

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету _____ ФІТ _____



Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Підпис

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія керування та проєктування систем сонячної енергетики

Назва дисципліни

Галузь знань – G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність – G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

Рівень вищої освіти – Другий (магістерський)

Освітньо-професійна програма – Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

Обсяг дисципліни – 5 кредитів ЄКТС, **Шифр дисципліни** – ОФП.04

Мова навчання – українська

Статус дисципліни: обов'язкова (фахової підготовки)

Факультет – Інформаційних технологій

Кафедра – Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Курсовий проєкт	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
					Аудиторні заняття					Самостійна робота, у т.ч. ІРС			Залік	Іспит
			Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття					
Д	1	2	5	150	50	16	34			100				+
Разом ДФ			5	150	50	16	34			100				1

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» за спеціальністю G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

Робоча програма складена

Підпис(и) автора(ів)

д-р. техн. наук, проф. Валерій МАРТИНЮК

Науковий ступінь, учене звання, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ автора(ів)

Схвалена на засіданні кафедри автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Протокол від 01 вересня 2025 № 1

Зав. кафедри

Підпис

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма розглянута та схвалена вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова вченої ради факультету

Підпис

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Хмельницький 2025



ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Посада	Назва кафедри	Підпис	Ініціали, прізвище
Завідувач кафедри, канд. техн. наук, доц.	Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки		Людмила КОРЕЦЬКА
Гарант освітньо-професійної програми, д-р. техн. наук, проф.	Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки		Валерій МАРТИНЮК

3. Пояснювальна записка

Дисципліна «Теорія керування та проектування систем сонячної енергетики» є обов'язковою дисципліною фахової підготовки і займає провідне місце у підготовці здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» спеціальності G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка.

Пререквізити – Методологія та організація наукових досліджень (ОЗП.01).

Кореквізити – Переддипломна практика (ОФП.06), Кваліфікаційна робота (ОФП.07).

Відповідно до освітньої програми дисципліна сприяє забезпеченню:

– **компетентностей**: Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки у професійній діяльності та/або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності та характеризується комплексністю та невизначеністю умов і вимог (ІК); Здатність проведення досліджень на відповідному рівні (ЗК 01); Здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК 02); Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 03); Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами (ФК 03); Здатність інтегрувати знання з інших галузей, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні інженерних задач та проведенні наукових досліджень (ФК 05); Здатність застосовувати сучасні методи теорії автоматичного керування для розроблення автоматизованих систем управління технологічними процесами та об'єктами (ФК 06); Здатність проектувати та впроваджувати інтелектуальні системи автоматизації сонячної енергетики, методи функціонування автоматизованих систем контролю та обліку електроенергії, як складових Industry 4.0 та переходу підприємств до сталої зеленої енергетики (УК.01); Здатність розробляти цифрові двійники компонентів та кіберфізичних систем керування розумних мереж, технологій цифрової трансформації розподілених систем генерації та накопичення електроенергії на основі мікромереж (УК.02).

– **програмних результатів навчання**: Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерноінтегрованих технологій для розв'язування складних задач професійної діяльності (ПРН 03); Розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, застосовуючи системний підхід із врахуванням нетехнічних складових оцінки об'єктів автоматизації (ПРН 05); Застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кіберфізичних виробництв (ПРН 08); Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її (ПРН 12); Розробляти і використовувати інтелектуальні системи автоматизації сонячної енергетики, автоматизовані системи контролю та обліку електроенергії при проектуванні систем сонячної енергетики, як складових Industry 4.0 та переходу підприємств до сталої зеленої енергетики (ПРН 13); Проектувати, моделювати та застосовувати цифрові двійники компонентів і кіберфізичних систем для керування розумними мережами, а також впроваджувати технології цифрової трансформації в розподілених системах генерації та накопичення електроенергії на основі мікромереж (ПРН 14).

