

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. М. С.
ЖУКОВСЬКОГО
«ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»

КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ІМ. О. О. ЗЕЛЕНСЬКОГО (№ 504)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми
 Олександр ТОЦЬКИЙ
(підпис) (ініціали та прізвище)

«31» серпня 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ (КІ)»

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»
(цифра і найменування галузі знань)
Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
(код і найменування спеціальності)
Освітня програма: «Інформаційні мережі зв'язку»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2023 рік

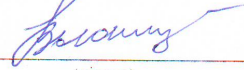
Розробники:

НАУМЕНКО Вікторія к.т.н., доцент кафедри
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)



(підпис)

В'ЮНИЦЬКИЙ Олег, ст. викладач кафедри
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри
інформаційно-комунікаційних технологій ім. О. О. Зеленського (№ 504)
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 31 » серпня 2023 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Володимир ЛУКІН

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів: 9-й семестр – 1 10-й семестр – 2	Галузь знань <u>17 «Електроніка та телекомунікації»</u> (шифр і найменування)	Обов'язкова
Кількість модулів – 4		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2	Спеціальність <u>172 «Телекомунікації та радіотехніка»</u> (код і найменування)	2023/2024
Індивідуальне завдання – курсовий проект (назва)		Семестр
Загальна кількість годин 9 семестр – 16 / 30 10 семестр – 24 / 60	Освітня програма <u>«Інформаційні мережі зв'язку»</u> (найменування)	9-й, 10-й
		Лекції*
Кількість тижневих годин: аудиторних 9 семестр – 1 10 семестр – 1,5 самостійної роботи здобувача 9 семестр – 0,9 10 семестр – 2,25	Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	—
		Практичні*
		9 семестр – <u>16</u> годин 10 семестр – 24 години
		Лабораторні*
		—
		Самостійна робота
		9 семестр – <u>14</u> годин 10 семестр – <u>36</u> годин
		Вид контролю
		диференційний залік 1, диференційний залік 2

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

9 семестр -16 години / 14 годин, 10 семестр – 24 / 36.

*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – закріпити теоретичні знання про методологію проектування сучасних та перспективних інтернет речей систем, існуючі методи забезпечення надійності, оптимізації структури та характеристик систем та мереж телекомунікацій, сформулювати у студентів практичні навички і знання, необхідні для комп'ютерного моделювання систем зв'язку та систем інтернет речей.

Завдання – вивчення методів детермінованого та стохастичного моделювання інтернет речей систем, існуючих стандартів, технологій та еталонних моделей побудови систем інтернет речей, отримання студентами навичок самостійного моделювання процесів, що відбуваються в мережах, та надбання прийомів застосування програмних засобів для вирішення типових задач, що виникають у процесі проектування систем зв'язку, набуття знання основних принципів реалізації інформаційних та телекомунікаційних мереж на різних етапах життєвого циклу, а також набуття умінь ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу приладів і систем та їх модулів.

Компетентності, що набуваються:

- здатність виявляти наукову сутність проблем у професійній сфері, знаходити адекватні шляхи щодо їх розв'язання;
- здатність до самостійного навчання новим методам дослідження, до зміни наукового і науково-виробничого профілю своєї професійної діяльності;
- здатність генерувати нові ідеї (креативність), самостійно здобувати за допомогою інформаційних технологій і використовувати в практичній діяльності нові знання і вміння, в тому числі в нових галузях знань, безпосередньо не пов'язаних зі сферою діяльності;
- здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення завдань в сфері розподілу і обробки інформації;
- здатність організовувати і проводити експериментальні дослідження;
- здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми;
- здатність застосовувати математичну теорію організації і планування експерименту, розробляти плани проведення досліджень, вибирати алгоритми опрацювання інформації, а також застосовувати необхідне програмне забезпечення для автоматизації обчислень;
- здатність до інноваційної діяльності у галузі зв'язку та інформатики, сучасні завдання щодо створення Глобального інформаційного суспільства;
- здатність до формування ринку інформаційних та телекомунікаційних послуг, формування вимог до якості надавання послуг.

