



Принципи подання інформації в інформаційно-телекомунікаційних мережах

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка
Освітня програма	Інформаційно-комунікаційні технології
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)/заочна
Рік підготовки, семестр	рік перший, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів ЄКТС, з них лекції 32 години, практичні заняття 14 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Модульна контрольна робота Іспит
Розклад занять	Згідно з розкладом (https://schedule.kpi.ua/)
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., доцент, Астраханцев А.А., 063-707-78-63, astrakhantsev.andrii@edu.kpi.ua Практичні / Семінарські: д.т.н., доцент, Астраханцев А.А.
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Знання методів завадостійкого кодування / декодування та обробки даних дозволяє студенту працювати з налаштуванням систем мобільного та супутникового зв'язку. Всі запропоновані до вивчення алгоритми мають широке розповсюдження в сучасних мережах.

Цілі дисципліни	Метою навчальної дисципліни є формування у студентів знань з загальних питань, які використовуються для забезпечення процесів телекомунікацій: - підготовка фахівця, який має базові компетенції, що засновані на системи знань в області завадостійкого кодування мультимедійної інформації в телекомунікаційних системах; - формування та розвиток загальних і професійних компетентностей з впровадження та застосування технологій телекомунікацій і радіотехніки, що сприяють соціальній стійкості та мобільності випускника на ринку праці; - формування у здобувачів освіти логічного мислення, розвиток їх інтелекту та здібностей;
------------------------	--

	- формування знань, вмінь і навичок, необхідних для розуміння сучасних концепцій, методів та технологій завадостійкого кодування в телекомунікаційних системах та мережах.
Предмет навчальної дисципліни	Предметом вивчення навчальної дисципліни є: 1. Прикладні методи кодування інформації, що використовуються в супутникових, мобільних мережах та мережах передачі даних 2. Блокові та неперервні коди, турбо-коди, RS-коди, згорткові коди, що застосовуються в системах кодування мультимедійної інформації. 3. Способи подання і збереження мультимедійної інформації
Компетентності (ЗК1, ЗК3, ЗК5, ФК3, ФК4, ФК10, ФК11, ФК12)	Здатність удосконалювати й розвивати свій інтелектуальний і культурний рівень, будувати власну траєкторію професійного розвитку й кар'єри (ЗК1); Здатність приймати управлінські рішення, оцінювати їх можливі наслідки та бути відповідальним за якість кінцевого результату діяльності (ЗК3); Здатність аналізувати, верифікувати, оцінювати повноту інформації в ході професійної діяльності, при необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію й працювати в умовах невизначеності (ЗК5); Здатність до системного мислення, вирішення задач розробки, оптимізації та оновлення структурних блоків інформаційно-комунікаційних мереж та систем і сучасних технологій (ФК3); Здатність користуватися іноземною мовою для перекладу, узагальнення та використання іноземної спеціалізованої науково-технічної та довідкової літератури (ФК4); Здатність застосовувати знання існуючих технологій і методів обробки та відображення інформації в сучасних інформаційно-телекомунікаційних системах (ФК10); Здатність до самостійного проведення критичного аналізу розроблених схемо-технічних вузлів і апаратно-програмних елементів телекомунікаційної апаратури та їх порівняння з існуючими інженерними рішеннями і технологіями (ФК11); Здатність до розрахунків і оцінювання технічних параметрів та показників і критеріїв ефективності при побудові нових апаратно-програмних комплексів з використанням сучасних технологій інформаційно-телекомунікаційних мереж і систем (ФК12).
Програмні результати навчання (ПРН1, ПРН2, ПРН10, ПРН11, ПРН14)	Впорядковувати набуті знання для постановки і вирішення інженерних та наукових завдань, вибору і використання відповідних аналітичних методів розрахунку (ПРН 1); Визначати напрямки модернізації технологічних аспектів виробництва, впровадження новітніх інформаційних та комунікаційних технологій (ПРН 2); Слідувати принципам широкомасштабного впровадження сучасних інформаційних технологій, засобів комунікації, методів підвищення енергетичної та економічної ефективності розробок, виробництва та експлуатації телекомунікаційних та радіотехнічних пристроїв (ПРН 10); Узагальнювати сучасні наукові знання та застосовувати їх для розв'язання науково-технічних завдань, оцінки можливості доведення отриманих рішень до рівня конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах (ПРН 11); Володіти математичними методами аналізу та проектування телекомунікаційних систем та мереж і основними засадами прикладної теорії інформації для телекомунікаційних мереж, систем та інформаційних технологій (ПРН 14).

