



ПРОЕКТУВАННЯ КІБЕР-ФІЗИЧНИХ СИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<u>Перший (бакалаврський)</u>
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	121 Інженерія програмного забезпечення
Освітня програма	Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем і веб-технологій
Статус дисципліни	<u>Нормативна / Вибіркова</u>
Форма навчання	<u>очна(денна)/очна(вечірня)/заочна/дистанційна/змішана</u>
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній / <u>весняний семестр</u>
Обсяг дисципліни	3,5 кредити/105 ГОД. (Лекцій 36 год, практ. 18 год., СРС 51 год.)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, РГР
Розклад занять	<u>Лекційні та практичні заняття</u>
Мова викладання	<u>Українська/Англійська/Німецька / Французька</u>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., Ковальчук Артем Михайлович, kovalchuk_artem@ukr.net, telegram, viber, Zoom session Практичні: к.т.н., Ковальчук Артем Михайлович, kovalchuk_artem@ukr.net, telegram, viber, Zoom session
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс (G Suite For Education, Кампус тощо)

Програма навчальної дисципліни

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

Метою дисципліни “Проектування кібер-фізичних систем” є набуття знань та практичних навичок розробки програмних застосунків кібер-фізичних систем.

Предметом дисципліни “Проектування кібер-фізичних систем” є підходи, інструментарій та методи розробки програмного забезпечення кібер-фізичних систем.

Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

Фахові компетентності:

- володіння знаннями з фізичних основ кібер-фізичних систем та здатність проектувати кібер-фізичні системи (ФК 21);
- здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем (ФК 3);
- здатність реалізовувати застосунки корпоративних систем, інформаційної безпеки програм і даних, зокрема, в кібер-фізичних системах (ФК 17);
- здатність розробляти та конструювати мобільні, крос- та мульти-платформні застосунки, зокрема, для кібер-фізичних систем (ФК 20).

Згідно з вимогами ОПП Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем і веб-технологій, студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

Програмні результати навчання:

- проводити передпроектне обстеження предметної області, системний аналіз об'єкта проектування (ПРН 10);
- вибирати вихідні дані для проектування, керуючись формальними методами опису вимог та моделювання (ПРН 11);
- застосовувати на практиці ефективні підходи щодо проектування програмного забезпечення (ПРН 12);
- застосовувати на практиці інструментальні програмні засоби проектування, тестування, візуалізації, вимірювань та документування програмного забезпечення (ПРН 14)
- знати і вміти використовувати фундаментальний математичний інструментарій при побудові алгоритмів та розробленні сучасного програмного забезпечення (ПРН 25);
- вміти організовувати, налаштовувати та програмувати у комп'ютерних мережах (ПРН 27);
- аналізувати, вибирати, кваліфіковано застосовувати засоби забезпечення інформаційної безпеки (в тому числі кібербезпеки) і цілісності даних відповідно до розв'язуваних прикладних завдань та створюваних програмних систем (ПРН 30);
- реалізовувати застосунки корпоративних систем з інформаційної безпеки програм і даних, зокрема, в кібер-фізичних системах (ПРН 31);
- застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення (ПРН 32);
- вміти створювати програмне забезпечення для інтелектуальних кібер-фізичних систем (ПРН 33).

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

Дисципліна складається з одного кредитного модуля.

Вивчення дисципліни спирається на знання та вміння отримані за програмою попередніх років навчання за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення з дисциплін «Фізичні основи кібер-фізичних систем», «Основи програмування», «Алгоритми та структури даних», «Бази даних», «Основи комп'ютерних систем і мереж», «Математичний аналіз», «Теорія ймовірностей», «Компоненти програмної інженерії». Студенти мають досвід у імперативному, об'єктно-орієнтованому і функціональному програмуванні.

Викладений матеріал може бути інструментальною основою для підготовки бакалаврських та магістерських дисертацій.

Міждисциплінарні зв'язки забезпечуються з дисциплінами «Основи інженерії даних», «Методології розробки інтелектуальних комп'ютерних програм», «Побудова масштабованих систем обробки даних у реальному часі», «Розробка програмного забезпечення мобільних пристроїв».

3. Зміст навчальної дисципліни

Проектування кібер-фізичних систем

Тема 1. Поняття "кібер-фізична система".

