

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

Мобільні та гібридні IoT обчислення

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

обов'язкова

(обов'язкова чи вибіркова)

Освітньо-наукова 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 – українська

(мова, на якій читається дисципліна)

Розробники: Яковлєва Інна Дмитрівна, 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/yakovlyeva-inna-dmytrivna/>

Контактний тел. + (38) 0372 50 94 32 (кафедра КСМ) – Яковлєва І. Д.

E-mail: i.yakovleva@chnu.edu.ua

Сторінка курсу в Moodle <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=2619>

Консультації *on-line: вівторок з 18.30.00 до 19.30*

1. Анотація дисципліни

Курс «Мобільні та гібридні IoT обчислення» призначений для розширення компетентностей випускників спеціальності 123 - Комп'ютерна інженерія в галузі прикладного застосування інтернету речей (Internet of Things – IoT) мобільних та гібридних IoT обчислень у наукових дослідженнях та на виробництві. Введення курсу в навчальний план дозволяє надати 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 організації мобільних та гібридних IoT обчислень, що є необхідним при вивченні суміжних дисциплін та у майбутній професійній діяльності, де потребуються теоретичні знання і практичні навички з застосування комп'ютерної інженерії та комп'ютерно-інтегрованих технологій для вирішення прикладних завдань, провадження комп'ютерної техніки в різноманітні виробничі і технологічні процеси. Завдання – надати студентам систематизовані знання про принципи та застосування мобільних та гібридних IoT обчислень, та розробку додатків iOS та Android та їх використання для систем IoT.

3. Пререквізити. Для коректного розуміння і засвоєння матеріалу даного курсу слухачі повинні попередньо пройти курси: комп'ютерна логіка, програмування, системне програмне забезпечення, комп'ютерні системи штучного інтелекту. Доцільно також мати певні уявлення з архітектури комп'ютерів, комп'ютерної графіки. Результати навчання за цим курсом потрібні при виконанні магістерської роботи.

4. Результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

Знати: структуру інтернету речей (Internet of Things – IoT), еволюцію та розвиток мобільних стандартів та стандартів IoT, концепцію юзабіліті, безпеки та конфіденційності для додатків Android та iOS; середовища розробки XCode та Android Studio; правила дизайну та основні макети додатків iOS та Android; як переводити дизайн в код, та налаштовувати основні компоненти; працювати зі сховищами даних для iOS та Android та інтегрувати сторонні трекери за допомогою API; як публікувати додатки в App Store та Play Market; про виконання обчислень у додатках Android та iOS у хмарі.

Вміти: налаштовувати середовища розробки XCode та Android Studio; вміти створювати дизайн та основні макети додатків iOS та Android; переводити дизайн в код, додавати та налаштовувати основні компоненти; працювати зі сховищами даних для iOS та Android; інтегрувати сторонні трекери за допомогою API.

Набути компетентностей:

ЗК - загальних

ЗК1. Здатність до адаптації та дій в новій ситуації.

ЗК2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

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.

ЗК8. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

СК – фахових (спеціальних)

СК1. Здатність до визначення технічних характеристик, конструктивних особливостей, застосування і експлуатації програмних, програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем та мереж різного призначення.

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.

СК3. Здатність проектувати комп'ютерні системи та мережі з урахуванням цілей, обмежень, технічних, економічних та правових аспектів.

СК4. Здатність будувати та досліджувати моделі комп'ютерних систем та мереж 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.

СК7. Здатність досліджувати, розробляти та обирати технології створення великих і надвеликих систем.

СК11. Здатність обирати ефективні методи розв'язування складних задач комп'ютерної інженерії, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення.

РН – програмних результатів навчання

РН1. Застосовувати загальні підходи пізнання, методи математики, природничих та інженерних наук до розв'язання складних задач комп'ютерної інженерії.

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.

РН5. Розробляти і реалізовувати проекти у сфері комп'ютерної інженерії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням інженерних, соціальних, економічних, правових та інших аспектів.

РН6. Аналізувати проблематику, ідентифікувати та формулювати конкретні проблеми, що потребують вирішення, обирати ефективні методи їх вирішення.

РН9. Розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем.