Мета дисципліни. Розвиток у студентів фахового стилю мислення; здобуття студентами глибоких та міцних знань у галузі систем сонячної енергетики, необхідних для подальшого оволодіння фаховими дисциплінами та для практичної наукової діяльності; вироблення у студентів вміння використовувати набуті знання при розробці та експлуатації систем сонячної енергетики; підготувати студентів до провадження дослідницької та/або інноваційної діяльності в галузі систем сонячної енергетики.

Предмет дисципліни. Комплекс питань, пов'язаних з теорією, принципами та методами побудови і організації функціонування систем сонячної енергетики.

Завдання дисципліни. Надати студентам знання і практичні навички з розробки та аналізу систем сонячної енергетики, а також з'єднання їх у загальну мережу і керування ними.

Результати навчання. Після завершення вивчення дисципліни здобувач має: *розуміти* об'єкт дисципліни (особливості побудови та функціонування систем сонячної енергетики), предмет дисципліни, задачі дисципліни, проблематику дисципліни та її основні розділи; *знати* наукові і математичні положення, що лежать в основі організації функціонування систем сонячної енергетики, їх архітектуру та класифікацію; *знати* базові поняття та визначення принципів генерування та зберігання енергії в системах сонячної енергетики; організацію керування системами сонячної енергетики; *знати* можливості системи автоматизованого проектування систем сонячної енергетики та вміти використовувати її для розробки проектів; *вміти* розробляти системи сонячної енергетики із використанням пристроїв генерування, перетворення та накопичення електричної енергії; правильно обирати та використовувати пристрої генерування, перетворення та накопичення електричної енергії у власних розробках; *вміти* досліджувати та моделювати системи сонячної енергетики за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

4. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:		
	Денна форма		
	Лекції	Лабораторні роботи	СРС
Тема 1. Загальні аспекти сонячної енергетики	2	4	20
Тема 2. Теорія керування системами сонячної енергетики	4	8	20
Тема 3. Проектування систем сонячної енергетики	2	8	20
Тема 4. Моделювання систем сонячної енергетики	4	8	20
Тема 5. Сучасні напрямки розвитку систем сонячної енергетики	4	6	20
Разом за 5-й семестр:	16	34	100

5. Програма навчальної дисципліни

5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
Тема 1 Основні поняття та визначення		2
1	Перспективи сонячної енергетики в Україні. Енергія Сонця. Сонячна енергетика. Переваги і недоліки сонячної енергетики. Розвиток сонячної енергетики в Україні. Літ.: [2] С. 8-13; [4] С. 13-26.	2
Тема 2 Теорія керування системами сонячної енергетики		
2	Математична модель системи керування сонячною електростанцією. Математична модель системи керування у вигляді диференціальних рівнянь. Моделі у просторі станів. Моделі виду "нулі-полюси". Передавальні функції системи керування. Літ.: [5] С. 19-26; [6] С. 66-80.	2
3	Проектування регуляторів систем керування сонячною електростанцією. Основні етапи проектування регуляторів систем керування сонячною електростанцією. Стабілізація та забезпечення якості систем керування сонячною електростанцією. Чутливість систем керування сонячною електростанцією. Літ.: [5] С. 27-49, [6] С. 158-191.	2
Тема 3 Проектування систем сонячної енергетики		
4	Методи синтезу регуляторів в класі багатовимірних стаціонарних систем Математичні моделі багатовимірних стаціонарних систем. Динамічне та статичне розв'язування каналів. Аналітичне конструювання оптимальних регуляторів. Літ.: [6] С. 192-212.	2
Тема 4 Моделювання систем сонячної енергетики		
5	Обґрунтування запланованої потужності сонячної електростанції. Огляд та аналіз характеристик обладнання, що буде використовуватися в проекті. Фінансова модель разом із плановим обсягом виробленої електроенергії, заплановані витрати на будівництво, експлуатацію та сервісне обслуговування. Літ.: [2] С. 52-55.	2
6	Розрахунок продуктивності сонячної електростанції. Географічне положення. Орієнтація і кут нахилу фотомодулів. Тип установки і температура. Характеристики обладнання. Затінення. Літ.: [2] С. 55-65.	2
Тема 5 Сучасні напрямки розвитку систем сонячної енергетики		
7	Оптимізація систем сонячної енергетики Мікро-мережа та система керування розподіленою мережею електроживлення. Функції Процеси і явища в електричних мережах, що викликають порушення показників якості електричної енергії. Літ.: [2] С. 75-85.	2
8	Інтелектуальні способи збільшення продуктивності фотоелектричних електростанцій Моделі, методи і засоби побудови інтелектуальної системи керування та розподілу сонячної енергетики, заснованій на багатопаровій нейронній мережі. Літ.: [2] С. 75-85.	2
Разом за семестр:		16