Основні аспекти та складові елементи трактування поняття " кібер-фізична система". Прикладна область - енергетична інфраструктура. Енергетична інфраструктура: визначення та склад, етапи розвитку. Інженерні системи. Сучасний стан енергетики та перспективи розвитку. Smart House, Smart Grid та MicroGrid. Управління технологічними процесами

генерування, передачі, розподілу та споживання енергії. Енергоринок. Екологічні аспекти енергетики. Управління попитом на енергію. Зв'язок з соціальною, інфраструктурою.

Тема 2. Управління процесами енергетичної інфраструктури.

Централізація та децентралізація управління. Інтегровані та автономні системи енергозабезпечення. Системи диспетчеризації: моніторинг, контроль та управління. Системи реального часу. Геоінформаційні системи. Сервісне обслуговування енергетичних мереж.

Тема 3. Моніторинг технічного стану та режимів роботи енергетичної інфраструктури.

Моніторинг технічного стану та режимів роботи енергетичного обладнання та енергетичних мереж. Вимоги до якості енергозабезпечення. Показники якості енергозабезпечення. Інформаційне забезпечення моніторингу та діагностування технічного стану та режимів роботи енергетичної інфраструктури.

Тема 4. Інтелектуальні системи управління енергетичною інфраструктурою.

Інформатизація енергетичних процесів та потоків. Робочі місця диспетчера-технолога, менеджера. Автоматизація управління нештатними та аварійними ситуаціями. Автоматизація процесу експлуатації. Способи організації обліку та аналізу споживання енергії. Системи обробки даних в інтелектуальних енергомережах. Аналітика у розподільних системах. Системи управління енергоспоживанням. Big DATA і віртуальні енергостанції. Логічна структура енергосистеми з координованими віртуальними електростанціями. Управління в мережах з багатьма накопичувачами енергії. Прогнозування та моделювання майбутніх ситуацій (стан технологічного обладнання та режими роботи).

Тема 5. Вбудовані обчислювальні системи.

Визначення, особливості, класифікація. Вбудовані системи. Приклади вбудованих систем. Реальний час. Надійність. Розподілені вбудовані системи. Піраміда автоматизації. Механізми реального часу. Таймер. Пристрій захоплення-порівняння. Сторожовий таймер. Система переривань. Годинник реального часу. Система контролю живлення. Вбудована FLASH-пам'ять. Контролер прямого доступу до пам'яті. Засоби зниження енергоспоживання.

Тема 6. Модульний принцип організації процесора вбудованих обчислювальних систем.

Процесор. Класифікація процесорів. Мікропроцесор і мікроконтролер. Класифікація мікроконтролерів. Програмовані логічні інтегральні схеми. Програмована логічна матриця. Типова структура процесора для вбудованих систем. Процесорний ядро. Організація переривань в керуючих процесорах. Модулі пам'яті. Порти введення-виведення. Таймери-лічильники. Аналого-цифровий перетворювач. Цифро-аналоговий перетворювач. Контролери послідовних інтерфейсів. Підсистема синхронізації.

Тема 7. Мережеві інтерфейси вбудованих систем.

Послідовний інтерфейс I²C. Інтерфейс RS-485. Інтерфейс CAN. Промисловий Ethernet. Інтерфейс LIN. Технологія PLC. Технологія M2M.

Тема 8. Інтернет речей як технологія.

Етапи розвитку інтернету. Розумні взаємопов'язані пристрої. Технологія цифрових двійників. Специфіка розробки додатків IoT. Комерціалізація технологій інтернету речей. Екосистема і бізнес-моделі IoT. Платформа інтернету речей.

Тема 9. Принципи організації діяльності.

Діяльність і поведінка. Знаряддя, засоби і компетенції. Проектування технічної системи як проектування діяльності.

Тема 10. Самоорганізація & Мультиагентний підхід.

Визначення агента, оточуюче середовище агента: характер та властивості, структура та архітектура агентів, програми агентів, поведінка агента: концепція раціональності, показники продуктивності, раціональність, навчання та автономність. ACL – мова міжагентного спілкування. База знань для адаптивного планування, віртуальний світ, машина прийняття рішень. Переговори агентів, архітектура MAC з управління ресурсами в реальному часі, мультиагентна платформа, оцінка MAC як складних систем. Мульти-агентний підхід у проектуванні Smart-систем.

Тема 11. Концепція раціональності.

