

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інформаційних технологій
Кафедра Телекомунікацій, медійні та інтелектуальних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Декан факультету інформаційних технологій
ТЕТЯНА ГОВОРУЩЕНКО
 «05» _____ 2024 р.

СИЛАБУС

Навчальна дисципліна **Теорія інформації, кодування та передачі сигналів**

Освітньо-професійна програма **Електронні інформаційно-комунікаційні системи та мережі**

Рівень вищої освіти **перший (бакалаврський)**

Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладач	Пивовар Олег Сергійович
Профайл викладача	https://tmit.khmnmu.edu.ua/kafedra/sklad-kafedry/
E-mail викладача	pyvo@i.ua
Контактний телефон	заповнюється за домовленістю
Сторінка дисципліну в ІСУ	https://msn.khmnmu.edu.ua/course/index.php?categoryid=612
Навчальний рік	2024-2025
Консультації	Очні: (онлайн): за попередньою домовленістю

Характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Обсяг дисципліни - ліни	Кількість годин						Форма семестрового контролю			
					Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС	Курсовий проект	Курсова робота	Залік	Іспит
					Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
О	Д	2	4	4	120	54	36	18	-	66	-	-	-	+

Силабус розроблено на основі робочої програми навчальної дисципліни «Теорія інформації, кодування та передачі сигналів».

Силабус складено

Олег ПИВОВАР

Завідувач кафедри ТМІТ

Сергій ПІДЧЕНКО

Анотація навчальної дисципліни

Дисципліна «Теорія інформації, кодування та передачі сигналів» є однією із важливих фахових вибіркових дисциплін підготовки бакалавра за спеціальністю 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»(ЕКР) на основі ОПП «Електронні інформаційно-комунікаційні системи та мережі».

Пререквізити - вища математика, фізика, аналогова та цифрова схемотехніка, Інтернет технології та інформаційні ресурси, комп'ютерний дизайн засобів телекомунікацій, телекомунікаційні обчислювальні мережі.

Кореквізити - волоконно-оптичні мережі та системи, передавання, приймання та синхронізація в системах телекомунікацій, технології мобільного зв'язку, медійні інформаційні системи та мережі, інформаційні технології проектування телекомунікаційних засобів.

Мета дисципліни. Формування особистості фахівця, який спроможний вирішувати завдання кодування джерел та повідомлень в телекомунікаційних каналах на основі теорії інформації та передачі сигналів із застосуванням цифрових методів комп'ютерної обробки.

Завдання дисципліни. Формування у студентів необхідного обсягу теоретичних знань та сукупності практичних навичок в проведенні аналізу, синтезу та оптимізації способів кодової обробки сигналів різними критеріями.

Очікувані результати навчання

Студент, який завершив вивчення дисципліни, має: вміло використовувати понятійний апарат теорії інформації, теорію побудови типових кодів мультимедійного контенту; практично реалізує математичні абстракції в рамках завадостійкого кодування різних класів; впевнено застосовувати методи математичного моделювання передачі сигналів різноманітних типів по лініям зв'язку із завадами.

Тематичний і календарний план вивчення дисципліни

Таблиця 3 – Тематичний і календарний план вивчення дисципліни

№ т-ня	Тема лекції	Тема лабораторного заняття	Самостійна робота студента		
			Зміст	Год. Ден. Скор	Літ.

1	2	3	4	5	7
1	Узагальнені принципи збереження та передачі інформації в телекомунікаційних системах і мережах. Структура каналу зв'язку та функціональні перетворення сигналів в каналі.	Кількісні міри обсягу інформації дискретних повідомлень.	Реєстрація в модульному середовищі(корегування індивідуальних планів та графіку дистанційного навчання). Опрацювання матеріалу лекції №1	4	Літ.: [1] с.9-18; [2] с.45-58, [3] с. 50-53
2	Різновиди каналів зв'язку, сигналів, завад та спотворень, що виникають під час передачі інформації.		Вибір індивідуальних завдань та тем рефератів. Опрацювання матеріалу лекції №2. Підготовка до виконання лабораторної роботи №1	4	Літ.: [1] с.9-18; [2] с.45-58, [3] с. 50-53
3	Параметри та характеристики каналів, сигналів та завад в часовій та спектральній зонах. Зв'язок між параметрами каналів та сигналів під час передачі повідомлень.	Оцінювання втрат дискретної інформації в каналі зв'язку	Опрацювання матеріалу лекції №3. Підготовка до захисту лабораторної роботи №1. Підготовка до тематичного тестового контролю Т1	5	Літ.: [1] с.12-18; [3] с. 22-27