5.2 Зміст лабораторних занять

№ з/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Дослідження розімкнутої лінійної системи	4
2	Проектування регулятора для лінійної системи	4
3	Дослідження погодних умов в місці встановлення фотоелектричних модулів	4
4	Вибір типу та моделювання фотоелектричних модулів	4
5	Вибір типу та моделювання інверторів	4
6	Конфігурування фотоелектричної електростанції	4
7	Дослідження ефективності використання фотоелектричної електростанції	4
8	Дослідження оптимізатора потужності сонячної панелі	6
Разом за семестр:		34

5.3 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи здобувача вищої освіти

Самостійна робота студентів усіх форм здобуття освіти полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт, тестування з теоретичного матеріалу. Крім цього до послуг студентів сторінка навчальної дисципліни у Модульному середовищі для навчання, де розміщені Робоча програма дисципліни та необхідні документи з її навчально-методичного забезпечення.

Зміст самостійної роботи студентів *денної* форми здобуття освіти

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до ЛР1	6
2	Самостійне опрацювання матеріалу	6
3	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до ЛР2, підготовка до захисту ЛР1	6
4	Самостійне опрацювання матеріалу	6
5	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до ЛР3, підготовка до захисту ЛР2	6
6	Самостійне опрацювання матеріалу	6
7	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до ЛР4, підготовка до захисту ЛР3	6
8	Самостійне опрацювання матеріалу	6
9	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до ЛР5, підготовка до захисту ЛР4	6
10	Самостійне опрацювання матеріалу	6
11	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до ЛР6, підготовка до захисту ЛР5	6
12	Самостійне опрацювання матеріалу	6
13	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до ЛР7, підготовка до захисту ЛР6	6
14	Самостійне опрацювання матеріалу	6
15	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до ЛР8, підготовка до захисту ЛР7	6
16	Самостійне опрацювання матеріалу	6
17	Самостійне опрацювання матеріалу, підготовка до захисту ЛР8	4
Разом за семестр:		100

Керівництво самостійною здійснюється викладачем згідно з розкладом консультацій у позаурочний час.

6 Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій та методів навчання, зокрема: лекції (з використанням методів візуалізації, проблемного й інтерактивного навчання, мотиваційних прийомів, інформаційно-комунікаційних технологій); лабораторні заняття (з використанням методів комп'ютерного моделювання, методів проєктної діяльності, тренінгових вправ, аналіз проблемних ситуацій, пояснення, дискусія), самостійна робота (робота над засвоєнням теоретичного матеріалу, підготовка до поточного та підсумкового контролю тощо).

7 Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час аудиторних лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком освітнього процесу, в т.ч. з використанням Модульного середовища для навчання. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- усне опитування перед допуском до лабораторного заняття;
- оцінювання результатів захисту лабораторних робіт;
- тестовий контроль.

