яка складається з двох частин (за темами) тривалістю 1 акад. год. кожна.

Практичні заняття з дисципліни проводяться з метою закріплення теоретичних положень навчальної дисципліни і набуття студентами умінь і досвіду оперувати сучасними поняттями в галузі оптового та роздрібного ринку електричної енергії. Виходячи з розподілу часу на вивчення дисципліни, рекомендується дев'ять практичних занять (з врахуванням часу на МКР).

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
Змістовний модуль 1. Загальні питання організації оптового та роздрібного ринку електричної енергії України	
1	Тема 1. Вступ. Основні поняття та визначення. Структура курсу. Завдання та цілі курсу. Взаємозв'язок з іншими дисциплінами. Поняття ринку електричної енергії. Особливості енергетичного ринку. Загальні моделі ринків електричної енергії Літературні джерела: [1, 3, 5, 7, 8]
2	Тема 2. Основні види структури ринку 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. Літературні джерела: [1, 2, 3, 7, 8]
3	Тема 3. 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. Літературні джерела: [1-3, 11, 12]
4	Тема 4. Нормативно-правове регулювання ринку електричної енергії України. Принципи функціонування ринку електричної енергії України. Державна політика в електроенергетиці. Нормативно-правові акти, що регулюють функціонування ринку електричної енергії України. Ліцензійні умови. Літературні джерела: [3, 6, 11, 12, 18]
Змістовний модуль 2. Оптовий ринок електричної енергії України	
5	Тема 5. 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. Літературні джерела: [1,3, 4, 5, 13]
6	Тема 6. 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. Літературні джерела: [1, 3, 4, 5, 10, 11, 15]

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
7	Тема 7. Поширені типи цінових заявок при торгівлі електричною енергією. Основні типи цінових заявок та пропозицій, які подаються учасниками торгів. Погодинні та блокові цінові заявки та пропозиції. Вплив блокової заявки на рівновагу попиту/пропозиції в окрему годину доби. Парадокси логіки прийняття/відхилення блокової заявки. Єдиний механізм ціноутворення на ринках електроенергії європейських країн. Літературні джерела: [1, 3]
8	Тема 8. Балансуючий ринок електричної енергії: принципи функціонування. 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. Літературні джерела: [1, 2, 3, 4, 6, 13, 16, 18]
9	Тема 9. Ціноутворення на балансуючому ринку та розрахунок вартості небалансів. Загальні принципи визначення маржинальної ціни балансуючої електричної енергії. Пропозиції на послуги балансування Оплата балансуючої електричної енергії. Логіка нарахувань на допущені небаланси. Обчислення небалансів електричної енергії. обсяг небалансу учасника ринку (сторони відповідальної за баланс, СББ), який сам відповідає за дотримання заявленого графіку та не є постачальником послуг з балансування. Літературні джерела: [2, 3, 6, 13]
Змістовний модуль 3. Роздрібний ринок електричної енергії України	
10	Тема 10. 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. Літературні джерела: [3, 5, 9, 12, 14]
11	Тема 11. Універсальні послуги та Постачальник «останньої надії». Основні функції ДП «Гарантований покупець». 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». 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». Літературні джерела: [3, 5, 7, 9, 12, 14, 18, 22-25]
12	Тема 12. Роздрібні ціни та тарифи постачальників за вільними цінами. Вплив збільшеної частки ВДЕ на функції ціноутворення сегментів ринку електроенергії. Формування роздрібних цін та тарифів постачальників електричної енергії за вільними цінами. Врахування небалансів споживачів постачальниками