Агенти і варіанти середовища. Якісна поведінка: концепція раціональності. Показники продуктивності. Раціональність. Всезнання, навчання і автономність.

Тема 12. Моделі обчислень. Теорія автоматів.

Управління та теорія автоматів. Визначення автомата. Детермінований та недетермінований алгоритм поведінки автомата. Детермінований кінцевий автомат. Синтез детермінованого кінцевого автомата. Недетермінований. Синтез недетермінованого кінцевого автомата.

Тема 13. Клітинні автомати.

Поняття «клітинний автомат». Особливості клітинних автоматів. Синтез клітинних автоматів. Сфери можливого застосування клітинних автоматів.

Тема 14. Штучне життя

Штучне життя. Штучний рій. Витоки і проблеми штучного життя. Штучне життя і колективна поведінка. Модель штучного життя MANTA. Модель штучної життя Tierra. Модель штучного життя Д. Еклі та М. Літмана. Модель штучного життя PolyWorld.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. *Smart grid: fundamentals of design and analysis / James Momoh..= John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2012. – 218 p.*
2. *Artificial Intelligence in Renewable Energetic Systems: Smart Sustainable Energy Systems / Mustapha Hatti, Springer International Publishing, 2018. – 531 p.*
3. *Кобец Б. Б., Волкова И. О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid. — М.: ИАЦ Энергия, 2010. — 208 с.*
4. *Agent and Multi-Agent Systems: Technology and Applications / 10th KES International Conference, KES-AMSTA 2016 Puerto de la Cruz, Tenerife, Spain, June 2016 – 350 p.*
5. *Праховник А.В. Малая энергетика: распределенная генерация в системах энергоснабжения / «Освіта України», Київ, 2007, 464с.*
6. *Ключев, А.О., Ковязина Д.Р., Кустарев, П.В., Платунов, А.Е. Аппаратные и программные средства встраиваемых систем. Учебное пособие [Текст] / А.О. Ключев, П.В. Кустарев, А.Е. Платунов. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2010. – 290 с.*
7. *Changyi Gu. Building Embedded Systems./ San Diego, California, USA, 2016. – 322 p.*
8. *Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ. Издательский дом “Вильямс”, 2006. — 1408 с.*
9. *Introduction on multi-agent systems / M. Wooldridge. John Wiley & Sons Ltd, 2002. – 348 p.*
10. *Architectural design of multi-agent systems : technologies and techniques / Hong Lin. Hershey, New York, 2007. – 421 p.*
11. *Interaction and Communication among Autonomous Agents in Multiagent Systems/ A dissertation presented by Nicoletta Fornara for the degree of Ph.D. in Communication Sciences. June 2003. – 137 p.*

Додаткова література

1. Лабораторный практикум для изучения микроконтроллеров архитектуры ARM Cortex-M4 на базе отладочного модуля STM32F4 Discovery / Бугаев В.И., Мусиенко М.П., Крайнык Я.М. – Москва-Николаев: МФТИ-ЧГУ, 2013. – 71 с.
2. Jonathan W. Valvano. Embedded systems: introduction to ARM Cortex M microcontrollers./ 2014. – 594 p.
3. UM1570. User manual Discovery kit with STM32F303VC MCU. / Datasheet, April 2018. – 37 c.
4. Carmine Noviello. Mastering STM32./ Leanpubm, Lean Publishing. - 2018. – 108 p.
5. Smart grid : fundamentals of design and analysis / James Momoh..= John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2012. – 218 p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС
1	2	3	4	5	6
Моніторинг мультисервісних мереж					
Тема 1. Поняття “кібер-фізична система”	4	2			2
Тема 2. Управління процесами енергетичної інфраструктури	14	4	6		4
Тема 3. Моніторинг технічного стану та режимів роботи енергетичної інфраструктури	14	4	6		4
Тема 4. Інтелектуальні системи управління енергетичною інфраструктурою	14	4	6		4
Тема 5. Вбудовані обчислювальні системи	4	2			2
Тема 6. Модульний принцип організації процесора вбудованих обчислювальних систем	4	2			2
Тема 7. Мережеві інтерфейси вбудованих систем	4	2			2
Тема 8. Інтернет речей як технологія	6	2			4
Тема 9. Принципи організації діяльності	4	2			2
Тема 10. Самоорганізація & Мультиагентний підхід	6	2			4
Тема 11. Концепція раціональності	4	2			2
Тема 12. Моделі обчислень. Теорія	6	2			4