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контролю, який проводиться з усього матеріалу дисципліни за білетами, попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, не допускається до семестрового контролю, поки не виконає обсяг роботи, передбачений Робочою програмою. Здобувач вищої освіти, який набрав позитивний середньозважений бал (60 відсотків і більше від максимального балу) з усіх видів поточного контролю і не склав іспит, вважається таким, який має академічну заборгованість. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період екзаменаційної сесії або за графіком, встановленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

8 Політика дисципліни

Політика навчальної дисципліни загалом визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, що передбачені чинними положеннями Університету про організацію і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. Зокрема, проходження інструктажу з техніки безпеки; відвідування занять з дисципліни є обов'язковим. За об'єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання за погодженням із лектором може відбуватись в он-лайн режимі. Успішне опанування дисципліни і формування фахових компетентностей і програмних результатів навчання передбачає необхідність підготовки до лабораторного заняття, вивчення теоретичного матеріалу з теми роботи, попередню підготовку протоколу роботи, підготовку до усного опитування

для допуску до заняття, активно працювати на занятті, якісно підготувати звіт, захистити результати виконаної роботи, брати участь у дискусіях щодо прийнятих конструктивних рішень при виконанні здобувачами лабораторних робіт тощо.

Здобувачі вищої освіти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт, передбачених робочою програмою навчальної дисципліни. Пропущене лабораторне заняття здобувач зобов'язаний відпрацювати у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Здобувач вищої освіти, виконуючи самостійну роботу з дисципліни, має дотримуватися політики доброчесності (заборонені списування, підказки, плагіат, використання штучного інтелекту (без вірного цитування)). У разі порушення політики академічної доброчесності в будь-яких видах навчальної роботи здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати завдання з відповідної теми (виду роботи), що передбачені робочою програмою. Будь-які форми порушення академічної доброчесності під час вивчення навчальної дисципліни не допускаються та не толеруються.

У межах вивчення навчальної дисципліни здобувачам вищої освіти передбачено визнання і зарахування результатів навчання, набутих шляхом неформальної освіти, які сприяють формуванню компетентностей і поглибленню результатів навчання, визначених робочою програмою дисципліни, або забезпечують вивчення відповідної теми та/або виду робіт з програми навчальної дисципліни (детальніше у Положенні про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ).

9 Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із встановлених Робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця навчальної роботи може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти з будь-якого виду навчальної роботи (структурної одиниці) рекомендується використовувати наведені нижче узагальнені критерії:

Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерія оцінювання
Відмінно (високий)	Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві–три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно (недостатній)	Здобувач вищої освіти виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекидає їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів денної форми здобуття освіти у семестрі

Аудиторна робота								Контрольні заходи		Семестровий контроль	
Лабораторні роботи №:								Тестовий контроль:		Іспит	Разом балів
1	2	3	4	5	6	7	8	Т 1-3	Т 4-6		
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)											60-100*
3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	6-10	6-10	24-40	
24-40								12-20		24-40	

Примітки: *За набрану з будь-якого виду навчальної роботи з дисципліни кількість балів, нижче встановленого мінімуму, здобувач отримує незадовільну оцінку і має її перездати у встановлений викладачем (деканом) термін. Інституційна оцінка встановлюється відповідно до таблиці «Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС».

Оцінювання результатів захисту лабораторної роботи

Виконана й оформлена відповідно до встановлених Методичними рекомендаціями вимог лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її захисті з урахуванням таких критеріїв: самостійність та правильність виконання; повнота відповіді та знання методики вимірювання; наявність схеми проведення вимірювання та дотримання вимог при оформленні результатів вимірювання тощо.

Результат виконання і захисту здобувачем вищої освіти кожної лабораторної роботи оцінюється відповідно до таблиці Критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти.

У випадку виявлення здобувачем рівня знань, нижчого ніж 60 відсотків від максимального балу, встановленого Робочою програмою для кожної структурної одиниці, лабораторна робота йому *не зараховується* і для її захисту він має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методику її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її захист у призначений для цього викладачем час.

Оцінювання результатів тестового контролю.

Кожний з тестів, передбачених Робочою програмою, складається із 10 тестових завдань, кожне з яких є рівнозначним.

