

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій  
Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій



ЗАТВЕРДЖУЮ  
Декан ФІТ Олег САВЕНКО  
09. 2022 р.

## СИЛАБУС

Навчальна дисципліна Теорія керування та проєктування систем сонячної енергетики

Освітньо-професійна програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

### Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладач(і)	Мартинюк Валерій Володимирович
Профайл викладача	<a href="https://akit.khmnmu.edu.ua/martynyuk-valerij-volodymyrovych-2/">https://akit.khmnmu.edu.ua/martynyuk-valerij-volodymyrovych-2/</a>
E-mail викладача(ів)	<a href="mailto:martynyuk.valeriy@gmail.com">martynyuk.valeriy@gmail.com</a>
Контактний телефон	заповнюється за домовленістю
Сторінка дисципліни в ІСУ	<a href="https://msn.khnu.km.ua/course/view.php?id=7964">https://msn.khnu.km.ua/course/view.php?id=7964</a>
Навчальний рік	2022-2023
Консультації	Очні: вівторок, 6-а пара, 4-316; п'ятниця, 3-а пара, 4-316; онлайн: за необхідністю та попередньою домовленістю

### Характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Форма семестрового контролю			
				Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС	Курсовий проєкт	Курсова робота	Залік	Іспит
						Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
О	Д	1	2	5	150	72	18	36	18	0	78				+

### Анотація дисципліни

Дисципліна "Теорія керування та проєктування систем сонячної енергетики" є однією з обов'язкових дисциплін освітньо-професійної підготовки.

Дисципліна викладається для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної форми навчання спеціальностей «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». При викладанні дисципліни використовуються активні і творчі форми проведення занять, зокрема, методи проблемного навчання.

**Пререквізити:** Теорія, моделювання і оптимізація інтелектуальних і складних систем керування.

**Кореквізити:** Професійна практика.

#### **Мета і завдання дисципліни**

Метою дисципліни "Теорія керування та проектування систем сонячної енергетики" є: 1) розвиток у студента фахового стилю мислення; 2) здобуття студентами глибоких та міцних знань у галузі систем сонячної енергетики, необхідних для подальшого оволодіння фаховими дисциплінами та для практичної наукової діяльності; 3) вироблення у студентів вміння використовувати набуті знання при розробці та експлуатації систем сонячної енергетики; 4) підготувати студентів до провадження дослідницької та/або інноваційної діяльності в галузі систем сонячної енергетики.

#### **Очікувані результати навчання.**

##### **Компетентності, на формування яких спрямовано ОК:**

Інтегральна - Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій 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.

ЗК1. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК2. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ФК3. Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

ФК5. Здатність інтегрувати знання з інших галузей, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні інженерних задач та проведенні наукових досліджень.

ФК6. Здатність застосовувати сучасні методи теорії автоматичного керування для розроблення автоматизованих систем управління технологічними процесами та об'єктами.

ФК9. Здатність проектувати та впроваджувати інтелектуальні системи автоматизації сонячної енергетики.

ФК10. Здатність розробляти цифрові двійники компонентів та кіберфізичних систем керування розумних мереж, технологій цифрової трансформації розподілених систем генерації та накопичення електроенергії на основі мікромереж.

ФК11. Здатність впроваджувати методи функціонування автоматизованих систем контролю та обліку електроенергії в автоматизованих системах сонячної енергетики.

##### **Програмні результати навчання, на забезпечення яких спрямовано ОК:**

ПРН3. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій для розв'язування складних задач професійної діяльності.

ПРН5. Розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, застосовуючи системний підхід із врахуванням нетехнічних складових оцінки об'єктів автоматизації.

ПРН8. 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.

ПРН12. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.

ПРН13. Розробляти і використовувати інтелектуальні системи автоматизації сонячної енергетики.

ПРН14. Розробляти і використовувати цифрові двійники компонентів та кіберфізичних систем керування розумних мереж, технологій цифрової трансформації розподілених систем генерації та накопичення електроенергії на основі мікромереж.

ПРН15. Розробляти і використовувати автоматизовані системи контролю та обліку електроенергії при проектуванні систем сонячної енергетики.