РН10. Здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії, аналізувати та оцінювати цю інформацію.

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

5. Опис навчальної дисципліни

5.1. Загальна інформація

Назва навчальної дисципліни <i>Мобільні та гібридні IoT обчислення</i>												
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	змістових модулів	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	1(6)	1(11)	3	90	2	15	-	-	30	45	-	Екзамен

5.2. Дидактична карта навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. МОБІЛЬНІ ТА ДРОТОВІ МЕРЕЖІ ДЛЯ ІОТ						
Тема 1. Еволюція і розвиток мобільних стандартів і стандартів інтернету речей	9	1	-	-	-	8
Тема 2. Розробка додатків для Android та iOS	9	2	-	4	-	3
Тема 3. Концепції зручності використання, безпеки та конфіденційності для програм Android та IOS	9	2	-	4	-	3
Тема 4. Портативні системи IoT	9	2	-	4	-	3
Тема 5. публікація додатків в App Store та Play Market	9	2	-	4	-	3
Разом за змістовим модулем 1	45	9	-	16	-	20
Змістовий модуль 2. ВСТУП ДО ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ДЛЯ ІОТ						
Тема 6. Вступ до хмарних обчислень в IoT	15	2	-	4	-	9
Тема 7. Економіка хмарних обчислень	15	2	-	5	-	8
Тема 8. Сервіси для виконання обчислень у додатках Android та IOS у хмарі	15	2	-	5	-	8
Разом за змістовим модулем 2	45	6	-	14	-	25
Усього годин	90	15	-	30	-	45

5.3. Тематика лабораторних занять

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Початок роботи з Android Studio – знайомство з середовищем розробки	4
2.	Дизайн та базовий макет додатку діабетичного трекеру на Android «Глюкоза»	4
3.	Переклад дизайну на код - додати та налаштувати базові фрагменти «Глюкоза»	8
4.	Початок роботи з базами даних на Android	8
5.	Інтеграція сторонніх трекерів та глюкометрів за використанням API	6
	Разом	30

Примітка. Методичні рекомендації та завдання до лабораторних робіт доступні на інтернет-ресурсах:

https://moodle.chnu.edu.ua/pluginfile.php/248913/mod_resource/content/1/Mobile%20and%20hybrid%20IoT%20computing.pdf

Програмне забезпечення для виконання лабораторних робіт: ліцензійні пакети Windows 10, MS Office software 79P-05726 OfficeProPlus 2019 UKR OLP NL Acdmc Non-specific No Level (Word, Excel, Power Point, Access); відкриті пакети Linux, Ubuntu чи спеціалізовані інші; хмарний сервіс Google Colab, інтегроване середовище розробки (IDE) для платформи iOS - Xcode, інтегроване середовище розробки (IDE) для платформи Android - Android Studio, векторний онлайн-сервіс розробки інтерфейсів – Figma

5.4. Зміст завдань для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Початок роботи з Xcode – вступ до IDE	6
2.	Дизайн і базові макети програми трекера iOS	6
3.	Основні вимоги до інтерфейсу користувача	6
4.	Перетворення дизайну в код - додавання та налаштування базових компонент програми	6
5.	Початок роботи з основними даними	7
6.	Доступ до інформації про здоров'я користувача за допомогою HealthKit	7
7.	Інтеграція сторонніх пристроїв через bluetooth	7
	Разом	45

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-орієнтований, міждисциплінарний підходи.

Для викладання матеріалів з навчальної дисципліни «Мобільні та гібридні IoT обчислення» 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/або письмова відповідь студента при захисті виконаних лабораторних робіт, кількість отриманих балів при виконанні тестового завдання, а також письмова відповідь при написанні модульних контрольних робіт, результати за виконані завдання для самостійної роботи.

Формами підсумкового контролю рівня знань є усна та/або письмова відповідь студента при здачі іспиту.

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.

