Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

(повне найменування закладу вищої освіти)

Навчально-науковий інститут фізико-технічних і комп'ютерних наук

(назва інституту/факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

(назва кафедри)

СИЛАБУС

навчальної дисципліни

IoT for Smart Energy Grid (англійською мовою)

(вкажіть назву навчальної дисципліни (іноземною, якщо дисципліна викладається іноземною мовою))

вибіркова

(обов'язкова чи вибіркова)

Освітньо-професійна програма – ***"Комп'ютерна інженерія технологій інтернету речей і кіберфізичних систем"***

Спеціальність ***123 – Комп'ютерна інженерія***

(шифр і назва спеціальності)

Галузь знань ***12 – Інформаційні технології***

(шифр і назва галузі знань)

Рівень вищої освіти – ***другий (магістерський)***

(вказати: перший (бакалаврський)/другий (магістерський)/третій (освітньо-науковий))

Навчально-науковий інститут фізико-технічних і комп'ютерних наук

(назва факультету / інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

Мова навчання – ***англійська***

(мова, на якій читається дисципліна)

Кількість кредитів: 4

Форми навчальної діяльності: лекції, лабораторні роботи, самостійна робота

Форма підсумкового контролю: залік

Розробники: Олар Оксана Яремівна, доцент кафедри КСМ, кандидат техн. наук,

(вказати авторів (викладач (ів)), їхні посади, наукові ступені, вчені звання)

Профайл викладача (-ів) https://csn.chnu.edu.ua/,
https://csn.chnu.edu.ua/employees/olar-oksana-yaremivna/

Контактний тел. +(38) 0372 50 94 32 (кафедра КСМ) – Олар О.Я.

E-mail: o.olar@chnu.edu.ua

Сторінка курсу в Moodle https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=2620

Консультації *on-line: вівторок з 14.00 до 15.00*

Очні консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять.

1. Анотація дисципліни

Дисципліна «IoT for Smart Energy Grid (англійською мовою)» призначена для розширення компетентностей випускників спеціальності 123 – Комп'ютерна інженерія у частині створення й впровадження Smart Grid на основі інтернету речей (Internet of Things, IoT) та моніторингу й аналізу даних у наукових дослідженнях і на виробництві. У межах дисципліни вивчаються можливості налаштування датчиків і лічильників для розумної енергетичної мережі та концепції Smart Grid з використанням Arduino. Введення курсу в навчальний план надає студентам додаткові знання та практичні навички, які вони зможуть застосовувати в майбутній професійній діяльності.

2. Мета навчальної дисципліни: формування необхідного рівня теоретичної і практичної підготовки студентів для грамотного використання ними знань про принципи IoT та ключові компоненти Smart Grid, що спрямовані на функціонування розумної енергетичної мережі, розглядаються різноманітні технологічні та інфраструктурні рішення, а також перспективи передових технологій для підвищення ефективності інтелектуальних енергетичних систем, що є необхідним при вивченні суміжних дисциплін та у майбутній професійній діяльності.

2.1. Завдання – надати студентам систематизовані знання про функціонування IoT, як основу розумних енергетичних мереж і допоміжних інтелектуальних енергетичних рішень, принципи формування системи Smart Grid на основі IoT та особливості розроблення розумних енергетичних рішень.

3. Пререквізити. Для коректного розуміння і засвоєння матеріалу даного курсу слухачі повинні попередньо пройти курси: програмування, системне програмне забезпечення, комп’ютерні мережі, мікропроцесорні системи. Доцільно також мати певні уявлення з методів цифрової обробки сигналів, середовища передавання даних. Результати навчання за цим курсом потрібні при виконанні магістерської роботи.

4. Результати навчання

Унаслідок вивчення навчальної дисципліни студент набуває компетентностей завдяки яким повинен:

4.1. Знати: базове програмування для підтримки пристроїв IoT, випадки використання технологій Smart Grid; архітектурні концепції, моделі, апаратні засоби та сучасні технології й стандарти Smart Grid.

4.2. Вміти: аналізувати проблеми та визначати доцільність використання Smart Grid, створювати концептуальну модель Smart Grid на основі IoT з використанням Arduino, визначати пристрої IoT і здійснювати керування ними, забезпечувати моніторинг мережних активів у реальному часі, вміти приймати обґрунтовані рішення щодо обслуговування, ремонту та розподілу електроенергії.