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- оволодіння методами аналізу функціонування телекомунікаційних систем, як об'єктів захисту інформації;
 - набуття навичок в оцінюванні загроз витоку інформації в телекомунікаційних системах;
 - дослідження сучасних пристроїв перехоплення інформації;
 - оволодіння методами аналізу та застосування засобів захисту інформації;
 - оволодіння навичками використання криптографічних перетворень для захисту мовних сигналів.
- У результаті вивчення даної навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

- основні методи завадостійкого кодування і декодування інформації у інформаційних телекомунікаційних мережах;
- стандарти, що використовуються в системах кодування інформації;
- науково-методичні основи побудови обладнання і програмного забезпечення, які виконують функції кодового перетворення і використовуються у комунікаційних компонентах мережевої інфраструктури;

вміти:

- правильно вибрати та застосовувати методи завадостійкого кодування та декодування, проводити математичний аналіз коду з точки зору відповідності застосування та вирішення телекомунікаційних задач.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Перелік дисциплін або знань та умінь, володіння якими необхідні здобувачу вищої освіти для успішного засвоєння дисципліни	Перелік дисциплін, які базуються на результатах навчання з даної дисципліни
Дисципліна вивчається на основі ступеня бакалавра базуючись на знаннях таких дисциплін: • теорія електричного зв'язку • основи теорії телекомунікацій, • технологія обслуговування телекомунікаційних систем, • прикладне програмування в телекомунікаційних системах	• Наукова робота за темою магістерської дисертації • Практика • Науково-дослідна практика

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Основи кодування інформації. Кодування джерела.

- 1.1. Введення в курс. Коротка історія кодування
- 1.2. Теоретичні основи кодування інформації в комп'ютерних та телекомунікаційних мережах
- 1.3. Кодування джерела. Рівномірні, нерівномірні та словарні коди
- 1.4. Формати та способи подання мультимедійної інформації

Тема 2. Лінійні блокові коди.

- 2.1. Алгебраїчні основи кодування. Евклідова та Хемінгова відстань. Лінійні двійкові коди. Коригуюча властивість кодів
- 2.2. Принципи декодування лінійних кодів. Межа Плоткіна, Хемінга, Варшимова-Гільберта
- 2.3. Коди Хеммінга. Симплексні коди. Коди Ріда-Маллера
- 2.4. Лінійні циклічні коди. Коди Боуза-Чоудхурі-Хоквінгема
- 2.5. Коди Ріда-Соломона

Тема 3. Неперервні коди. Згорткові коди.

3.1. Згорткові коди. Деревовидна та решіткові діаграми

3.2. Декодування згорткових кодів. Алгоритм Вітербі

3.3. Виправлення пакетів помилок. Перемежіння

Тема 4. Сучасні коди для каналів з стираннями.

3.4. Фонтанні коди для каналів з стираннями. Коди LT, Raptor. Турбо-коди

3.5. Завадостійкі коди у сучасних мобільних інформаційно-комунікаційних системах.

4. Навчальні матеріали та ресурси

4.1. Базова література

1. Foundations of Coding: Compression, Encryption, Error Correction. Jean-Guillaume Dumas, Jean-Louis Roch, Éric Tannier, Sébastien Varrette. Wiley, 2015. 384p.

2. A Course in Algebraic Error-Correcting Codes. Simeon Ball. Springer Nature, 2020. 177p.

<https://web.mat.upc.edu/simeon.michael.ball/codinglectures.html>

3. Coding Theory: A First Course. Front Cover · San Ling, Chaoping Xing. Cambridge University Press, Feb 12, 2004 - Mathematics - 222 pages.

4. Essential Coding Theory. Venkatesan Guruswami Atri Rudra, Madhu Sudan, 473p, University at Buffalo, SUNY, 2022.

5. Теорія інформації і кодування: курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А.Є.Коваленко. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 248 с.

6. Fundamentals of Error-Correcting Codes. Huffman W. Cary., Vera Pless. Cambridge University Press, The Edinburgh, 2003. 665p.

4.2. Додаткова література

1. Shannon C.E. A Mathematical Theory of Communication. The Bell System Technical Journal.- 1948. July, October, Vol. 27.p. 379–423, 623–656.

2. Hamming R.W. Coding and information theory Second ed. Englewood Cliffs NJ: Prentice Hall, 1986. 260 p.

3. Тулякова Н.О. Теорія інформації: Навчальний посібник. Суми: Вид-во СумДУ, 2008. 212 с. 2010. 248с.

2. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

2.1 Лекційні заняття – 32 години

Тема 1. Основи кодування інформації. Кодування джерела.

Лекція 1. Введення в курс. Коротка історія кодування

1. Поняття про систему кодування.

2. Коротка історія розвитку методів і техніки кодування.

3. Основні формати мультимедійної інформації

4. Способи кодування для мультимедійної інформації

Дидактичні засоби: Комп'ютерний проектор з набором експозицій до л. 1. *Література:* [1], розділ 1.4-1.5.

Завдання на СРС: підготувати відповідь на контрольні запитання до л. 1.

Лекція 2. Теоретичні основи кодування інформації в комп'ютерних та телекомунікаційних мережах.

1. Подання інформації й системи кодування інформації в комп'ютерних та телекомунікаційних мережах

2. Проблема безпомилкової передачі повідомлень

Дидактичні засоби: Комп'ютерний проектор з набором експозицій до л. 2. *Література:* [1], розділ 1.

Завдання на СРС: підготувати відповідь на контрольні запитання до л. 2.

Тема 2. Лінійні блокові коди.

Лекція 3-4. Кодування джерела. Рівномірні, нерівномірні та словарні коди

1. Принципи кодування джерела. Поняття ентропії.
2. Рівномірні коди
3. Нерівномірні коди Шеннона-Фано, Хафмена. Арифметичне кодування.

Дидактичні засоби: Комп'ютерний проектор з набором експозицій до л. 3,4. *Література:* [1], розділ 1.2-1.3.

Завдання на СРС: підготувати відповідь на контрольні запитання до л. 3,4.

Лекція 5. Принципи декодування лінійних кодів. Межа Плоткіна, Хемінга, Варшимова-Гільберта.

1. Принципи декодування лінійних кодів.
2. Верхня границя Хемінга. Межа Плоткіна. Межа Варшимова- Гільберта.

Дидактичні засоби: Комп'ютерний проектор з набором експозицій до л. 5. *Література:* [1], розділ 2.1.

Завдання на СРС: підготувати відповідь на контрольні запитання до л. 5.

Лекція 6. Коди Хемінга.

1. Надмірність коригувального коду
2. Принцип побудови коду Хемінга

Дидактичні засоби: Комп'ютерний проектор з набором експозицій до л. 6. *Література:* [1], розділ 2.1.

Завдання на СРС: підготувати відповідь на контрольні запитання до л. 6.

Лекція 7. Коди Боуза-Чоудхурі-Хоквінгема.

1. Основні властивості кодів БЧХ
2. Використання алгоритмів, побудованих на основі використання породжуючої та перевірючих матриць

Дидактичні засоби: Комп'ютерний проектор з набором експозицій до л. 7. *Література:* [1], розділ 2.2.

Завдання на СРС: підготувати відповідь на контрольні запитання до л. 7.

Лекція 8-9. Коди Ріда-Соломона

1. Загальні поняття
2. Кодування та декодування кодів РС.
3. Визначення характеру помилки та її виправлення

Дидактичні засоби: Комп'ютерний проектор з набором експозицій до л. 8, 9. *Література:* [1], розділ 2.3.

Завдання на СРС: підготувати відповідь на контрольні запитання до л. 8, 9.

Лекція 10. Інші розповсюджені завадостійкі коди

1. Загальний опис груп кодів.
2. Загальна характеристика завадостійких кодів
3. Нелінійні коди.

Дидактичні засоби: Комп'ютерний проектор з набором експозицій до л. 10. *Література:* [2], розділ 6-9. *Завдання на СРС:* підготувати відповідь на контрольні запитання до л. 10.

Тема 3. Неперервні коди. Згорткові коди.

Лекція 11-12. Згорткові коди

1. Поняття згорткових кодів. Графічне та матричне подання коду.
2. Принцип формування коду. Параметри та характеристики.
3. Швидкість коду.
4. Деревовидна та решіткова діаграми.

Дидактичні засоби: Комп'ютерний проектор з набором експозицій до л. 11, 12. *Література:* [1], розділ 3.1. *Завдання на СРС:* підготувати відповідь на контрольні запитання до л. 11, 12.

Лекція 13-14. Декодування згорткових кодів. Алгоритм Вітербі

1. Принципи декодування згорткових кодів.
2. Алгоритм Вітербі.
3. Метод граничного декодування.
4. Метод послідовного декодування.

Дидактичні засоби: Комп'ютерний проектор з набором експозицій до л. 13, 14.

Література: [2], розділ 6-9.

Завдання на СРС: підготувати відповідь на контрольні запитання до л. 13, 14.