У залежності від характеру відповіді студента кількість балів за кожний вид діяльності може бути визначена за наступними критеріями:

К-ть балів	Критерії оцінки
Мах	Студент дає вичерпну відповідь на поставлене запитання
0,8 · Мах	Студент при відповіді на поставлене запитання припустився незначних неточностей, які не впливають на суть відповіді
0,6 · Мах	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 · Мах	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 · Мах	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 Мах 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	відмінно
B	дуже добре	80-89	добре
C	добре	70-79	
D	задовільно	60-69	задовільно
E	достатньо	50-59	
FX	(незадовільно) з можливістю повторного складання	35-49	незадовільно
F	(незадовільно) з обов'язковим повторним курсом	1-34	

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)										Підсумковий контроль (екзамен)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2						
T1	T2	T3	T4	T5	M1	T6	T7	T8	M2		
3	7	3	7	7	8	3	7	7	8	40	100

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

Змістовий модуль 1. МОБІЛЬНІ ТА ДРОТОВІ МЕРЕЖІ ДЛЯ ІОТ

T1. Еволюція і розвиток мобільних стандартів і стандартів інтернету речей (тест / усне опитування 1 – 3 бали).

T2. Розробка додатків для Android та iOS (виконання лабораторної роботи №1 – 7 балів).

T3. . Концепції зручності використання, безпеки та конфіденційності для програм Android та IOS (тест № 2 / усне опитування – 3 бали).

T4. Портативні системи IoT (виконання лабораторної роботи №2 – 7 балів).

T5. Публікація додатків в App Store та Play Market (виконання лабораторної роботи №3 – 7 балів)

M1. Модульна контрольна робота №1 – 8 балів.

Змістовий модуль 2. ВСТУП ДО ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ДЛЯ ІОТ

T6. Вступ до хмарних обчислень в IoT (тест № 3 / усне опитування – 3 бали)

T7. Економіка хмарних обчислень (виконання лабораторної роботи №4 – 7 балів)

T8. Сервіси для виконання обчислень у додатках Android та IOS у хмарі (виконання лабораторної роботи №5 – 7 балі

M2. Модульна контрольна робота №2 – 8 балів.

7.3. Перелік питань до підсумкового модуль-контролю (екзамену)

Питання до першого модулю

1. Визначте рівні класифікації стандартів, розроблені AIOTI.
2. Охарактеризуйте перший етап розвитку нових технологій – розробку технологічних стандартів.
3. Охарактеризуйте другий етап розвитку нових технологій – розвиток товарних фірм.
4. опишіть останній етап розвитку нових технологій – розгортання мереж.
5. опишіть основні принципи архітектури Android.
6. Чому важливо керувати інтерфейсом користувача від моделі?
7. Який тип фреймворків забезпечує шар Cocoa Touch?
8. опишіть вміст, представлений медіарівнем.
9. Який тип архітектури програми Apple офіційно рекомендує використовувати?
10. Визначте ключові об'єкти програми iOS.

11. Опишіть основні типи взаємодії Інтернету речей із мобільними додатками на основі користувача.
12. Які три основні концепції дизайну були визначені Google як ядро ідеї матеріального дизайну?
13. Опишіть рівні системи дозволів Android.
14. Які типи дозволів небезпечні?
15. Опишіть основні концепції доступності, рекомендовані Apple для використання в програмах iOS.
16. Визначте процес завантаження, оновлення програмного забезпечення та Secure Enclave – три основні компоненти системи безпеки iOS.
17. У яких ситуаціях iOS вимагає введення пароля замість TouchID або FaceID?
18. Визначте шість типів носимих пристроїв.
19. Опишіть завдання Node API, Message API та Data API.
20. Що таке WatchKit?
21. Опишіть основні функції структури Watch Connectivity.
22. Визначте етапи публікації програми в App Store.
23. Опишіть етапи публікації програми в Play Market.