Відповідно до таблиці структурування видів робіт за тестовий контроль здобувач залежно від кількості правильних відповідей може отримати від 3 до 5 балів.

Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання

Кількість правильних відповідей	0-5	6	7	8	9	10
Відсоток правильних відповідей	0-59	60	70	80	90	100
Кількість отриманих балів	0	6	7	8	9	10

На тестування відводиться 30-40 хвилин. Студент проходить тестування в он-лайн режимі у Модульному середовищі для навчання. Також, студент може проходити тестування письмово, записуючи правильні відповіді у талоні відповідей. При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну *наступного* контролю.

Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю (іспит).

Освітня програма передбачає підсумковий семестровий контроль з дисципліни у формі іспиту, завданням якого є системне й об'єктивне оцінювання як теоретичної, так і практичної підготовки здобувача з навчальної дисципліни. Складання іспиту відбувається за попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри білетами. Відповідно до цього в екзаменаційному білеті пропонується поєднання питань як теоретичного (в т.ч. у тестовій формі), так і практичного характеру.

Таблиця – Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю здобувачів денної форми навчання (40 балів для підсумкового контролю)

Види завдань	Для кожного окремого виду завдань		
	Мінімальний (достатній) бал (задовільно)	Потенційні позитивні бали* (середній бал) (добре)	Максимальний (високий) бал (відмінно)
Теоретичне питання № 1	3	4	5
Теоретичне питання № 2	3	4	5
Практичне завдання	18	24	30
Разом:	24	32	40

Примітка. *Позитивний бал за іспит, відмінний від мінімального (24 бали) та максимального (40 балів), знаходиться в межах 25-39 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) іспиту.

Для кожного окремого виду завдань підсумкового семестрового контролю застосовуються критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти, наведені вище (**Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти**).

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Семестровий іспит виставляється, якщо загальна сума балів, яку набрав студент з дисципліни за результатами поточного контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «відмінно/добре/задовільно», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Рейтингова шкала балів	Інституційна оцінка (рівень досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни)	
		Залік	Іспит/диференційований залік
A	90-100	Зараховано	Відмінно/Excellent – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
B	83-89		Добре/Good – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
C	73-82		Задовільно/Satisfactory – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
D	66-72		
E	60-65		

FX	40-59	Незаховано	Незадовільно/Fail – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
F	0-39		Незадовільно/Fail – Результати навчання відсутні

10 Питання для самоконтролю результатів навчання

1. Що називають керуванням?
2. Перелічити основні риси будь-якого керування.
3. Які математичні методи є основними при розв'язанні теоретичних задач керування складними системами?
4. У чому полягає аналіз системи керування?
5. У чому полягає синтез системи керування?
6. Що називають вихідною величиною об'єкта керування?
7. Що називають збурюючим впливом?
8. Що називають вхідною величиною об'єкта керування?
9. Що називають системою керування?
10. У чому полягає сутність керування за розімкненим та замкненим циклами?
11. Що називають зворотним зв'язком системи керування?
12. Якими є основні типи зворотного зв'язку, що використовуються у системах керування? Для вирішення яких завдань їх використовують?
13. Чому зворотний зв'язок системи керування має бути негативним?
14. Які системи керування називають автоматичними, і які – автоматизованими?
15. Що називають функціональною схемою системи керування? Для чого вона потрібна?
16. Що називають принципами та законами керування?
17. У чому полягає сутність керування за відхиленням регульованої величини, керування за збуренням та комбінованого керування? Навести приклади застосування відповідних принципів керування.
18. У чому полягають переваги недоліки основних принципів керування?
19. Як записують закони керування в загальному вигляді?
20. Навести приклади законів керування.
21. Які типи систем керування вирізняють залежно від способу керування?
22. Якими є основні етапи керування?
23. Якими є основні типи цілей керування?
24. Що розуміють під структурним синтезом моделі?
25. За якими ознаками характеризують структуру систем керування?
26. Якими є основні структури керування організаційними системами? Навести приклади їх застосування.
27. Якими є основні особливості ієрархічних систем керування? Навести приклади застосування ієрархічних систем керування.
28. Які переваги і недоліки сонячної енергетики?
29. Які є види сонячних елементів?
30. Навести приклад конструкції сонячної панелі.
31. Які є умови ефективної роботи сонячних елементів?
33. Яка енергетична ефективність фотоелектричних перетворювачів?
34. Які є типові схеми сонячної електростанції?
35. В чому полягають особливості вибору сонячних панелей?
36. Що таке контролер заряду для сонячних панелей?
37. Які є види інверторів сонячних електростанцій?
38. Які є вихідні дані для проектування та їх аналізу?
39. Які є основні нормативні документи з проектування?
40. В чому полягають стадійність проектування та автоматизація проектних робіт?
41. Які є структурні схеми і алгоритми управління системами електропостачання з фото-дизельними електростанціями?
42. Яка методика побудови гібридного енергокомплексу.
43. Які є технічні засоби для автоматизованої система електроживлення мобільної установки переробки пластикових відходів?
44. Які є функції серійного обладнання?
45. Що таке мікро-мережа та система керування розподіленою мережею електроживлення?
46. Які функції, процеси і явища в електричних мережах, що викликають порушення показників якості електричної енергії?
47. Що таке математичні моделі багатовимірних стаціонарних систем?
48. Що таке динамічне та статичне розв'язування каналів?
49. В чому полягає аналітичне конструювання оптимальних регуляторів?
50. Які є види невизначеності в автоматичних системах?