Очікувані результати навчання:

- знання і розуміння сучасних методів ведення науково-дослідних робіт, фізико-математичних методів, що застосовуються в інженерній і дослідницькій практиці, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми;
- знання з математичних і логічних побудов, які є основою оптимізації інформаційних систем та мереж, їх окремих пристроїв, що проектуються, експлуатуються чи досліджуються;
- знання про інноваційну діяльність у галузі зв'язку та інформатики, сучасні завдання щодо створення Глобального інформаційного суспільства;
- знання основних принципів реалізації інформаційних та телекомунікаційних мереж на різних етапах життєвого циклу;
- умінь ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу приладів і систем та їх модулів;

– здатність використовувати професійно-профільовані знання й практичні навички роботи з автоматизованими діагностичними контрольно вимірювальними комплексами.

Пререквізити: «Інтернет речей», «Моделювання та оптимізація систем та мереж телекомунікацій», «Кібербезпека інфокомунікаційних систем»

Кореквізити: «Розподілені сервісні системи», «Хмарні інформаційні системи»

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Аналіз стандартів, архітектурних еталонних моделей та вимог для оцінки параметрів систем інтернету речей.

Тема 1. Вступ до дисципліни «Інтернет речей (КП)».

Загальна характеристика систем інтернету речей. Предмет вивчення, структура, етапи та задачі дисципліни. Бібліографія. Узгодження завдань на проектування. Структура, зміст, вимоги до розрахунково-пояснювальної записки. Вимоги діючих стандартів до її оформлення.

Тема 2. Огляд структури системи інтернету речей та технологій.

Змістовне формулювання проблеми, що визначає цілі моделювання. Визначення конфігурації системи. Методологія аналізу умов експлуатації системи зв'язку та чинників, що впливають на її функціонування. Визначення критеріїв оцінки відповідності моделі цілям моделювання.

Тема 3. Розробка концептуальної моделі об'єкта дослідження.

Формування цільових функцій (критеріїв якості) досліджуваної системи. Вибір ступеня деталізації моделі. Математичний опис вхідних, вихідних змінних та параметрів моделі. Розробка структурної схеми концептуальної моделі та складання опису її функціонування.

Тема 4. Аналіз стандартів та технологій концептуальної моделі.

Формування переліку стандартів на яких виконується реалізація концептуальної моделі. Вибір мережевих технологій для реалізації концептуальної моделі. Розробка блок-схеми об'єктів системи, з зазначенням технологій, що використовуються на певних блоках.

Тема 5. Аналіз архітектурної еталонної моделі.

Опис еталонної архітектурної модулі, її основних характеристик, параметрів та структури. Оцінювання чутливості моделі до змін вхідних даних. Кінцеве корегування та модифікація моделі.

Тема 6. Огляд вимог еталонної архітектури систем інтернету речей.

Формування конкретних вимог еталонної моделі, які характеризують систему інтернету речей. Визначення початкових умов.

Тема 7. Програмна реалізація системи інтернету речей.

Вибір програмних засобів реалізації моделі. Розробка алгоритмів та чисельних методів розв'язання задач моделювання. Складання блок-схеми алгоритму. Статистичний аналіз та інтерпретація результатів експериментів.

Модуль 2.

Виконання та захист курсового проекту.

Модуль 3.

Змістовний модуль 2. Туманні обчислення та захист хмарних сервісів в системах інтернету речей.

Тема 1. Вступ до «Інтернет речей (КП)».

Предмет вивчення, структура, етапи та задачі дисципліни. Бібліографія. Узгодження завдань на проектування. Структура, зміст, вимоги до розрахунково-пояснювальної записки. Вимоги діючих стандартів до її оформлення.

Тема 2. Огляд туманних обчислень.

Загальні відомості про туманні та хмарні обчислення. В яких випадках ліпше

використовувати туманні обчислення. Огляд діючої системи за варіантом та визначення задач туманних обчислень у даній системі.

Тема 3. Захист хмарних сервісів у системах інтернету речей.

Математичний опис вхідних, вихідних змінних та параметрів моделі. Опис даних, що передаються до хмари. Налаштування маршрутизаторів для чіткої аутентифікації та віддаленого доступу до системи.

Тема 4. Аутентифікація на мережевих пристроях.

Налаштування аутентифікації для бездротового зв'язку. Налаштування банерів на маршрутизаторі, а також локальних облікових записів для лінії консолі та віддаленого доступу.

Тема 5. Налаштування списку доступу.

Налаштування списку доступу для трафіку тільки від DNS-сервера реєстраційного сервера для входу в мережу пристроїв інтернету речей. Налаштування на маршрутизаторі провайдера хмарних сервісів зі списком доступу.