**Тематичний і календарний план вивчення дисципліни**

№ тижня	Тема лекції*	Тема лабораторної роботи*	Самостійна робота студентів		
			Зміст	Год.	Література
1	Перспективи сонячної енергетики в Україні.	Дослідження розімкнутої лінійної системи.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи.	4	[4, 5, 8]
2	Фізичні основи сонячної енергетики.	Літ.: [5] С. 5-12; [3] С. 3-18; [4] С. 13-26	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи.	5	[4, 5, 8]
3	Технічні засоби сонячної енергетики.	Проектування регулятора для лінійної системи.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи.	4	[1-5, 8]
4	Математична модель системи керування сонячною електростанцією.	Літ.: [5] С. 32-44; [6] С. 25-29	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи.	5	[1,2,4,5,8]
5	Проектування регуляторів систем керування сонячною електростанцією.	Дослідження погодних умов в місці встановлення фотоелектричних модулів.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи	4	[1,2,4,5,8]
6	Методи синтезу регуляторів в класі багатовимірних стаціонарних систем.	Літ.: [5] С. 44-50; [3] С. 65-160; [6] С. 57-76	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи	5	[5,8]
7	Теорія робастних систем.	Вибір типу та моделювання фотоелектричних модулів.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи	4	[2, 3, 5, 8]
8	Техніко-економічне обґрунтування і розрахунок сонячної електростанції.	Літ.: [5] С. 12-32; [3] С. 3-18; [4] С. 13-26; [4] С. 58-86; [6] С. 31-40	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи	5	[1, 2, 3, 8]
9	Розрахунок продуктивності сонячної електростанції.	Вибір типу та моделювання інверторів.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи	4	[1, 2, 3, 8]
10	Розробка проекту сонячної електростанції.	Літ.: [5] С. 12-32; [3] С. 3-18; [4] С. 13-26; [6] С. 42-57	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи	5	[1, 2, 3, 8]
11	Специфіка підключення сонячних електростанцій до мережі.	Конфігурування фотоелектричної електростанції.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи	4	[1, 2, 3, 8]
12	Прогнозування графіків навантаження після підключення сонячної електростанції.	Літ.: [5] С. 50-59; [3] С. 18-62; [4] С. 209-279; [6] С. 1-11	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи	5	[1, 2, 3, 8]
13	Проектування автономної комбінованої системи електропостачання об'єктів з фото-дизельними	Дослідження ефективності використання фотоелектричної електростанції.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи	4	[1, 2, 3, 8]
		Літ.: [5] С. 59-75;			

	електростанціями.	[3] С. 18-62; [4] С. 445-499; [6] С. 1-11			
14	АСКОЕ (Автоматизована система комерційного обліку електроенергії).		Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи	5	[1, 2, 3, 8]
15	Проектування системи комерційного обліку електроенергії сонячної електростанції.	Дослідження оптимізатора потужності сонячної панелі.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи	4	[1, 2, 3, 8]
16	Оптимізація систем сонячної енергетики.	Літ.: [5] С. 75-104; [6] С. 5-11; [6] С. 81-148	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи	5	[1, 2, 3, 8]
17	Інтелектуальні способи збільшення продуктивності фотоелектричних електростанцій	Підсумкове заняття	Опрацювання лекційного матеріалу. Захист лабораторних робіт	3	[1, 2, 3, 8]
18	Оцінка впливу сонячних електростанцій на роботу електроенергетичних систем.		Опрацювання лекційного матеріалу. Захист лабораторних робіт	3	[1, 2, 3, 8]

**Примітка:** \*Лекції, лабораторні заняття проводяться по дві години; послідовність проведення занять визначається розкладом (може не відповідати нумерованим тижням)

#### **Політика дисципліни.**

Організація освітнього процесу з дисципліни відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції, практичні та лабораторні заняття згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, завдання виконувати відповідно до графіка. Пропущене практичне та лабораторне заняття студент зобов'язаний опрацювати самостійно у повному обсязі і відвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До практичних та лабораторних занять студент має підготуватися за відповідною темою і проявляти активність. Набуті особою знання з дисципліни або її окремих розділів у неформальній освіті зараховуються відповідно до Положення про порядок перерахування результатів навчання у ХНУ.