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
	електричної енергії за вільними цінами. Типи комерційних пропозицій постачальників. 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 балансуєчному ринку. Літературні джерела: [3, 5, 7, 9, 12, 13, 14, 18, 22-25]
Змістовний модуль 4. Форми участі споживачів на ринку електричної енергії	
13	Тема 13. 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. Літературні джерела: [3, 5, 9, 12, 13, 14]
14	Тема 14. 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. Літературні джерела: [3, 5, 9, 12, 13, 14]
15	Тема 15. Прогнозування попиту/навантаження в електроенергетиці. Механізми стимулювання розвитку ВДЕ Особливості задачі прогнозування попиту/навантаження в електроенергетиці. Класифікація видів прогнозування. Спрощена схема процедури прогнозування. Моделі для прогнозування електричного навантаження. Методи оцінки якості прогнозу. Прямі договори купівлі-продажу енергії: корпоративні, синтетичні корпоративні. «Зелені» надбавки (Feed-in-premium), Контракти на різницю. Літературні джерела: [2, 3, 18-20, 22-25]

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
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. Мета роботи – отримання практичних навичок побудови графіків попиту та пропозиції на аукціоні з купівлі-продажу електричної енергії та визначення

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
	рівноважної ціни та обсяг за результатами торгів. Літературні джерела: [1, 3, 5]
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. Мета роботи – отримання практичних навичок моделювання двосторонніх аукціонів купівлі-продажу електричної енергії. Літературні джерела: [1, 3, 5]
3	Тема 3. Нормативно-правове регулювання ринку електричної енергії України. Основні типи нормативних документів, що регламентують роботу ринку електричної енергії України. Питання нормативно-правового регулювання ринку електричної енергії України. Закон України «Про ринок електричної енергії». Мета роботи – аналіз основних типів нормативних документів, що регламентують роботу ринку електричної енергії України. Опрацювання окремих питань нормативно-правового регулювання ринку електричної енергії України. Літературні джерела: [3, 6, 11-13]
4	Тема 4. 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». Мета роботи – набуття навичок пошуку та аналізу інформації щодо обсягів купівлі-продажу електричної енергії та продуктів на ринку двосторонніх договорів, ринку «на добу наперед», внутрішньодобовому ринку. Літературні джерела: [1, 3, 5, 15]
5	Тема 5. 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. Мета роботи – набуття навичок оцінки комерційних пропозицій постачальників за вільними цінами з урахуванням різних складових. Модульна контрольна робота. Літературні джерела: [3, 5, 9, 12, 14]

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
6	Тема 6. 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. Мета роботи – набуття навичок формування ринкової вартості та складової ціни закупівлі електричної енергії. Опрацювання основних додаткових платежів, які здійснюють учасники ринку на організованих сегментах оптового ринку електричної енергії України. Літературні джерела: [3, 5, 9, 12]
7-8	Тема 7. 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". Модульна контрольна робота. Мета роботи – Набуття навичок розрахунку ціни універсальної послуги на основі її загальних складових та ціни, за якою здійснюється постачання електричної енергії постачальником "останньої надії". Літературні джерела: [3, 5, 9, 12]

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	49
2	Підготовка до МКР	4
3	Виконання розрахункової роботи	15
4	Підготовка до заліку	6

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО

дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в Інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;

- правила захисту індивідуальних завдань: за навчальним планом не передбачено виконання індивідуального завдання;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали PCO, а їх сума не перевищує 10 % стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у наукових конференціях, студентських конкурсах та олімпіадах. Штрафні бали не нараховуються;
- політика дедлайнів та перескладань: кожен студент зобов'язаний дотримуватися термінів виконання завдань у межах розкладу проведення аудиторних занять з дисципліни. Обов'язковим контрольним заходом оцінювання для допуску до екзамену є МКР та РР. Студент, що з поважної причини (лікарняний, академічна мобільність тощо) не написав МКР, має право зробити це під час регулярних консультацій викладача згідно розкладу. Порядок перескладання семестрового контролю визначається загальними правилами університету¹.
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, у тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Оптовий та роздрібний ринок електричної енергії». Викладачі та студенти, що вивчають дану дисципліну, зобов'язані дотримуватися положень прийнятого в університеті Кодексу честі²;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц.мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

Інклюзивне навчання. Засвоєння знань та умінь в ході вивчення дисципліни може бути доступним для більшості осіб з особливими освітніми потребами, окрім здобувачів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Навчання іноземною мовою. У ході виконання завдань студентам може бути рекомендовано звернутися до англомовних джерел.