4.3. Набути компетентностей:

ЗК – загальних

ЗК1. Здатність до адаптації та дій в новій ситуації.

ЗК3. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

ЗК4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК7. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

СК – фахових (спеціальних)

СК2. Здатність розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення, компоненти комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем з використанням сучасних методів і мов програмування, а також засобів і систем автоматизації проектування.

СК6. Здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності.

СК9. Здатність представляти результати власних досліджень та/або розробок у вигляді презентацій, науково-технічних звітів, статей і доповідей на науково-технічних конференціях.

СК10. Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем, мереж та їхніх компонентів.

РН – програмних результатів навчання

РН2. Знаходити необхідні дані, аналізувати та оцінювати їх.

РН4. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерної інженерії, необхідні для професійної діяльності, оригінального мислення та проведення досліджень, критичного осмислення проблем інформаційних технологій та на межі галузей знань.

РН8. Застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення складних задач комп'ютерної інженерії та дотичних проблем.

РН11. Приймати ефективні рішення з питань розроблення, впровадження та експлуатації комп'ютерних систем і мереж, аналізувати альтернативи, оцінювати ризики та імовірні наслідки рішень.

РН13. Зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію з питань інформаційних технологій і дотичних міжгалузевих питань до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються.

РН14. Розробляти високоефективні комп'ютерні системи з використанням сучасних апаратних засобів, зокрема, мікроконтролерів, мікрокомп'ютерів, програмованих логічних інтегральних схем, багатоядерних процесорів.

5. Опис навчальної дисципліни

5.1. Загальна інформація

Назва навчальної дисципліни *Інтернет речей розумних будівель і міст (англійською мовою)*												
Форма навчання	**Рік підготовки**	**Семестр**	**Кількість**			**Кількість годин**						**Вид підсум-кового контролю**
			кредитів	**годин**	**змістових модулів**	**лекції**	**практичні**	**семінарські**	**лабораторні**	**самостійна робота**	**індивідуальні завдання**	
Денна	**6**	**11**	**4**	**120**	**2**	**15**	**-**	**-**	**15**	**90**	**-**	**залік**
Заочна	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Примітка. Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання – 0,25 ((15+15)/120);

5.2. Дидактична карта навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Теми лекційних занять	**Змістовий модуль 1**. PROBLEM AND ITS SOLUTION USING THE INTEGRATED SMART GRID SYSTEM IN IOT											
Topic 1. Problems in Power Grid and a Smart Grid conceptual model	15	2	-	2	-	11	-	-	-	-	-	-
Topic 2. Problems in Power Grid and a Smart Grid conceptual model. European Smart Grid Architecture Model and New Grid Paradigms	15	2	-	1	-	12	-	-	-	-	-	-
Topic 3. Applying the IoT in Smart Grid projects. Development of intelligent power grids directions	15	2	-	2	-	11	-	-	-	-	-	-
Topic 4. Paradigm the Internet of Things. Forming the strategic vision redistribution	15	2	-	3	-	10	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 1	60	8	-	8	-	44	-	-	-	-	-	-
Теми лекційних занять	**Змістовий модуль 2.** HARDWARE AND SOFTWARE COMPONENTS FOR SMART ENERGY GRID											
Topic 5. Cloud computing and big data as a part of the IoT Smart Grid	20	2	-	1	-	17	-	-	-	-	-	-
Topic 6. Development of I&C and harvesting systems for local SEG	20	3	-	3	-	14	-	-	-	-	-	-
Topic 7. Hardware and Software components for local SEG	20	2	-	3	-	15	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 2	60	7	-	7	-	46	-	-	-	-	-	-
Усього годин	120	15	-	15	-	90	-	-	-	-	-	-

5.3. Тематика лабораторних занять

№	Назва теми (завдання)	Кількість годин
1	Studying the problem implementation of the Smart Grid	2
2	Creating a Smart Grid Conceptual Model	3
3	IoT based Smart Grid System using Arduino. Part 1. Creating Block Diagram.	3
4	IoT based Smart Grid System using Arduino. Part 2. Hardware.	3
5	IoT based Smart Grid System using Arduino. Part 3. Software.	4
	Разом	15

Примітка. Методичні рекомендації та завдання до лабораторних робіт доступні на інтернет-ресурсах: https://aliot.eu.org/wp-content/uploads/2019/10/ALIOT_ITM1_IoT-for-Smart-En-Gr_web.pdf.

