



ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	144 «Теплоенергетика»
Освітня програма	
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	150 годин / 5 кредитів ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, МКР, ДКР
Розклад занять	
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: докт. техн. наук, професор Басок Борис Іванович, borys.basok@gmail.com
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Інтелектуальні енергетичні системи» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 144 «Теплоенергетика».

Метою опанування дисципліни є формування у аспірантів сучасного рівня знань, умінь і навичок у галузі електричної інженерії при застосуванні інтелектуального керування виробництвом, розподілом і споживанням енергії на основі аналізу зовнішніх даних, ситуацій та подій, використання сучасних інформаційних технологій оброблення знань, еволюційних методів і алгоритмів, які потрібні для правильного проектування і експлуатації основного і допоміжного обладнання об'єктів і систем теплоенергетики, а також для розуміння необхідності, можливості і ефективності застосування інтелектуальних автоматичних приладів і пристроїв у системах керування теплопостачанням і теплоспоживанням. Завданням вивчення дисципліни є навчити аспірантів методам і принципам розробки, побудови та функціонування інтелектуальних мереж з використанням штучних нейронних мереж, нечітких логічних інтелектуальних регуляторів; експертного аналізу процесів теплоелектропостачання як об'єктів керування; розробці правил та алгоритмів «розумного» управління з використанням концепції «Smart grid».

Предметом навчальної дисципліни є формування теоретичних знань та практичних навичок з розробки інтелектуальних енергосистем, які передбачають використання стійких двонаправлених комунікацій, інтелектуальних датчиків і технології з метою покращення ефективності, стійкості та безпеки генерації, постачання та споживання теплоенергії. Це дасть змогу аспірантам у галузі електричної інженерії використовувати набуті знання для

вирішення професійних задач високої складності. Дана дисципліна розкриває поняття інтелектуальної енергосистеми, в якій всі суб'єкти теплоенергетичного ринку (генерація, мережа, розподілення, активні споживачі-регулятори) беруть активну участь в процесах передачі і розподілу теплоенергії і яка направлена на досягнення якісно нового рівня ефективності функціонування та розвитку теплоелектроенергетики, а також підвищення системної надійності і пропускної здатності, підвищення якості та надійності теплопостачання споживачів.

Компетентності:

ІК Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у теплоенергетичній галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

ЗК1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК3 Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері теплоенергетики на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності

СК1 Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукові результати, які створюють нові знання у сфері теплоенергетики та дотичних до неї міждисциплінарних напрямів

СК3 Здатність здійснювати науково-педагогічну діяльність у вищій освіті з теплоенергетики

Програмні результати навчання:

ПРН1 Мати передові концептуальні та методологічні знання з теплоенергетики і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з теплоенергетики, отримання нових знань та/або здійснення інновацій

ПРН3 Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень, спостережень, тощо і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані

ПРН4 Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у теплоенергетиці та дотичних міждисциплінарних напрямів

ПРН6 Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми теплоенергетики з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів

ПРН7 Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

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

До початку вивчення дисципліни аспіранти повинні щонайменше мати базові знання з основ інженерії та технології сталого розвитку, систем розподілу електричної та теплової енергії та керування ними, інформаційних технологій в системах енергопостачання, базовий рівень володіння англійською мовою не нижче А2.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Структура інтелектуальних систем теплоенергетики.

Тема 1. Основні поняття та визначення. Мета, задачі, призначення та застосування інтелектуальних енергетичних систем.

Тема 2. Аналіз і оцінка технології SMART-GRID.

Тема 3. Автоматизовані системи керування (АСК) процесами в теплоенергетиці.

Тема 4. Технічні засоби автоматизованої системи керування.

Тема 5. Застосування локальних обчислювальних мереж для комунікацій.

Тема 6. Типи і функціональна структура SCADA-систем як системи керування об'єктами теплоенергетики.

Розділ 2. Реалізація інтелектуальних систем керування в теплоенергетиці.

Тема 6. Типи і функціональна структура SCADA-систем як системи керування об'єктами теплоенергетики.

Тема 7. Інтелектуальні системи керування, основані на знаннях.

Тема 8. Штучний інтелект.

Тема 9. Проектування інтелектуальних енергетичних систем.

Тема 10. Проектування систем керування в енергетиці.

Тема 11. Нейронні мережі в енергетиці.