Питання до другого модулю

- 1) Дайте визначення типу приватної хмари.
- 2) Опишіть основні особливості публічної хмари.
- 3) Надайте кілька переваг об'єднання технологій IoT і хмарних обчислень.
- 4) Визначити рівні архітектури хмарних обчислень.
- 5) Які нові ХааS були створені завдяки злиттю IoT і Cloud Computing.
- 6) Опишіть модель "База даних як послуга".
- 7) Дайте опис моделі "Мережа як послуга".
- 8) Які типи послуг надають моделі Sensor-as-a-Service і Sensing-as-a-Service?
- 9) Опишіть головну різницю між синхронними та асинхронними комунікаціями в хмарі.
- 10) Опишіть механізм черг обміну повідомленнями.
- 11) Як працює модель зв'язку FIFO n-n?
- 12) Опишіть різницю між моделями зв'язку FIFO n-1 і FIFO 1-n.
- 13) Опишіть причинно-впорядковану модель спілкування.
- 14) Опишіть основний принцип підходу «зменшення карти».
- 15) Які типи проблем може вирішити підхід «зменшення карти»?
- 16) Який сегмент хмарних обчислень на ринку розвивається найшвидше?
- 17) Які основні цінності переведення бізнесу в хмару?
- 18) Які основні ризики переведення бізнесу в хмару?
- 19) Назвіть п'ять найбільших лідерів ринку хмарних обчислень.
- 20) Назвіть кілька сервісів, які Firebase надає на етапі створення мобільних додатків.
- 21) Які служби можна використовувати для налаштування інструменту звітування про збої?
- 22) Які служби можна застосувати для отримання аналітики програми?
- 23) Які сервіси можна застосувати для налаштування монетизації програми?
- 24) Які надають інструменти для побудови взаємодії Інтернету речей і мобільних пристроїв?
- 25) Які служби можна застосувати для реалізації функцій зв'язку в реальному часі в програмі?

7.4. 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 «Комп'ютерні системи штучного інтелекту».

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

8.1. Базова (основна)

1. Навчальний посібник з навчальної дисципліни «Мобільні та гібридні IoT обчислення» / уклад.: І. Д. Яковлева, В.Е. Гордіца. Чернівці: ЧНУ, 2022. 108 с. (електронне видання)
2. Cognitive Hyperconnected Digital Transformation: Internet of Things Intelligence Evolution. – Editor: O. Vermesan, J. Bacquet. – River Publishers, Denmark, 2017. – p. 167 – 189.
3. Internet of Things for Industry and Human Application. In Volumes 1-3. Volume 1. Fundamentals and Technologies / V. S. Kharchenko (ed.) - Ministry of Education and Science of Ukraine, National Aerospace University KhAI, 2019. - 605p.
4. Butenko V.O., Odarushchenko O.N., Strjuk A.Y., Odarushchenko E.B., Mobile and hybrid Internet of Things based computing: Practicum / Kharchenko V.S. (Ed.) – Ministry of Education and Science of Ukraine, National Aerospace University “KhAI”, 2019. – 124 p.
5. Cognitive Hyperconnected Digital Transformation: Internet of Things Intelligence Evolution. – Editor: O. Vermesan, J. Bacquet. – River Publishers, Denmark, 2017. – p. 167 – 189.
6. European Commission communication on “ICT Standardisation Priorities for the Digital Single Market”, COM(2016) 176 final. – Brussels, 19.4.2016.
7. AIOTI WG03 Report . IoT LSP Standard Framework Concepts Release 2.7. – 2017. – [electronic source: <https://docbox.etsi.org/SmartM2M/Open/AIOTI/>].
8. STF 505 TR 103 375 . SmartM2M IoT Standards landscape and future evolution. – 2016 . – [electronic source: <https://docbox.etsi.org/SmartM2M/Open/AIOTI/STF505/>].
9. Gupta K. Technology Standards and Competition in the Mobile Wireless Industry. – Geo. Mason L. Rev. 2015. – p. 865 – 1021.
10. Meier R., Lake I. Professional Android. – John Wiley and Sons, Inc. – 2018, 928 p.
11. Botta A., Donato W. Integration of Cloud Computing and Internet of Things: a Survey. – Future Generation Computer Systems (Vol. 56), Elsevier. – 2016. – p. 684 – 700.
12. Belgarum M.R., Soomro S. Challenges: Bridge Between
13. Cloud and IoT. – Proc. of IEEE International Conference on Engineering Technologies and Applied Science. – 2017. – p. 1- 5 .
14. Chevrou F., Hurault A. On the Diversity of Asynchronous Communication. – Springer, Formal Aspects of Computing (Vol. 28, Issue 5). – 2016. – p. 847 – 879.

15. Weinman J. Clouconomics: The Business Value of Cloud Computing. – John Wiley & Sons. – 2012. – 412 p.
16. Weinman J. Cloud Pricing and Markets. – IEEE Cloud Computing (Vol. 2, Issue 1). – 2015. – p. 10 – 13.