Тема 6. Налаштування безпечної веб-комунікації на веб-сервері в мережі постачальників хмарних обчислень.

Налаштування веб-серверу у постачальника хмарних послуг. Налаштування веб-серверу у хмарному сервісі провайдера для доступу тільки через HTTPS.

Тема 7. Тестування отриманої системи.

Опис отриманих результатів. Програмна реалізація моделі. Тестування отриманої моделі.

Модуль 4.

Виконання та захист курсового проекту.

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Аналіз стандартів, архітектурних еталонних моделей та вимог для оцінки параметрів систем інтернету речей					
Тема 1. Вступ до дисципліни	3	–	1	–	1
Тема 2. Огляд структури системи інтернету речей та технологій	3	–	1	–	1
Тема 3. Розробка концептуальної моделі об'єкта дослідження	3	–	2	–	1
Тема 4. Аналіз стандартів та технологій концептуальної моделі	3	–	2	–	1
Тема 5. Аналіз архітектурної еталонної моделі	3	–	2	–	1
Тема 6. Огляд вимог еталонної архітектури систем інтернету речей	3	–	2	–	1
Тема 7. Програмна реалізація системи інтернету речей	3	–	2	–	1
Разом за змістовним модулем 1	21	-	12	-	7
Модуль 2					
Індивідуальне завдання (КП)	7	–	–	–	7
Захист КП	2	–	2	–	-
Разом за модулем 2	9	-	2	-	7
Усього годин за осінній семестр	30	-	16	-	14

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 3					
Змістовний модуль 1. Туманні обчислення та захист хмарних сервісів в системах інтернету речей					
Тема 1. Вступ до дисципліни	4	–	2	–	2
Тема 2. Огляд туманних обчислень	6	–	4	–	2
Тема 3. Захист хмарних сервісів у системах інтернету речей	6	–	4	–	2
Тема 4. Аутентифікація на мережевих пристроях	6	–	4	–	2
Тема 5. Налаштування списку доступу	4	–	2	–	2
Тема 6. Налаштування безпечної веб-комунікації	6	–	4	–	2
Тема 7. Тестування отриманої системи	6	–	2	–	4
Разом за змістовним модулем 2	38	-	22	-	16
Модуль 4					
Індивідуальне завдання (КП)	20	–	–	–	20
Захист КП	2	–	2	–	-
Разом за модулем 4	22	-	2	-	20
Усього годин за весняний семестр	60	-	24	-	36
Усього годин	90	-	24	-	36

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до дисципліни. Етапи виконання курсового проекту.	2
2	Огляд структури системи інтернету речей та технологій.	2
3	Розробка концептуальної моделі об'єкта дослідження.	2
4	Аналіз стандартів та технологій концептуальної моделі.	2
5	Аналіз архітектурної еталонної моделі.	2
6	Огляд вимог еталонної архітектури систем інтернету речей.	2
7	Програмна реалізація системи інтернету речей.	2
8	Заключне заняття (захист КП).	2
9	Вступ до дисципліни. Етапи виконання курсового проекту.	2
10	Огляд туманних обчислень.	2
11	Захист хмарних сервісів у системах інтернету речей.	2
12	Аутентифікація на мережевих пристроях.	2
13	Налаштування списку доступу.	2
14	Налаштування безпечної веб-комунікації.	2
15	Тестування отриманої системи.	2
16	Заключне заняття (захист КП).	2
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	
	Разом	

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1 семестр		
1	Вибір об'єкту моделювання та узгодження завдання.	1
2	Вибір і обґрунтування структури системи та технологій, що застосовуються.	1
3	Розробка структурної схеми концептуальної моделі.	1
4	Аналіз стандартів та технологій концептуальної моделі.	1
5	Аналіз архітектурної еталонної моделі.	1
6	Огляд вимог еталонної архітектури систем інтернету речей.	1
7	Програмна реалізація системи інтернету речей.	1
8	Виконання курсового проекту 1	7
	Разом за 1 семестр	14
2 семестр		
8	Вибір об'єкту моделювання та узгодження завдання.	2
9	Огляд туманних обчислень.	2
10	Захист хмарних сервісів у системах інтернету речей.	2
11	Аутентифікація на мережевих пристроях.	2
12	Налаштування списку доступу.	2
13	Налаштування безпечної веб-комунікації.	2
14	Тестування отриманої системи.	4
15	Виконання курсового проекту 2	20
	Разом за 2 семестр	36
	Разом	50

9. Індивідуальні завдання

Виконання 2 курсових проектів згідно із завданням на проектування.