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

Поточний контроль: експрес-опитування на лекційних заняттях, робота на практичних заняттях, МКР, розрахункова робота.

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

Семестровий контроль: залік.

¹ Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (Додаток 1 до наказу № 7-137 від 0.08.2020 р.). URL: https://kpi.ua/document_control

² Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». URL: <https://kpi.ua/code>

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування усіх практичних робіт, складання МКР, виконано та зараховано розрахункову роботу, семестровий рейтинг більше за 32 бали.

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

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекційних заняттях;
- виконання завдань до практичних занять;
- виконання розрахункової роботи;
- написання модульної контрольної роботи (МКР).

Експрес-опитування на лекційних заняттях	Виконання завдань до практичних занять	Виконання розрахункової роботи	МКР	R_c	$R_{злк}$	R
10	56	16	18	100	28	100

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекційних заняттях

Ваговий бал – 2.

Максимальна кількість експрес-опитувань на всіх лекціях – 5.

2 бали * 5 = 10 балів.

Критерії оцінювання:

- правильні відповіді на всі питання з місця – 2 бали.
- правильні відповіді на окремі питання з місця – 1 бал.
- не правильні відповіді на питання з місця – 0 балів.

Робота на практичних заняттях:

Виконання завдань до практичних занять: ваговий бал – 8. Максимальна кількість балів за виконання завдань до практичних занять – 8 балів * 7 завдань = 56 балів. На практичних заняттях студенти разом із викладачем розв'язують завдання за тематикою практичного заняття. Після практичного заняття студенти отримують домашнє завдання, яке необхідно вирішити та надати на перевірку викладачу до початку наступного заняття (зазвичай це 2 тижні, однак іноді цей час може бути змінений викладачем у деяких конкретних випадках).

Критерії оцінювання:

- домашнє завдання вирішено вірно та здано протягом 2-х тижнів після практичного заняття – 8 балів;
- домашнє завдання вирішено вірно, але здано протягом більш ніж 2-х тижнів після практичного заняття – 6 балів;
- домашнє завдання вирішено із незначними помилками та здано протягом 2-х тижнів після практичного заняття – 5 балів;
- домашнє завдання вирішено із незначними помилками та здано протягом більш ніж 2-х тижнів після практичного заняття – 4 бали;
- домашнє завдання вирішено із значними помилками – повертається на доопрацювання.

Модульна контрольна робота.

Протягом семестру проводиться одна модульна контрольна робота, яка поділяється на дві одноденні контрольні роботи, для кожної з яких встановлюються такі критерії оцінювання:

- повна відповідь на теоретичні питання, задачі вирішені правильно 8-9 балів
- відповідь на теоретичні питання з незначними недоліками, незначні помилки у вирішенні задач 6-7 балів
- відповідь на теоретичні питання з суттєвими недоліками, значні помилки у вирішенні задач 4-5 балів
- незадовільна відповідь на теоретичні питання, невірне вирішення задач 0 балів

З метою надання студентам можливості виправити отримані за модульну контрольну роботу бали (за власним бажанням студента), наприкінці семеструзначається один день, у який проводиться перездача робіт.

Виконання розрахункової роботи (РР):

- своєчасна здача роботи, розуміння представленого матеріалу, повні відповіді на запитання до захисту, творчо виконана робота – 15-16 балів;
- своєчасна здача роботи, розуміння представленого матеріалу, відповіді на запитання до захисту з деякими неточностями – 14-11 балів;
- своєчасна здача роботи, неповне розуміння представленого матеріалу, відповіді на запитання до захисту зі значними неточностями – 10-9 балів;
- роботу не зараховано, робота виконана, але студент взагалі не орієнтується у матеріалі/робота виконана із значними помилками – 0 балів.