8.2. Допоміжна

1. Application sandbox. – [electronic source: <https://source.android.com/security/app-sandbox/>].
2. Guide to app architecture. – [electronic source: <https://developer.android.com/jetpack/docs/guide/>].
3. Developer documentation archive. – [electronic source: <https://developer.apple.com/library/archive/>].
4. Design for Android. – [electronic source: <https://developer.android.com/design/>].
5. Permissions overview. – [electronic source: <https://developer.android.com/guide/topics/permissions/overview/>].
6. Security. - [electronic source: <https://source.android.com/security/>].
7. Apple human interface guidelines. – [electronic source: <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/ios/>].
8. iOS security guide. – [electronic source: https://www.apple.com/business/site/docs/iOS_Security_Guide.pdf].
9. Wear OS by Google. – [electronic source: <https://developer.android.com/wear/>].
10. Daniel, S F. Android Wearable Programming. – Packt Publishing. – 2015. – 201p.
11. Mell P. M., Grace T. NIST Definition of Cloud Computing. Special Publication (NIST SP). – 2011. – p. 800-145
12. Sullivan D. The Definitive Guide to Cloud Computing. – Realtime Nexus Publishers. – 2009. – 219 p.
13. Firebase . – [electronic source: <https://firebase.google.com/>]
14. Amazon Developer Services and Technologies . – [electronic source: <https://developer.amazon.com/>].
15. Microsoft Azure. – [electronic source: <https://azure.microsoft.com/>].
16. Azure Cosmos DB. – [electronic source: <https://azure.microsoft.com/en-us/services/cosmos-db/>].
17. PubNub. – [electronic source: <https://www.pubnub.com/>].
18. Pusher. – [electronic source: <https://pusher.com/>].
19. IoT Sensors and Devices. - [electronic source: <https://www.edx.org/course/iot-sensors-and-devices>].
20. IoT Networks and Protocols. [electronic source: <https://www.edx.org/course/iot-networks-and-protocols-2>].
21. The Master program in Electrical and Computer Engineering [https://www.uc.pt/en/fctuc/deec/courses/mieec]

9. Інформаційні ресурси

1. WatchKit documentation. – [electronic source: <https://developer.apple.com/documentation/watchkit>].

2. Developing Android Apps with App Inventor. – [electronic source: <https://www.coursera.org/learn/app-inventor-android?action=enroll>].
3. Toward the Future of iOS Development with Swift.-[electronic source: <https://www.coursera.org/learn/iOSSwift>];
4. Mobile App Development with Swift.- [electronic source: https://www.edx.org/professional_certificate/curtinx-mobile-app-development-with-swift].
5. The Master program in Electrical and Computer Engineering [<https://www.uc.pt/en/fctuc/deec/courses/mieec>]
6. Programmable Electronic Devices [https://www.uc.pt/fctuc/deec/PhD_courses/Programmable_Electronic_Devices]
7. Master's programme in Systems, Control and Robotics [<https://www.kth.se/en/studies/master/systems-control-robotics>]
8. Hybrid and Embedded Control Systems [<https://www.kth.se/student/kurser/kurs/EL2450?l=en>]
9. Embedded Systems and Internet of Things (ES-IoT) MSc [<https://www.ncl.ac.uk/postgraduate/courses/degrees/embedded-systemsinternet-of-things-msc/#profile>].
10. Programmable Electronic Devices [https://www.uc.pt/fctuc/deec/PhD_courses/Programmable_Electronic_Devices]
11. Master's programme in Systems, Control and Robotics [<https://www.kth.se/en/studies/master/systems-control-robotics>]
12. Hybrid and Embedded Control Systems [<https://www.kth.se/student/kurser/kurs/EL2450?l=en>]
13. Embedded Systems and Internet of Things (ES-IoT) MSc [<https://www.ncl.ac.uk/postgraduate/courses/degrees/embeddedsystems-internet-of-things-msc/#profile>].
14. Mobile App Development with Swift.- [electronic source: https://www.edx.org/professional_certificate/curtinx-mobile-appdevelopment-with-swift].