10. Методи навчання

Застосовуються наступні методи навчання: словесні, наочні та практичні, а саме: проведення практичних занять, виконання індивідуальних завдань, проведення індивідуальних консультацій протягом семестру, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю на практичних заняттях та консультаціях, фінальний контроль у вигляді диференційного заліку.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист практичних робіт	0...5	7	0...35
Виконання і захист курсової роботи	0...65	1	0...65
Усього за осінній семестр		0...100	
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист практичних робіт	0...5	7	0...35
Виконання і захист курсової роботи	0...65	1	0...65
Усього за весняний семестр		0...100	

Захист курсового проекту складається з доповіді протягом 8 – 10 хвилин і відповідей на запитання членів комісії. У доповіді слід охарактеризувати постановку задачі, викласти суть виконаної роботи, методику дослідження, отримані результати, зробити висновки за результатами проектування. Підсумкова оцінка за КП (максимум – 100 балів) складається з оцінок за виконання і захист практичних робіт, контрольний захід та за виконання і захист курсової роботи.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру та під час захисту КП

Загальними вимогами до виконання КП є такі:

- 1) Своєчасна здача етапів виконання КП.
- 2) Зміна теми КП після її погодження та затвердження викладачем (керівником КП) не допускається.
- 3) Оформлення розрахунково-пояснювальної записки відповідно до ДСТУ 3008 : 2015.

Задовільно (60-74). Показати мінімально-достатній рівень знань та умінь. Виконати усі етапи КП; при цьому виконання етапів є несвоєчасним (тобто, з відставанням від календарного графіку), а отримані результати є неточними або неповними. Оформити розрахунково-пояснювальну записку до КП; при цьому наявні суттєві відхилення від вимог до розрахунково-пояснювальної записки, зокрема, розрахункові завдання виконані з окремими істотними помилками, виправленими за допомогою викладача; відсутня логічна послідовність та ясність у викладенні матеріалу, є недогляди в оформленні, в тексті зустрічаються граматичні та орфографічні помилки, неточні формулювання. Висновки є недостатньо обґрунтованими та / або поверхневими. Виконати ілюстративну частину КП (презентацію на захист); при цьому зміст, структура, оформлення презентації та кількість слайдів дозволяють на мінімально-достатньому рівні продемонструвати отримані результати. Під час доповіді вміти викладати матеріал КП; при цьому допускається деяка нелогічність, непослідовність розкриття змісту матеріалу, однак присутнє загальне розуміння вирішуваних завдань КП. Відповідати на теоретичні питання на елементарному рівні в межах конспекту лекцій. Вміти пояснити (за допомогою кількох навідних питань викладача) типові алгоритми та програмні рішення, що використовувалися під час виконання КП.

Добре (75-89). Показати середній рівень знань та умінь. Виконати усі етапи КП; при цьому виконання етапів є своєчасним (відповідно до календарного графіку), однак отримані результати є неточними та / або неповними. Оформити розрахунково-пояснювальну записку

до КП; при цьому матеріал викладено повністю та у логічній послідовності, але наявні несуттєві відхилення від вимог до розрахунково-пояснювальної записки, зокрема, розрахункові завдання виконані з окремими неістотними помилками, виправленими самостійно або за допомогою викладача; є недогляди в оформленні, в тексті подекуди зустрічаються орфографічні та / або друкарські помилки, неточні формулювання. Аналіз отриманих результатів є недостатньо проробленим. Виконати ілюстративну частину КП (презентацію на захист); при цьому зміст, структура, оформлення презентації та кількість слайдів дозволяють на достатньому рівні продемонструвати формальну постановку задачі проектування, використовувані моделі та методи та отримані результати. Під час доповіді вміти викладати матеріал КП у достатньому обсягу, логічно та послідовно (допускаються окремі несуттєві помилки, що виправляються студентом після указівки викладача); підкріплювати вивчений матеріал відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення, у яких можуть бути окремі несуттєві помилки. Відповідати на теоретичні питання на достатньому рівні в межах конспекту лекцій та рекомендованих підручників, вміти обґрунтовано обирати типові рішення. Вміти пояснити типові алгоритми та програмні рішення, що використовувалися під час виконання КП. Допускається, якщо під час захисту на додаткові питання буде надано неповні відповіді.