Тема 12. Поточний стан енергетики України в поточний воєнний час. Національний план з енергетики та клімату на період до 2030 року

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Організаційно-економічні механізми модернізації теплоенергетики України / під ред. Баска Б.І. Київ, 2015. 338 с.
2. Інтелектуальні електричні мережі: елементи та режими: За заг. ред. акад. НАН України О.В. Кириленка / Інститут електродинаміки НАН України. К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2016. 400 с.
3. Стаднік М. І., Видмиш А. А., Штуць А. А., Колісник М. А. Інтелектуальні системи в електроенергетиці. Теорія та практика / Вінниця: ТВОРИ, 2020. 332 с.

Додаткова література

(факультативно / ознайомлення)

4. Басок Б. І., Новосельцев О. В., Дубовський С. В., Базєєв Є. Т. Модернізація системи теплопостачання населених пунктів України. Теплофізика, Енергоефективність, Енергоекономіка, Екологія: монографія. Київ, 2018. 412 с.
5. Басок Б. І., Веремійчук Ю. А. Оцінка ресурсного потенціалу сонячної електроенергетики у Одеській області: монографія. Київ: Видавничий дом «Каліта», 2018. 250 с.
6. Недбайло О. М., Новіцька М. П., Ткаченко М. В., Божко І. К. Теплотехнічні особливості енергоефективної будівлі: монографія. Київ: «ПОЛОСАТКОТ», 2019. 194 с.
7. Басок Б.І., Новосельцев О.В., Дубовський С.В., Базєєв Є.Т. Модернізація комунальної теплоенергетики України. Теплофізика, енергоефективність, енергоекономіка. Київ: Наукова думка. 2020. 235 с.
8. Веремійчук Ю.А., Опришко В.П., Притискач І.В., Ярмолюк О.С. Оптимізація функціонування інтегрованих систем енергозабезпечення споживачів. Київ, Видавничий дім «Кий», 2020. 186 с. ISBN 987-617-7177-12-7

9. Про енергетичну ефективність: Закон України від 21.10.2021 р. № 1818-IX.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text>
10. Довідкові матеріали до Енергетичної стратегії України до 2035 року "Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність», 2021. 30 с.
11. Басок Б.І., Новіцька М.П., Кравченко В.П. Прогнозування інтенсивності сонячного випромінювання на основі штучних нейронних мереж. Теплофізика та теплоенергетика. 2021. Т. 43, № 2. С.60-67.

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в інтернеті. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці ІТТФ НАН України. Обов'язковим для прочитання є базова література [1]-[3]. 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.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Навчальна дисципліна охоплює 24 годин лекцій, а також 6 годин практичних занять та виконання модульної контрольної роботи (МКР) та домашньої контрольної роботи (ДКР).

Методи та форми навчання включають не лише традиційні лекції, а також групові дискусії. Застосовуються стратегії активного навчання, які визначаються такими технологіями: візуалізація та інформаційно-комунікаційні технології, зокрема електронні презентації для лекційних занять. Комунікація з викладачем будується за допомогою використання платформи дистанційного навчання Googleclassroom, а також такими інструментами комунікації, як електронна пошта і Telegram. Під час навчання та для взаємодії із аспірантами використовуються сучасні інформаційно-комунікаційні та мережеві технології для вирішення навчальних завдань.

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Основні дефініції і визначення дисципліни. Мета, задачі, призначення та застосування інтелектуальних енергетичних систем. Літературні джерела: [1, 2, 3]
2	Аналіз і оцінка технології SMART-GRID. Концептуальна структура енергетичної системи на базі концепції SMART-GRID. Літературні джерела: [2, 3]
3	Автоматизовані системи керування (АСК) процесами в теплоенергетиці. Загальна характеристика автоматизованих систем керування. Літературні джерела: [2]
4	Структура сучасної АСК, призначення та функції основних елементів. Автоматизовані системи комерційним обліком теплової та електричної енергії (АСКОЕ). Літературні джерела: [2, 3]
5	Технічні засоби автоматизованої системи керування. Засоби вимірювання параметрів в системах теплоенергетики. Виконавчі механізми з цифровим керуванням. Пристрої зв'язку з об'єктом, контролери. Інтеграція інтелектуальних мікропроцесорних пристроїв в енергетиці. Літературні джерела: [2, 3]
6	Застосування локальних обчислювальних мереж для комунікацій.