автоматів					
Тема 13. Клітинні автомати	5	2			3
Тема 14. Штучне життя	6	2			4
Разом за розділом 1	95	34	18		43
РГР	4	2			2
Залік	6				6
Всього годин	105	36	18		51

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Основні аспекти та складові елементи трактування поняття “ кібер-фізична система”. Прикладна область - енергетична інфраструктура. Енергетична інфраструктура: визначення та склад, етапи розвитку. Інженерні системи. Сучасний стан енергетики та перспективи розвитку. Smart House, Smart Grid та MicroGrid.
2	Управління технологічними процесами генерування, передачі, розподілу та споживання енергії. Енергоринок. Екологічні аспекти енергетики. Управління попитом на енергію. Зв'язок з соціальною, інфраструктурою.
3	Централізація та децентралізація управління. Інтегровані та автономні системи енергозабезпечення. Системи диспетчеризації: моніторинг, контроль та управління.
4	Системи реального часу. Геоінформаційні системи. Сервісне обслуговування енергетичних мереж.
5	Моніторинг технічного стану та режимів роботи енергетичного обладнання та енергетичних мереж. Вимоги до якості енергозабезпечення. Показники якості енергозабезпечення. Інформаційне забезпечення моніторингу та діагностування технічного стану та режимів роботи енергетичної інфраструктури.
6	Інформатизація енергетичних процесів та потоків. Робочі місця диспетчера-технолога, менеджера. Автоматизація управління нештатними та аварійними ситуаціями. Автоматизація процесу експлуатації. Способи організації обліку та аналізу споживання енергії. Системи обробки даних в інтелектуальних енергомережах.
7	Аналітика у розподільних системах. Системи управління енергоспоживанням. Big DATA і віртуальні енергостанції. Логічна структура енергосистеми з координованими віртуальними електростанціями. Управління в мережах з багатьма накопичувачами енергії. Прогнозування та моделювання майбутніх ситуацій (стан технологічного обладнання та режими роботи).
8	Визначення, особливості, класифікація. Вбудовані системи. Приклади вбудованих систем. Реальний час. Надійність. Розподілені вбудовані системи. Піраміда автоматизації. Механізми реального часу. Таймер. Пристрій захоплення-порівняння. Сторожовий таймер. Система переривань. Годинник реального часу. Система контролю живлення. Вбудована FLASH-пам'ять. Контролер прямого

	<i>доступу до пам'яті. Засоби зниження енергоспоживання.</i>
9	<i>Процесор. Класифікація процесорів. Мікропроцесор і мікроконтролер. Класифікація мікроконтролерів. Програмовані логічні інтегральні схеми. Програмована логічна матриця. Типова структура процесора для вбудованих систем. Процесорний ядро. Організація переривань в керуючих процесорах. Модулі пам'яті. Порти введення-виведення. Таймери-лічильники. Аналого-цифровий перетворювач. Цифро-аналоговий перетворювач. Контролери послідовних інтерфейсів. Підсистема синхронізації.</i>
10	<i>Послідовний інтерфейс I²C. Інтерфейс RS-485. Інтерфейс CAN. Промисловий Ethernet. Інтерфейс LIN. Технологія PLC. Технологія M2M.</i>
11	<i>Етапи розвитку інтернету. Розумні взаємопов'язані пристрої. Технологія цифрових двійників. Специфіка розробки додатків IoT. Комерціалізація технологій інтернету речей. Екосистема і бізнес-моделі IoT. Платформа інтернету речей.</i>
12	<i>Діяльність і поведінка. Знаряддя, засоби і компетенції. Проектування технічної системи як проектування діяльності.</i>
13	<i>Визначення агента, оточуюче середовище агента: характер та властивості, структура та архітектура агентів, програми агентів, поведінка агента: концепція раціональності, показники продуктивності, раціональність, навчання та автономність. ACL – мова міжагентного спілкування. База знань для адаптивного планування, віртуальний світ, машина прийняття рішень. Переговори агентів, архітектура MAC з управління ресурсами в реальному часі, мультиагентна платформа, оцінка MAC як складних систем.</i>
14	<i>Мульти-агентний підхід у проектуванні Smart-систем Агенти і варіанти середовища. Якісна поведінка: концепція раціональності. Показники продуктивності. Раціональність. Всезнання, навчання і автономність.</i>
15	<i>Управління та теорія автоматів. Визначення автомата. Детермінований та недетермінований алгоритм поведінки автомата. Детермінований кінцевий автомат. Синтез детермінованого кінцевого автомата. Недетермінований. Синтез недетермінованого кінцевого автомата.</i>
16	<i>Поняття «клітинний автомат». Особливості клітинних автоматів. Синтез клітинних автоматів. Сфери можливого застосування клітинних автоматів.</i>
17	<i>Штучне життя. Штучний рій. Витоки і проблеми штучного життя. Штучне життя і колективна поведінка. Модель штучного життя MANTA. Модель штучної життя Tierra. Модель штучного життя Д. Еклі та М. Літмана. Модель штучного життя PolyWorld.</i>