Відмінно (90-100). Показати відмінний рівень знань та умінь. Виконати усі етапи КП; при цьому виконання етапів є своєчасним (відповідно до календарного графіку, або із його випередженням), а отримані результати є точними та повними (припустимими є одиничні несуттєві помилки, які студент виправляє самостійно). Оформити розрахунково-пояснювальну записку до КП; при цьому представлений матеріал є добре структурованим, викладеним повністю та у логічній послідовності, згідно з вимогами до оформлення розрахунково-пояснювальної записки; допускаються незначні неточності під час висвітлення другорядних питань, поодинокі недогляди в оформленні та тексті записки. Висновки сформульовано чітко та достатньо обґрунтовані, аналіз отриманих результатів є повним і точним. Виконати ілюстративну частину КП (презентацію на захист); при цьому зміст, структура, оформлення презентації та кількість слайдів дозволяють на високому рівні продемонструвати формальну постановку задачі проектування, використовувані моделі та методи, отримані результати, аналіз результатів та висновки. Під час доповіді вміти викладати матеріал КП у достатньому обсягу, логічно та послідовно (допускаються окремі несуттєві помилки, що виправляються студентом самостійно); виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; вільно оперувати відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення. Відповідати на теоретичні питання на високому рівні в межах конспекту лекцій, рекомендованих підручників та додаткової літератури, вміти аналізувати надану інформацію та пропонувати нестандартні рішення, вміти їх обґрунтовувати. Вміти аналізувати переваги та недоліки алгоритмів та програмних рішень, що використовувалися під час виконання КП. Надавати вірні відповіді на додаткові питання під час захисту КП.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Курс у менторі (Осінній семестр): <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=4145>
2. Курс у менторі (Весняний семестр): <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=4161>
3. Матеріали лекцій курсу Cisco: <https://www.netacad.com/>
4. Дослідження та побудова IoT інфраструктури проєкту в умовах існуючих обмежень сервісу AWS IoT Core : пояснюв. зап. до диплом. роботи магістра : 123 - комп'ютер. інженерія / М. П. Долгій ; Ф-т радіоелектроніки, комп'ютер. систем та інфокомунікацій, Каф. комп'ютер. систем, мереж і кібербезпеки (№ 503) ; кер. Куланов В. О. - Харків, 2021. - 70 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Цирульник С. М. Проектування мікропроцесорних систем : навчальний посібник / С. М. Цирульник, Г. Л. Лисенко. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 201 с.
2. Програмування мікроконтролерів систем автоматики: конспект лекцій для студентів базового напрямку 050201 “Системна інженерія” / Укл.: А.Г. Павельчак, В.В. Самотий, Ю.В. Яцук – Львів: Львівська політехніка. – 2012. – 143 с.
3. Розробка радіоелектронних схем на основі мікроконтролерів (на прикладі AVR мікроконтролерів фірми Atmel): методичний посібник до курсу "Проектування радіоелектронних схем" для студентів радіофізичного факультету / Пархоменко Д. А., Смирнов Є. М. – Київ: Радіофізичний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2013. – 74 с.
4. Могильний С. Б. Покрокова побудова системи для Інтернету речей // Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". Серія : Радіотехніка. Радіоапаратобудування. - 2016. - Вип. 65. - С. 73-78. – Те саме [Електронний ресурс] // Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут": [сайт]. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKPI_rr_2016_65_8

Допоміжна

1. Arduino Communication Protocols Tutorial [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.deviceplus.com/how-tos/arduino-guide/arduino-communication-protocols-tutorial/>
2. How to use Raspberry Pi with the Internet of things / TechRadar [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.techradar.com/how-to/how-to-use-raspberry-pi-to-control-your-smarthome>
3. Raspberry Pi 3 Model B / Raspberry Pi Community. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b>
4. Користувачські посібники по роботі із платформою Arduino. Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://www.arduino.cc/>
5. Математичні основи теорії телекомунікаційних систем [Текст] / В. В. Поповський, С. О. Сабурова, В. Ф. Олійник, Ю. І. Лосєв, Д. В. Агєєв та ін. ; за загальною редакцією В. В. Поповського. – Х. : ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. – 564 с.[Б-10].

15. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри 504, <http://k504.khai.edu>.
2. <http://netacad.com/portal/learning>.
3. <http://www.lessons-tva.info/edu/telecom.html>