1	2	3	4	5	7
4	Забезпечення синхронізації в цифрових та аналогових каналах. Фазова, тактова та циклова синхронізація бінарних потоків.		Опрацювання матеріалу лекції №4. Підготовка до виконання лабораторної роботи №2	3	Літ.: [1] с.12-18; [3] с. 22-27
5	Кількісні міри інформації джерел та повідомлень. Алфавіт та ансамбль повідомлень. Дискретні повідомлення. Знаки, символи та сигнально-кодові конструкції.	Аналіз пропускної спроможності каналів зв'язку за Шеноном	Опрацювання матеріалу лекції №5. Підготовка до захисту лабораторної роботи №2	3	Літ.: [2] с.9-14; [3] с.7-13
6	Поняття та важливість ентропії. Ентропійна міра джерел залежних та незалежних дискретних повідомлень.		Опрацювання матеріалу лекції №6. Підготовка до виконання лабораторної роботи №3	3	Літ.: [2] с.14-29; [3] с.7-13
7	Інформаційна надмірність дискретних джерел. Спільна та взаємна ентропія групи джерел повідомлень.	Низькочастотне кодування бінарного потоку	Опрацювання матеріалу лекції №7. Підготовка до захисту лабораторної роботи №3	3	Літ.: [2] с.20-29; [3] с.12-13
8	Продуктивність джерел дискретних повідомлень. Пропускна здатність каналів із завадами відповідно теорії Шенона.		Опрацювання матеріалу лекції №8. Підготовка до виконання лабораторної роботи №4. Підготовка до тематичного тестового контролю Т2	5	Літ.: [1] с.32-37; [2] с.47-55; [3] с.45-50
9	Загальна класифікація кодів, основні задачі, визначення та терміни теорії кодування. Процес форматування джерел та отримання цифрового представлення аналогових сигналів.	Кодування джерела префіксним кодом Хафмена	Опрацювання матеріалу лекції №9. Підготовка до захисту лабораторної роботи №4	3	Літ.: [1] с.55-63; [2] с.73-83; [3] с.13-22
10	Канальне низькочастотне кодування. Цифрова модуляція під час бінарного кодування. Автосинхронізація бінарних кодів. Канальні коди, їх алгоритми та властивості (кодування без повернення до нуля, Манчестерське кодування, багатопозиційні коди, коди із затримкою, тощо)		Опрацювання матеріалу лекції №10. Підготовка до виконання лабораторної роботи №5	3	Літ.: [1] с.72-75; [2] с.49-58; [3] с.13-22
11	Ефективне стиснення даних дискретних джерел. без втрат інформації. Ефективні коди (арифметичне кодування, Шеннона-Фано, Хафмена, тощо).	Кодування джерела словниковими кодами Лемпела-Зіва (LZ).	Опрацювання матеріалу лекції №11. Підготовка до захисту лабораторної роботи №5	3	Літ.: [1] с.55-63; [2] с.49-58; [3] с.13-22

1	2	3	4	5	7
12	Ефективні словникові коди дискретних джерел. LZ коди та їх удосконалення та модифікації.		Опрацювання матеріалу лекції №12. Підготовка до виконання лабораторної роботи №6	3	Літ.: [1] с.35-63; [2] с.49-68; [3] с.17-22
13	Економне кодування інформації із втратами. Алгоритми кодування звукової та відеоінформації (MP3, JPEG, тощо)	Завадостійке кодування даних ітеративними кодами	Опрацювання матеріалу лекції №13. Підготовка до захисту лабораторної роботи №6. Підготовка до тематичного тестового контролю Т3	5	Літ.: [1] с.55-63; [2] с.73-83; [3] с.8-13
14	Завадостійке кодування основні положення. Лінійні блокові завадостійкі коди із перевіркою на парність. Матричні математичні моделі завадостійких кодів.		Опрацювання матеріалу лекції №14. Підготовка до виконання лабораторної роботи №7	3	Літ.: [1] с.92-114, 454-456, [2] с.125-139
15	Параметри блочних кодів. Мінімальна кодова відстань. Коди Хеммінга. Поліноміальний опис блочного кодування.	Завадостійке кодування даних кодами Хеммінга.	Опрацювання матеріалу лекції №15. Підготовка до захисту лабораторної роботи №7. Підготовка до захисту індивідуальних завдань	6	Літ.: [1] с.135-156; [2] с.136-139
16	Циклічні коди. Матричне та поліноміальне представлення циклічного кодування та декодування. Код Голея та БЧХ коди.		Опрацювання матеріалу лекції №16. Підготовка до виконання лабораторної роботи №8	3	Літ.: [1] с.159-197; [2] с.181-189
17	Згорткове завадостійке кодування. Поліноміальна модель, діаграма станів та решітчаста діаграма згорткового кодування. Алгоритм Вітербі для декодування згорткових кодів.	Використання цифрових рекурентних послідовностей для шифрування повідомлень	Опрацювання матеріалу лекції №17. Підготовка до захисту лабораторної роботи №8	3	Літ.: [1] с.344-351, 398-427
18	Прогресивне згорткове кодування. Коди Ріда-Соломона. Каскадне кодування із перемежуванням. Турбо-кодування із перфорацією. Енергетична ефективність застосування кодування в телекомунікаційних системах		Опрацювання матеріалу лекції №18. Підготовка до виконання та захисту лабораторної роботи №9. Підготовка до тематичного тестового контролю Т4	4	Літ.: [1] с.216-226