Тема 4. Сучасні коди для каналів з стираннями.

Лекція 15. Виправлення пакетів помилок. Перемежіння

1. Типи помилок у каналах зв'язку. Виправлення пакетів помилок
2. Перемежіння

Дидактичні засоби: Комп'ютерний проектор з набором експозицій до л. 15.

Завдання на СРС: підготувати відповідь на контрольні запитання до л. 15.

Лекція 16. Фонтанні коди для каналів з стираннями. Коди LT, Raptor. Турбо-коди

3. Фонтанні коди. Приклади застосування.
4. Коди LT
5. Коди Raptor
6. Турбо-коди

Дидактичні засоби: Комп'ютерний проектор з набором експозицій до л. 16.

Завдання на СРС: підготувати відповідь на контрольні запитання до л. 16.

5.2 Практичні заняття – 14 годин

Основні завдання циклу практичних занять:

- вивчення теоретичних основ кодування інформації;
- засвоїти алгебраїчні основи лінійних кодів;
- засвоїти алгебраїчні основи згорткових кодів.

Тема 1. Основи кодування інформації. Кодування джерела.

Практичне заняття №1. Вивчення теоретичних основ кодування інформації в комп'ютерних

1. Поняття про систему кодування.
2. Коротка історія розвитку методів і техніки кодування.

Завдання на СРС: підготувати відповідь на контрольні запитання до лекції 1 та 2.

Практичне заняття №2. Вивчення алгебраїчних основ кодування. Кодування джерела.

1. Подання інформації й системи кодування інформації в комп'ютерних та телекомунікаційних мережах
2. Проблема безпомилкової передачі повідомлень.
3. Кодування джерела. Рівномірні та нерівномірні коди.
4. Розв'язання задач

Завдання на СРС: підготувати відповідь на контрольні запитання до лекції 1 та 2.

Тема 2. Лінійні блокові коди.

Практичне заняття №3. Алгебраїчні основи кодування. Лінійні коди

1. Визначення лінійного простору (ЛнПр). Базис ЛнПр.
2. Матриця, що породжує ЛнПр. Перевірочна матриця.
3. Розв'язання задачі

Завдання на СРС: підготувати відповідь на контрольні запитання до лекції 3

Практичне заняття № 4. Коди Хемінга. Лінійні циклічні коди

1. Визначення надмірності коригувального коду
2. Верхня границя Хемінга. Принцип побудови коду Хемінга
3. Розв'язання задач

Завдання на СРС: Закодувати та декодувати кодову послідовність кодом Хемінга (15,11)

Практичне заняття № 5. Коди Боуза-Чоудхурі-Хоквінгема.

1. Основні властивості кодів БЧХ
2. Розв'язання задач на використання алгоритмів, побудованих на основі використання породжуючої та перевірочних матриць

Завдання на СРС: Закодувати кодову послідовність кодом Боуза-Чоудхурі-Хоквінгема

Практичне заняття № 6. Коди Ріда-Соломона

1. Принципи побудови кодів на основі недвійкових полів. Кодування та декодування кодів РС.
2. Визначення характеру помилки та її виправлення
3. Розв'язання задач

Завдання на СРС: Навчитися переводити числа між системами зчислення. Навчитися виконувати основні математичні операції над полями.

Тема 3. Неперервні коди. Згорткові коди.

Практичне заняття № 7. Згорткові коди

1. Принцип формування коду. Параметри та характеристики. Решіткові та деревовидні діаграми. Алгоритм Вітербі. Метод граничного та послідовного декодування.
2. Розв'язання задач

Завдання на СРС: Побудувати кодер загорткового коду, зобразити відповідні деревовидну та решіткову діаграму, закодувати інформаційну послідовність. Для закодованої інформаційної послідовності з ПЗ 7, виконати граничне / послідовне декодування. Навчитися застосовувати алгоритм Вітербі.

3. Самостійна робота здобувачів вищої освіти

До самостійної роботи студентів включається підготовка до аудиторних занять шляхом опанування матеріалів лекцій, вивчення базової, додаткової літератури та законодавства, виконання практичних завдань.

Тема 1. Основи кодування інформації.

Ознайомитись з специфікою кодування джерела інформації. Ознайомитись з методами канального кодування.

Тема 2. Лінійні коди.

Ознайомитись з лінійними неблоковими кодами, недвійковими кодами. Ознайомитись з методами виявлення та виправлення помилок в них.

Тема 3. Згорткові коди.

Ознайомитись з різновидами неперервних згорткових кодів та сферами їх застосування.