Програмне забезпечення для виконання лабораторних робіт: плата Arduino UNO та середовище розробки Arduino IDE.

5.4. Зміст завдань для самостійної роботи

№	Назва теми	Кількість годин
1	Criteria for selecting the Investment Projects to implement the Smart Grid in the existing grid	11
2	Applying the IoT in Smart Grid projects	11
3	The Role of IoT in Smart Grid Technology and Applications	11
4	A conceptual model of Cloud computing	11
5	Integrating the Cloud computing and Big Data into the Smart Grid environment	12
6	Explore the possibilities of using the different types of Cloud computing and Big Data in smart grid	11
7	The main types and characteristics of COM-ports in counters that record the consumption of various types of energy	11
8	Device communication protocols usage	11
	Разом	90

6. Форми і методи навчання

Форми навчання – це проблемні й оглядові лекції, лабораторні заняття, заняття із застосуванням комп'ютерної та телекомунікаційної техніки, інтерактивні заняття з навчанням одних студентів іншими, інтегровані заняття, проблемні заняття, відеолекції, відеозаняття і відеоконференції засобами Google Meet, Zoom, заняття з використанням системи електронного навчання Moodle.

Підходи до навчання: використовуються студентоцентрований, проблемно-орієнтований, діяльнісний, комунікативний, професійно-орієнований, міждисциплінарний підходи.

Для викладання матеріалів з навчальної дисципліни «IoT для розумної енергетичної мережі» використовуються наступні методи навчання.

6.1. Словесні методи навчання. Навчальна лекція

За допомогою даного методу забезпечується усне викладення матеріалу великими ємністю й складністю логічних побудов, доказів і узагальнень. В ході лекції використовуються прийоми усного викладення інформації, підтримання уваги протягом тривалого часу, активізації мислення студентів, прийоми забезпечення логічного запам’ятовування, переконання, аргументації, доказів, класифікації, систематизації і узагальнення. В залежності від специфіки лекційного матеріалу іноді використовується лекція-діалог.

6.2. Індуктивний метод навчання

Даний метод навчання використовується в рамках лекційних занять, коли матеріал носить, здебільшого, фактичний характер. В рамках лабораторних занять метод застосовується при виконанні технічних задач, коли студенти використовують раніше здобуті теоретичні знання при роботі з конкретними пристроями (комп’ютерами) та програмними продуктами.

6.3. Репродуктивний метод навчання

Даний метод навчання використовується в рамках лекційних і лабораторних занять, а також під час самостійної роботи студентів. Метод передбачає роботу студентів за визначеним алгоритмом. Згідно з методом для виконання завдань студентам надаються методичні вказівки, правила і навчальні приклади.

6.4. Проблемно-пошукові методи навчання

Проблемно-пошукові методи застосовуються в ході проблемного навчання, а саме в процесі виконання лабораторних робіт та індивідуальних науково-дослідних завдань. Слід зауважити, що під проблемною ситуацією треба вважати невідповідність між тим, що вивчається і вже вивченим. При використанні проблемно-пошукових методів навчання викладач використовує такі прийоми: створює проблемну ситуацію (ставить питання, пропонує задачу, експериментальне завдання), організує колективне обговорення можливих підходів до рішення проблемної ситуації, стимулює висування гіпотез, тощо. Студенти роблять припущення про шляхи вирішення проблемної ситуації, узагальнюють раніше набуті знання, виявляють причини явищ, пояснюють їхнє походження, вибирають найбільш раціональний варіант вирішення проблемної ситуації. Викладач обов'язково керує цим процесом на всіх етапах, а також за допомогою запитань-підказок. Також даний метод використовується при опрацюванні матеріалів в системі дистанційної освіти «Moodle».

6.5. Наочний метод навчання

Наочний метод достатньо важливий для студентів, оскільки забезпечує візуальне подання навчального матеріалу, зокрема, з використанням інформаційно-комунікаційних технологій. При викладанні дисципліни наочний метод навчання поєднується зі словесними методами для представлення інформації у вигляді таблиць, рисунків, схем та діаграм.