	Цифровий спосіб доступу до інформації, її передачі та обробки. Апаратне забезпечення розподілених систем автоматизації. Промислові інформаційні мережі: архітектура, обладнання, характеристики. Літературні джерела: [2, 3]
7	Типи і функціональна структура SCADA-систем як системи керування об'єктами теплоенергетики. Типова послідовність дій при програмуванні SCADA-системи. Літературні джерела: [2, 3]
8	Інтелектуальні системи керування, основані на знаннях. Методи вирішення неформалізованих задач. Сучасні моделі представлення знань. Літературні джерела: [2, 3]
9	Нейромережева модель представлення знань. Використання штучних нейронних мереж в системах теплоенергетики. Літературні джерела: [2, 3]
10	Штучний інтелект. Використання ШІ для моделювання і керування в системах енергетики. Літературні джерела: [2, 3]
11	Проектування інтелектуальних енергетичних систем. Спеціалізований пакет NEURAL NETWORK та пакет FUZZY LOGIK TOOLBOX для проектування і дослідження інтелектуальних систем керування в середовищі Matlab. Формування нейромережевих моделей в Simulink. Літературні джерела: [2, 3]
12	Проектування систем керування в енергетиці. Формування вимог до інтелектуальних систем керування в енергетиці. Літературні джерела: [2, 3]
13	Застосування інформаційних систем в енергетиці. Інтелектуальні системи в пасивному будинку типу «Нуль-енергії». Смарт-система вимірювання електроспоживання корпусу №2 ІТТФ НАН України по вул.. Булаховського, 2А. Індивідуальні теплові пункти ІТТФ НАН України.
14	Енергетики України в воєнний час. Національний план з енергетики та клімату на період до 2030 року

6. Самостійна робота аспіранта

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	88
2	Підготовка до МКР	4
3	Виконання домашньої контрольної роботи	10
4	Підготовка до екзамену	24

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед аспірантом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 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 заняттях;

- *правила поведінки на заняттях: аспірант має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі здійснюється за умови вказівки викладача;*
- *правила захисту індивідуальних завдань: захист домашньої контрольної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли аспірант не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки ДКР (за умови дотримання календарного плану виконання ДКР);*
- *політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання ДКР передбачає нарахування штрафних балів. Якщо аспірант не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів;*
- *політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в ІТТФ НАН України, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, у тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Інтелектуальні енергетичні системи»;*
- *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.*

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

Поточний контроль: експрес-опитування, МКР.

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

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: виконання модульної контрольної роботи, мінімально позитивна оцінка за домашню контрольну роботу, семестровий рейтинг більше 30 балів.

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

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- виконання домашньої контрольної роботи (ДКР);
- виконання однієї модульної контрольної роботи (МКР).
- написання екзамену.

<i>Робота на лекційних заняттях</i>	<i>МКР</i>	<i>ДКР</i>	<i>Рс</i>	<i>Рекз</i>	<i>Р</i>
12	23	25	60	40	100

1. **Рейтинг студента** розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 60 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що аспірант отримує за:

- експрес-контролі на лекційних заняттях;
- виконання модульної контрольної роботи (1 контрольна робота у вигляді тесту);
- виконання домашньої контрольної роботи (ДКР).

2. **Критерії нарахування балів:**

2.1. Експрес-контролі на лекційних заняттях оцінюються в 3 бали кожний. Максимальна кількість балів за експрес-контролі – 3 бали * 4 експрес-контролів = 12 балів.

Експрес-контроль проводиться у вигляді усного опитування аспірантів безпосередньо на лекційному занятті. Необхідно дати відповідь на одне запитання. Правильна відповідь оцінюється в 3 бали.

2.2. Модульна контрольні роботи оцінюються в 23 бали і складається з 23 тестових запитань, кожне з яких оцінюється в 1 бал.

2.3. Виконання домашньої контрольної роботи (ДКР):

- творчо виконана робота – 21-25 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 16-20 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 11-15 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

3. Умовою допуску до екзамену є виконання МКР, ДКР та стартовий рейтинг не менше 30 балів.

4. На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних запитання (завдання) і одне практичне. Кожне теоретичне запитання (завдання) оцінюється у 10 балів, а практичне у 20 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 9-10; 18-20 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 7-8; 16-17 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 4-6; 10-15 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

5. Сума стартових балів та балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

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)

- за участь в науково-дослідній роботі із виступом на конференції – 10 заохочувальних балів, які додаються до загальної суми, якщо вона менша 100 балів;
- за проєкт тез по проблематиці дисципліни – 10 заохочувальних балів, за проєкт наукової статті – 20 балів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: зав. відділу, д.т.н., професор, Борис БАСОК

Ухвалено: вченою радою ІТТФ НАН України (протокол № 7 від 11 квітня 2024 р.)