Тема 4. Сучасні коди для каналів зі стираннями.

Ознайомитись з сучасними методами кодування в інформаційно-телекомунікаційних мережах, такими як LT, Fountain, RaptorQ.

4. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

1. Лекційні заняття

Ваговий бал – 1:

– бал за присутність на лекції та написання конспекту – 2;

За семестр проводиться 16 лекційних занять, кожен студент має можливість бути присутнім на кожному з занять

Максимальна кількість балів: $16 \times 2.5 = 40$

2. Практичні заняття

В середньому на практичних заняттях студент може відповісти 3 разів

За правильну відповідь на практичному занятті – 5 балів;

За відповідь з помилками – 1...4 балів;

За неправильну відповідь – 0 балів

За присутність на практичному занятті – 1.5 бал

Максимальна кількість балів: $5 \times 3 + 2 \times 7 = 29$

3. Модульна контрольна робота

За МКР можна отримати до 31 балів

4. Критерії екзаменаційного оцінювання

1. Повні відповіді на теоретичні запитання та вірний розв'язок задачі – 40;

2. Повні відповіді на теоретичні запитання, задача розв'язана невірно – 35;

3. Часткові відповіді на теоретичні запитання при розв'язаній задачі – 25;

4. Відсутня відповідь на одне з теоретичних питань – 10;

5. Відсутні відповіді – 0.

Заохочувальні бали:

– за участь у факультетській олімпіаді з дисципліни, модернізації лабораторних робіт, виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни надається + 0 ... + 3 (заохочувальних) балів.

Розрахунок шкали рейтингу:

– сума всіх рейтингових балів складає:

$$r_k = 36 + 34 + 30 = 100 \text{ балів};$$

Рейтингова оцінка (RD) формується як сума балів поточної успішності навчання $\sum_k r_k$,

заохочувальних (штрафних) балів $\sum_s r_s$

$$RD = \sum_k r_k + \sum_s r_s$$

Для знаходження відповідних оцінок студента застосовують таблицю переведення рейтингової оцінки RD в шкалу ECTS та традиційну.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з кредитного модуля менше 0,5R, зобов'язані виконувати контрольну роботу.

Студенти, які набрали протягом семестру необхідну кількість балів ($RD < 0,4R$) мають можливість:

Отримати підсумкову оцінку так званим «автоматом» відповідно до набраного рейтингу;

Виконувати підсумкову контрольну роботу з метою підвищення оцінки;

У разі отримання оцінки, більшої ніж «автомат» з рейтингу, студент отримує оцінку за результатами підсумкової контрольної роботи;

Підвищувати оцінку шляхом написання письмового іспиту.

5. Політика університету

5.1. Політика щодо академічної доброчесності

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

5.2. Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

6. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: опитування за темою заняття, МКР

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 36 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

7. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік запитань до іспита:

1. Поняття про систему кодування.
2. Коротка історія розвитку методів кодування.
3. Подання інформації й системи кодування інформації в комп'ютерних та телекомунікаційних мережах

4. Проблема безпомилкової передачі повідомлень
5. Кодування джерела. Рівномірні та нерівномірні коди
6. Алгебраїчні основи кодування. Лінійні коди
7. Поняття про поля Галуа.
8. Визначення лінійного простору. Базис ЛнПр.
9. Матриця, що породжує ЛнПр.
10. Перевірочна матриця.
11. Коди Хеммінга. Лінійні циклічні коди. Визначення та основні поняття
12. Надмірність коригувального коду
13. Верхня границя Хеммінга
14. Принцип побудови коду Хеммінга
15. Коди Боуза-Чоудхурі-Хоквінгема.
16. Основні властивості кодів БЧХ
17. Використання алгоритмів, побудованих на основі використання породжуючої та перевірочних матриць
18. Коди Ріда-Соломона. Загальні поняття
19. Кодування та декодування кодів РС.
20. Визначення характеру помилки та її виправлення
21. Згорткові коди
22. Принцип формування коду. Параметри та характеристики.
23. Метод граничного декодування.
24. Метод послідовного декодування.
25. Загальний опис груп кодів.
26. Загальна характеристика завадостійких кодів
27. Фонтанні коди. Виправлення груп помилок.
28. Перемежіння кодових символів.
29. Коди LT та Raptor
30. Застосування завадостійких кодів у сучасних телекомунікаційних системах. Приклади застосування

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професор, д.т.н., доцент, Астраханцев А.А.

Ухвалено засіданням кафедри ІТТ (протокол №14 від 27 травня 2026р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІТС (протокол №7 від 18 червня 2026р.)