7. Система контролю та оцінювання

Засобами оцінювання та демонстрування результатів навчання є: контрольні роботи; стандартизовані тести; презентації результатів виконаних завдань та досліджень; завдання на лабораторному обладнанні.

Формами поточного контролю рівня знань є усна та письмова відповідь студента при захисті виконаних лабораторних робіт, кількість отриманих балів при виконанні тестового завдання, а також письмова відповідь при написанні контрольних робіт.

7.1. Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання є досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом навчання навчальної дисципліни.

К-ть балів	Критерії оцінки
Max	Студент дає вичерпну відповідь на поставлене запитання
0,8 · Max	Студент при відповіді на поставлене запитання припустився незначних неточностей, які не впливають на суть відповіді
0,6 · Max	Студент при відповіді на поставлене запитання припустився помилок, які виправляє за допомогою викладача; в середньому може дати правильні відповіді на 50% питань теми
0,4 · Max	Студент при відповіді на поставлене запитання припустився суттєвих помилок, які все ж таки виправляє за допомогою викладача; дає правильні відповіді на 30% питань теми
0,2 · Max	Студент за допомогою викладача фрагментарно відповідає на запитання, проте не в повній мірі володіє мінімальним рівнем знань з даного питання
0	Характер відповідей дає підставу стверджувати, що студент неправильно зрозумів суть питання чи не знав правильної відповіді, а тому відповідав, припускаючись грубих помилок.

Примітка: за Max прийнято максимальну оцінку для даного виду діяльності; заокруглення проводиться до одиниць балу.

Шкала та критерії оцінювання: національна та ЄКТС (Європейська кредитна трансферно-накопичувальна система, ECTS)

Оцінка за шкалою ЄКТС	Пояснення	Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка за національною шкалою
A	відмінно	**90 – 100**	**зараховано**
B	дуже добре	**80-89**	**зараховано**
C	добре	**70-79**	
D	задовільно	**60-69**	**зараховано**
E	достатньо	**50-59**	
FX	(незадовільно) з можливістю повторного складання	**35-49**	**зараховано**
F	(незадовільно) з обов'язковим повторним курсом	**1-34**	

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)									Підсумковий контроль (залік)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2					
Т1	Т2	Т3	Т4	М1	Т5	Т6	Т7	М2		
6	6	6	6	6	6	8	8	8	40	100

Т1, Т2 ... Т7 – теми змістових модулів; М1, М2 – модульні контрольні роботи

Формами підсумкового контролю рівня знань є усна та письмова відповідь студента при здачі заліку.

7.2. Перелік тем і розподіл максимально можливої кількості балів, які отримують студенти за виконання всіх видів навчальної діяльності

Змістовий модуль 1. PROBLEM AND ITS SOLUTION USING THE INTEGRATED SMART GRID SYSTEM IN IOT

Т1. Problems in Power Grid and a Smart Grid conceptual model (виконання науково-дослідницької роботи – 6 балів).

Т2. Problems in Power Grid and a Smart Grid conceptual model. European Smart Grid Architecture Model and New Grid Paradigms (тест № 1 – 6 балів).

Т3. Applying the IoT in Smart Grid projects. Development of intelligent power grids directions (виконання лабораторної роботи №1 – 6 балів).

Т4. Paradigm the Internet of Things. Forming the strategic vision redistribution (виконання лабораторної роботи №2 – 6 балів).

М1. Модульна контрольна робота №1 – 6 балів.

Змістовий модуль 2. HARDWARE AND SOFTWARE COMPONENTS FOR SMART ENERGY GRID

Т5. Cloud computing and big data as a part of the IoT Smart Grid (тест № 2 – 6 балів)

Т8. Development of I&C and harvesting systems for local SEG (виконання лабораторної роботи №3 – 8 балів)

Т9. Hardware and Software components for local SEG (виконання лабораторної роботи №4 – 8 балів)

М2. Модульна контрольна робота №2 – 8 балів.

Підсумковий контроль (**залік**) – 40 балів: кожен заліковий білет складається з двох теоретичних питань та одного практичного, за теоретичні питання студент може отримати максимально по 12 балів, за практичне завдання 16 балів. **Сумарна кількість балів** – 100.