11 Навчально-методичне забезпечення

Освітній процес з дисципліни «Теорія керування та проектування систем сонячної енергетики» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою. Зокрема, викладачами кафедри підготовлені і видані такі роботи:

1. Мартинюк В.В. Теорія керування та проектування систем сонячної енергетики: методичні рекомендації до лабораторних робіт для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» / В.В. Мартинюк – Хмельницький: ХНУ, 2022. 91 с.

12 Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни

Інформаційна та комп'ютерна підтримка: ПК, планшет, смартфон або інший мобільний пристрій, проектор. Програмне забезпечення: програми Microsoft Office або аналогічні, доступ до мережі Інтернет, робота з презентаціями.

Вивчення навчальної дисципліни не потребує використання спеціального програмного прикладного забезпечення, крім загальноживаних програм і операційних систем.

13 Рекомендована література

Основна

1. Distributed Energy Systems: Design, Modeling, and Control / ed. by A. K. Giri, S. R. Arya, D. Vinnikov. Boca Raton: CRC Press, 2022. 308 p.
2. Yatimi H., Aroudam E., Abdelmalek A. Modelling and Simulation of Photovoltaic Systems Using MATLAB / Simulink. WSEAS TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS. 2023. Vol. 18. P. 49–56.
3. Ou-Lghouch A., Yatimi H., Aroudam E. [et al.]. Numerical modeling, simulation and evaluation of conventional and hybrid photovoltaic modules interconnection configurations under partial shading conditions. EPJ Photovoltaics. 2022. Vol. 13. Art. 19.
4. Sorrenti I., Rasmussen T. B. H., You S., Wu Q. The role of power-to-X in hybrid renewable energy systems: A comprehensive review. Renewable & Sustainable Energy Reviews. 2022. Vol. 165. Art. 112380.
5. IEC TS 62898-3-3:2023. Microgrid stabilization – Part 3-3: Frequency and voltage stabilization of AC Microgrids by dispatchable loads. Geneva : International Electrotechnical Commission, 2023.

Додаткова

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 року – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/uk/publish/article>
2. Карта сонячної активності України [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.solar-battery.com.ua/karta-solnechnoy-aktivnosti-v-ukraine/>

14 Інформаційні ресурси

1. Електронна бібліотека університету. URL: <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=7964>.
2. Інституційний репозитарій ХНУ. URL: <http://elar.khmnu.edu.ua/jspui/?locale=uk>.
3. Модульне середовище для навчання. URL: <https://msn.khmnu.edu.ua/>.