#### **Критерії оцінювання результатів навчання.**

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за **чотирибальною** шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих позитивно з врахуванням коефіцієнта вагомості. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих її видів робіт. При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: усне опитування перед допуском до виконання лабораторної та практичної робіт – здійснюється на їх початку; засвоєння теоретичного матеріалу з тем перевіряється тестовим контролем; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом захисту кожної лабораторної та практичної роботи, курсового проекту та індивідуального завдання згідно з робочою програмою дисципліни і робочим навчальним планом.

#### **Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами**

Аудиторна робота														Семестр. контроль (іспит)					
<b>II семестр</b>																			
Лабораторні роботи №:														Підс. контрольний захід					
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	іспит			
ВК: 0,6														ВК: 0,4					

Умовні позначення: ВК – ваговий коефіцієнт.

**Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС**

Оцінка ЄКТС	Інституційна шкала балів	Інституційна оцінка	Критерії оцінювання	
A	4,75-5,00	5	Зараховано	<b>Відмінно</b> – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків.
B	4,25-4,74	4		<b>Добре</b> – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками.
C	3,75-4,24	4		<b>Добре</b> – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками.
D	3,25-3,74	3		<b>Задовільно</b> – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією.
E	3,00-3,24	3		<b>Задовільно</b> – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00-2,99	2	Незараховано	<b>Незадовільно</b> – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00-1,99	2		<b>Незадовільно</b> – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни.

**Питання для підсумкового контролю з дисципліни**

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?

#### *Методичне забезпечення*

Навчальний процес з дисципліни забезпечений необхідними навчально-методичними розробками в модульному середовищі.

#### *Рекомендована література*

1. Мартинюк В.В. Нові матеріали та пристрої для сонячної енергетики: Монографія / В.В. Мартинюк, Косенков В.Д., М.В. Федула. – Хмельницький: Видавництво "Нілан-ЛТД", 2019. – 142 с.
2. Мартинюк В.В. Науково-прикладні методи компенсації пікового навантаження електромереж на основі суперконденсаторів та сонячних модулів: Монографія / В. В. Мартинюк, М. В. Федула, Г. А. Ільчук, Р. Ю. Петрусь // Хмельницький: Видавництво "Нілан-ЛТД", 2017. – 143 с.
3. Tiwari GN, Shyam AT. Handbook of Solar Energy. Theory, Analysis and Applications. Springer; 2016.
4. Zhang Q, Hu C, Chen L, Amirahmadi A, Kutkut N, Shen ZJ, et al. A center point iteration MPPT Method with application on the frequency-modulated LLC microinverter. IEEE Trans Power Electron 2014;29:1262–74. doi:10.1109/TPEL.2013.2262806.
5. Zhang F, Thanapalan K, Procter A, Carr S, Maddy J. Adaptive hybrid maximum power point tracking method for a photovoltaic system. IEEE Trans Energy Convers 2013;28:353–60. doi:10.1109/TEC.2013.2255292.
6. Rashid MH, Abu-aisheh AA, Batarseh MG. 15 – DC–DC converters. Electr. Renew. Energy Syst., 2016, p. 337–53. doi:10.1016/B978-0-12-804448-3.00015-3.
7. Green MA, Hishikawa Y, Dunlop ED, Levi DH, Hohl-Ebinger J, Ho-Baillie AWY. Solar cell efficiency tables (version 51). Prog Photovoltaics Res Appl 2018;26:3–12. doi:10.1002/pip.2978.
8. Martynuk V, Ortigueira M, Fedula M, Savenko O. Methodology of electrochemical capacitor quality control with fractional order model. AEU - Int J Electron Commun 2018. doi:10.1016/j.aeue.2018.05.005.
9. Енергетична стратегія України на період до 2030 року – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/uk/publish/article>
10. Карта сонячної активності України [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.solar-battery.com.ua/karta-solnechnoy-aktivnosti-v-ukraine/>
11. Автоматичне керування генерацією активної потужності відновлюваних джерел енергії в комбінованій електроенергетичній системі [Текст]: дис. кандидата технічних наук 05.13.07 / Солдатенко В.П. Кропивницький, ЦНТУ. 2019.
12. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
13. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: [http://lib.khnu.km.ua/asp/php\\_f/page\\_lib.php](http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/page_lib.php).

Розробники:



д.т.н., професор Валерій МАРТИНЮК

Погоджено:

Зав. каф. АКІТ



д.т.н., професор Валерій МАРТИНЮК

Гарант ОП

д.т.н., професор Валерій МАРТИНЮК