7.3. Умови зарахування результатів неформальної освіти

Студент, згідно Положення ЧНУ «Про неформальну освіту» може отримати додаткові бали, або бути звільненим від окремих видів роботи з окремих тем, якщо у

нього наявні сертифікати про неформальну освіту з проблем, які вивчаються на дисципліні «IoT для розумної енергетичної мережі».

Також, як виконані види роботи з відповідних тем зараховуються студенту бали за наукові публікації у матеріалах науково-практичних конференцій та фахових чи апробаційних виданнях.

8. Рекомендована література

Фахова (основна)

1. Z.I. Dombrovskyi, A.O. Sachenko, I.M. Zhuravska, M.Z. Dombrovskyi, G.M. Hladiy, M.P. Musiyenko, Y.M. Krainyk, E.V. Brezhniev, M.O. Kolisnyk. Internet of Things for Smart Energy Grid: Trainings / Brezhinev E.V. (Ed.) – Ministry of Education and Science of Ukraine, Ternopil National Economic University, Petro Mohyla Black Sea National University, National Aerospace University "KhAI", 2019. – 141 p.
2. Курс Introduction to IoT та IoT Fundamentals: Connecting Things [Електронний ресурс] – www.netacad.com
3. Технології інтернету речей. Навчальний посібник [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», спеціалізація «Інформаційне забезпечення робототехнічних систем» / Б.Ю.Жураковський, І.О. Зенів; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 12,5 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 271 с.
4. Faheem M.S., Shah B.H., Butt R.A., Raza B., Anwar M., Ashraf M.W., Ngadi M.A., Gungor V.C. 2018 Smart grid communicati on and information technologies in the perspective of Industry 4.0: Opportunities and challenges. Augus t 2018.
5. Богуслав А.М. Методи та моделі забезпечення захисту безпроводних сенсорних мереж// електрон. текст. Дані URL: http://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/22464/2/diser_ua_2.0.pdf
6. Uckelmann, D., Harrison, M. and Michahelles, F., Eds. (2011) Architecting the Internet of Things. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-19157-2
7. Galli, S., Scaglione, A., & Wang, Z. (2011). For the grid and through the grid: The role of power line communications in the smart grid. Proceedings of the IEEE, 99*(6*), 998-1027. [5768099]. https://doi.org/10.1109/JPROC.2011.2109670
8. P. Li, S. Guo, Z. Cheng 2013 Joint Optimization of Electricity and Communicati on Cost for Meter Data Collection in Smart Grid [Електронний ресурс] – https://ieeexplore.ieee.org/document/6563124
9. T. Basso, J. Hambrick, D. DeBlasio 2012 Update and review of IEEE P2030 Smart Grid Interoperabili ty and IEEE 1547 interconnecti on standards 2012 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies (ISGT) [Електронний ресурс] – https://ieeexplore.ieee.org/document/6175748/references#references

Допоміжна

10. IEEE P2030 Draft Guide for Smart Grid Interoperability of Energy Technology and Information Technology Operation with the Electric Power System (EPS), and End-Use Applications and Loads, http://grouper.ieee.org/groups/scc21/ dr-shared/2030/
11. NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards Release 1.0 (Draft), http://www.nist.gov/public-affairs/releases/smartgrid- interoperability.pdf
12. X. Jin, Z. He, Z. Liu, 2011 Multi-agentbased cloud architecture of smart grid, 12 Energy Procedia [Електронний ресурс] – https://core.ac.uk/download/pdf/82373471.pdf
13. Kuzlu M., Pipattanasomporn M., Rahman S. 2014 Communicati on network requirements for major smart grid applications [Електронний ресурс] – https://doi.org/10.1016/j.comnet.2014.03.029
14. Reduan H. Khan, Jamil Y. Khan A comprehensive review of the application characteristics and traffic requirements of a smart grid communications network Computer Networks, Vol. 57, Issue 3, 26 February 2013, Pages 825-845 [Електронний ресурс] –https://doi.org/10.1016/j.comnet.2012.11.002

9. Інформаційні ресурси

1. https://csn.chnu.edu.ua/about-us/ok-rivni/
2. https://csn.chnu.edu.ua/spetsialnist-123-komp-yuterna-inzheneriya-opp-komp-yuterna-inzheneriya-magistratura-1-5-r/