ТЕОРІЯ КЕРУВАННЯ ТА ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Тип дисципліни	Обов'язкова
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Мова викладання	Українська
Семестр	П'ятий
Кількість призначених кредитів ЄКТС	5,0
Форми здобуття освіти, для яких викладається дисципліна	Очна (денна)

Результати навчання. Після завершення вивчення дисципліни здобувач має: *розуміти* об'єкт дисципліни (особливості побудови та функціонування систем сонячної енергетики), предмет дисципліни, задачі дисципліни, проблематику дисципліни та її основні розділи; *знати* наукові і математичні положення, що лежать в основі організації функціонування систем сонячної енергетики, їх архітектуру та класифікацію; *знати* базові поняття та визначення принципів генерування та зберігання енергії в системах сонячної енергетики; організацію керування системами сонячної енергетики; *знати* можливості системи автоматизованого проєктування систем сонячної енергетики та вміти використовувати її для розробки проєктів; *вміти* розробляти системи сонячної енергетики із використанням пристроїв генерування, перетворення та накопичення електричної енергії; правильно обирати та використовувати пристрої генерування, перетворення та накопичення електричної енергії у власних розробках; *вміти* досліджувати та моделювати системи сонячної енергетики за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

Зміст навчальної дисципліни. Місце і роль систем сонячної енергетики у сучасній енергетичній системі України, структура та будова сучасних систем сонячної енергетики, принципи побудови та проєктування систем сонячної енергетики, програмне забезпечення для їх програмування, діагностики та проєктування.

Пререквізити: ОЗП.01 Методологія та організація наукових досліджень.

Кореквізити: ОФП.06 Переддипломна практика, ОФП.07 Кваліфікаційна робота.

Запланована навчальна діяльність: Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни для *другого* (магістерського) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить 10 годин на 1 кредит ЄКТС.

Форми (методи) навчання: лекції (з використанням методів візуалізації, проблемного й інтерактивного навчання, мотиваційних прийомів, інформаційно-комунікаційних технологій); лабораторні заняття: з використанням методів комп'ютерного моделювання, методів проєктної діяльності, тренінгових вправ, аналіз проблемних ситуацій, пояснення, дискусія тощо, самостійна робота: робота над засвоєнням теоретичного матеріалу, виконання індивідуальних та домашніх завдань, підготовка до поточного та підсумкового контролю тощо).

Форми оцінювання результатів навчання: оцінювання лабораторних та тестових завдань.

Вид семестрового контролю: іспит – 2 семестр.

Навчальні ресурси:

1. Distributed Energy Systems: Design, Modeling, and Control / ed. by A. K. Giri, S. R. Arya, D. Vinnikov. Boca Raton: CRC Press, 2022. 308 p.
2. Yatimi H., Aroudam E., Abdelmalek A. Modelling and Simulation of Photovoltaic Systems Using MATLAB / Simulink. WSEAS TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS. 2023. Vol. 18. P. 49–56.
3. Ou-Lghouch A., Yatimi H., Aroudam E. [et al.]. Numerical modeling, simulation and evaluation of conventional and hybrid photovoltaic modules interconnection configurations under partial shading conditions. EPJ Photovoltaics. 2022. Vol. 13. Art. 19.
4. Sorrenti I., Rasmussen T. B. H., You S., Wu Q. The role of power-to-X in hybrid renewable energy systems: A comprehensive review. Renewable & Sustainable Energy Reviews. 2022. Vol. 165. Art. 112380.
5. IEC TS 62898-3-3:2023. Microgrid stabilization – Part 3-3: Frequency and voltage stabilization of AC Microgrids by dispatchable loads. Geneva : International Electrotechnical Commission, 2023.
6. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=7964>
7. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnu.edu.ua/>

Викладачі: д-р. техн. наук, проф. Валерій МАРТИНЮК