Практичні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять полягають у набутті студентами практичних навичок з використання спеціалізованого програмного забезпечення моніторингу мультисервісних мереж.

№ з/п	Назва теми заняття
	Розробка програмного застосунку «Моделювання динамічних режимів роботи енергетичної інфраструктури»

1	Модуль «Аналітика метеорологічних даних регіону»
2	Модуль «Моделювання режимів роботи об'єкта споживання теплової енергії»
3	Модуль «Моделювання режимів управління електричним навантаженням об'єкта споживання електричної енергії»
4	Модуль «Моделювання режимів роботи вітроенергетичної установки»
5	Модуль «Моделювання режимів роботи автономної теплогенеруючої установки»
6	Модуль «Моделювання режиму роботи системи акумулювання енергії»
7	Модуль «Моделювання режимів роботи інтегрованої системи енергозабезпечення»
8	Розробка звітної презентації по програмному продукту

6. Самостійна робота студента/аспіранта

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
1	Smart House, Smart Grid та MicroGrid.	4
2	Системи диспетчеризації: моніторинг, контроль та управління.	4
3	Системи реального часу та вимоги до них.	4
4	Моніторинг технічного стану та режимів роботи енергетичного обладнання та енергетичних мереж.	6
5	Застосування GIS у кібер-фізичних системах	4
6	Елементна база мікропроцесорної техніки для вбудованих застосувань	4
7	Технологія M2M	4
8	Промисловий Ethernet.	4
9	Операційні системи реального часу	4
10	Програмовані логічні контролери.	3
11	Мови специфікації і програмування	2

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями:

1) методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий (евристична бесіда) і дослідницький метод);

2) особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології, засновані на активних формах і методах навчання («мозковий штурм», «аналіз ситуацій» дискусія, експрес-конференція);

3) інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо-, відео-підтримки навчальних занять);

4) лекційні та практичні заняття відносяться до аудиторних занять. Відвідування аудиторних занять є обов'язковим;

5) правила поведінки на заняттях: активність, підготовка коротких доповідей чи текстів, відключення телефонів, використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті тощо;

6) правила захисту лабораторних робіт. На лабораторних заняттях студенти під керівництвом викладача вивчають методику експериментальних досліджень. На кожній лабораторній роботі студенти оформляють звіт у письмовому вигляді. До звіту заноситься перебіг досліду, його результати і даються пояснення отриманих результатів з урахуванням похибок експерименту;

7) індивідуальні завдання з дисципліни (реферати, розрахункові, графічні, тощо) видаються студентам в терміни, передбачені вищим навчальним закладом. Індивідуальні завдання виконуються студентом самостійно при консультуванні викладачем. Допускаються випадки виконання комплексної тематики кількома студентами;

8) правила призначення заохочувальних балів: своєчасне виконання та здача практичних, індивідуальних завдань, нестандартний підхід до вирішення певного завдання;

9) правила призначення штрафних балів: несвоєчасне виконання практичних та індивідуальних завдань, а також користування допоміжними засобами (наприклад, мобільний телефон, конспект лекцій) під час виконання контрольної роботи;

10) політика дедлайнів та перескладань: невчасно виконані та здані лабораторні роботи оцінюються нижчою оцінкою (-10-20% від загальної підсумкової оцінки);

11) політика щодо академічної доброчесності: письмові роботи можуть перевірятися на наявність плагіату і допускаються до захисту із коректними текстовими запозиченнями не більше 40%. Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені;

12) інші вимоги, що не суперечать законодавству України та нормативним документам Університету:

- політика щодо відвідування: відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання, за яке нараховуються бали. За об'єктивних причин (підтверджених документально) дозволяється перескладання пропущених тем курсу.
- політика щодо виконання завдань: позитивно оцінюється відповідальність, старанність, креативність, фундаментальність.