За кожний тиждень затримки з поданням розрахункової роботи нараховуються штрафні – 2 бали (усього не більше – 8 балів). Наявність позитивної оцінки з розрахункової роботи є умовою допуску до заліку. Дві найкращі розрахункові роботи можуть додатково отримати +5 балів.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

Форма семестрового контролю – залік

Студент, який впродовж семестру не набрав 60 балів або набрав 60 балів і більше, але бажає підвищити свій результат, може взяти участь у заліковій контрольній роботі. У цьому разі остаточний результат складається із балів, які отримано на заліковій контрольній роботі, і балів за виконання завдань до практичних занять, виконання розрахункової роботи. На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних запитання (завдання) і одне практичне (задача). Кожне теоретичне запитання (завдання) оцінюється у 7 балів, а практичне (задача) у 14 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язання задачі) – 5 – 6; 12 – 14 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або є незначні неточності (повне розв'язання задачі з незначними неточностями) – 3 – 4; 8 – 11 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (задачу виконано з певними недоліками) – 1 – 2; 4 – 7 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів

Семестровий контроль: залік. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані практики роботи, МКР та розрахункова робота.

Сума стартових балів та балів за залікову контрольну роботу переводиться до оцінки згідно з таблицею:

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль:

Тема 1. Основні поняття та визначення. Структура курсу.

Тема 2. Основні види структури ринку електричної енергії.

Тема 3. Загальні процеси формування вартості електричної енергії для споживача на ринку електричної енергії України.

Тема 4. Нормативно-правове регулювання ринку електричної енергії України.

Тема 5. Ринок двосторонніх договорів.

Тема 6. Ринок «на добу наперед» та внутрішньодобовий ринок.

Тема 7. Поширені типи цінових заявок при торгівлі електричною енергією.

Тема 8. Балансуючий ринок електричної енергії: принципи функціонування

Тема 9. Ціноутворення на балансуєчому ринку та розрахунок вартості небалансів

Тема 10. Структура та учасники роздрібного ринку електричної енергії.

Тема 11. Універсальні послуги та Постачальник «останньої надії», Основні функції ДП «Гарантований покупець».

Тема 12. Роздрібні ціни та тарифи постачальників за вільними цінами Вплив збільшеної частки ВДЕ на функції ціноутворення сегментів ринку електроенергії.

Тема 13. Переваги та ризики взаємодії з постачальником електроенергії.

Тема 14. Оцінка доцільності зміни форми участі споживача на ринку електричної енергії.

Тема 15. Прогнозування попиту/навантаження в електроенергетиці. Механізми стимулювання розвитку ВДЕ.

Здобувач вищої освіти має можливість пройти онлайн курс(и) за однією або декількома темами,

передбаченими робочою програмою навчальної дисципліни. Онлайн курс здобувач може обрати самостійно або за рекомендацією викладача. 1 год прослуханого курсу оцінюється у 0,83 бали. Максимальна кількість годин, яка може бути зарахована за результатами неформальної освіти, становить 12 год, відповідно максимальна кількість балів за такі результати становить – 10 балів

Методи та форми навчання включають не лише традиційні університетські лекції та семінарські заняття, а також елементи роботи в командах та групових дискусій. Застосовуються стратегії активного навчання, які визначаються такими методами та технологіями: методи проблемного навчання (дослідницький метод); особистісно-орієнтовані технології, засновані на таких формах і методах навчання як кейс-технологія і проектна технологія; візуалізація та інформаційно-комунікаційні технології, зокрема електронні презентації для лекційних занять. Комунікація з викладачем будується за допомогою використання інформаційної системи «Електронний кампус», платформи дистанційного

навчання Google-клас, а також такими інструментами комунікації, як електронна пошта і Telegram. Під час навчання та для взаємодії зі студентами використовуються сучасні інформаційно-комунікаційні та мережеві технології для вирішення навчальних завдань.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

асистент кафедри електропостачання, PhD, Яценко Дмитро Валерійович

Ухвалено кафедрою електропостачання (протокол № 22 від 24 червня 2026 р.).

Погоджено Навчально-методичною комісією НН ІЕЕ (протокол № 43 від 29 червня 2026 р.).