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

1. Оцінка з дисципліни виставляється за багатобальною системою.

2. Максимальна кількість балів з дисципліни дорівнює 100.

3. Нарахування балів по окремих видах робіт:

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримав за:

- виконання практичних робіт;
- виконання розрахунково-графічної роботи (РГР).

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Оцінювання лабораторних робіт:

—якщо робота виконана невчасно знімається 10-30% від максимальної кількості балів (кількість процентів залежить від терміну запізнення);

—якщо робота виконана не самостійно та простежується не індивідуальне виконання то знімається 50% від максимальної кількості балів;

—якщо в програмі не витримані основні правила створення програмних продуктів (модульність, дружній інтерфейс, наявність коментарів та т.п.) знімається 5%.

№ л.р.	Назва лабораторної роботи	Максимальний ваговий бал
1	Модуль «Аналітика метеорологічних даних регіону»	10
2	Модуль «Моделювання режимів роботи об'єкта споживання теплової енергії»	10
3	Модуль «Моделювання режимів управління електричним	10

	навантаженням об'єкта споживання електричної енергії»	
4	Модуль «Моделювання режимів роботи вітроенергетичної установки»	10
5	Модуль «Моделювання режимів роботи автономної теплогенеруючої установки»	10
6	Модуль «Моделювання режиму роботи системи акумулювання енергії»	10

2. Модульний контроль

На одному з лекційних занять проводиться презентація та захист розрахунково-графічної роботи: Максимальний ваговий бал rГРР = 20.

Оцінювання модульної контрольної роботи виконується наступним чином:

- якщо на всі питання дані повні та чітко аргументовані відповіді, контрольна виконана охайно, з дотримання основних правил, то виставляється 20 балів;
- якщо методика виконання запропонованого завдання розроблена вірно, але допущені неprincipiові помилки у теоретичному описі або розрахунках, то виставляється 10-15 балів;
- від 3 до 5 балів нараховується, якщо методика виконання завдання розроблена в основному вірно, але допущені деякі з наступних помилок: помилки у представленні вихідних даних, не обґрунтовані теоретичні рішення, помилки у методиці розрахунків;
- нижче 3 балів нараховується, якщо завдання не виконане або допущені грубі помилки.

3. Залік

Залік відбувається у письмовій формі. Максимальна оцінка за залік складає rEK = 20 балів.

Умови позитивної проміжної атестації

Для отримання „зараховано” з першої проміжної атестації студент повинен мати не менше, ніж 20 балів (за умови, що за 8 тижнів згідно з календарним планом контрольних заходів студент повинен отримати 40 балів).

Для отримання „зараховано” з другої проміжної атестації студент повинен мати не менше, ніж 40 балів (за умови, що за 14 тижнів згідно з календарним планом контрольних заходів студент повинен отримати 60 балів).

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R=60+20+20=100 \text{ балів}$$

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає 100 балів.

Умови допуску до іспиту: зарахування всіх практичних робіт, а також стартовий рейтинг $r \geq 40$ балів.

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка RD переводиться згідно таблиці:

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Методичні рекомендації

Для кращого засвоєння матеріалу дисципліни рекомендується використовувати на лекціях мультимедійні засоби навчання, які дозволяють інтенсифікувати навчальний процес, стимулювати розвиток мислення та уяви студентів, збільшувати обсяг навчального матеріалу для творчого засвоєння і використання його студентами, викликати зацікавленість та позитивне ставлення до навчання.

Методика побудована таким чином, що матеріал майже кожної лекції закріплюється виконанням практичного завдання. Завдання студенти отримують заздалегідь і на аудиторному занятті під керівництвом викладача виправляють помилки в разі їх наявності та відповідають на запитання щодо програмної реалізації та теоретичних засад роботи. Якість самостійної роботи перевіряється на практичних заняттях.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, к.т.н., Ковальчук А.М.

Ухвалено кафедрою АПЕПС (протокол № 16 від 18.06.2021 р.)

Погоджено Методичною комісією ТЕФ КПІ ім. Ігоря Сікорського ¹ (протокол № 11 від 24.06.2021 р.)