Примітки:* Лабораторні заняття проводяться раз у два тижні по знаменнику відповідно до розкладу занять та займають 2 години для денної форми навчання та 2 години для скороченої форми навчання.

Політика дисципліни

Організація освітнього процесу в Університеті відповідає вимогам положень про організаційне і навчально - методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції, лабораторні та практичні заняття згідно із розкладом, не запізнюватися на заняття.

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі. Лабораторні роботи виконуються індивідуально, згідно з варіантами, що представлені у методичних вказівках до лабораторних робіт. У разі наявності плагіату (спроба представити до захисту лабораторну роботу іншого варіанту) здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати лабораторну роботу згідно із його варіантом.

Набутті особою знання з дисципліни або її окремих розділів у неформальній освіті зараховуються відповідно до Положення про порядок перезарахування результатів навчання у ХНУ (<http://khnu.km.ua/root/files/01/06/03/006.pdf>).

Здобувачі вищої освіти при вивченні дисципліни можуть користуватись як наявним в аудиторіях кафедри комп'ютерним обладнанням, так і власними пристроями (ноутбуками, планшетами, смартфонами). Власними пристроями можна користуватись як для роботи в системі Moodle, так і для доступу до зовнішніх інформаційних ресурсів, які необхідні для виконання лабораторних, практичних робіт та курсового проектування.

Критерії оцінювання результатів навчання

Кожний різновид контролю з дисципліни «Теорія інформації, кодування та передачі сигналів» оцінюється за **чотирибальною** шкалою («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»). Семестрова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих **позитивно** (3 бали і вище) з урахуванням вагових коефіцієнтів (див. нижче). Вагові коефіцієнти встановлюються викладачем для більш справедливого та об'єктивного контролю опанування дисципліни на початку семестру на етапі корегування робочої програми.

Оцінка, яка виставляється за лекційне заняття, складається з таких елементів:

- відповіді на поточні запитання із матеріалу, що пройдено;
- результати проходження тестів із лекційного матеріалу у модульному середовищі;
- рівень інтерактивної взаємодії із викладачем;
- рівень виконання додаткових та самостійних завдань, рефератів;

Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається із наступних елементів:

- захист та оформлення результатів письмового виконання завдання для підготовки до лабораторної роботи;
- рівень опанування студентами методик розрахунків, оцінювання, вимірювання та оперативності виконання роботи;
- якість оформлення протоколу отриманих та оброблених результатів та представлення графічної та текстової частини лабораторної роботи;
- рівень компетенцій у володінні студентом спеціальною термінологією і уміння професійно обґрунтувати отримані результати під час захисту лабораторної роботи;
- своєчасний захист лабораторної роботи.

Оцінювання всіх елементів контролю відбувається за чотирибальною шкалою. Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент оформив та захистив звіт на наступному після виконання лабораторної роботи аудиторному занятті (не більше 2 тижнів). Пропущене лабораторне заняття студент має відпрацювати в окремий, встановлений викладачем, термін з реєстрацією у відповідному журналі кафедри, але не пізніше, ніж за два тижні до початку сесії.

Підсумковий контрольний захід складається із письмової контрольної роботи. Завдання підсумкової роботи включає 2- 3 теоретичні запитання та 1 розрахункове завдання. Кожне запитання є елементом контролю, що оцінюється за чотирибальною шкалою. Сумарна оцінка за елемент контролю є середньоарифметичним значенням оцінювання кожного елемента. Студент, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу і не здав підсумковий контрольний захід вважається невстигаючим.

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

Елементи контролю	Аудиторна робота		Самостійна, індивідуальна робота	Семестровий контроль, іспит
	Лекції	Лабораторні роботи	Тестовий контроль:	Підсумковий контрольний захід
	1...18	№ 1-№9	Тема 1...4 (Т1...Т4)	0,4
Ваговий коефіцієнт	0,1	0,35	0,15	

Тестування проводиться в онлайн режимі в модульному середовищі для навчання в рамках часу відведеного на самостійну роботу або під час аудиторних планових консультацій. Кожен тест має 15-35 елементарних тестових завдань. Кожне тестове завдання оцінюється одним балом. Результати тесту пропорційно приводяться до 5-ти бальної дробової інституційної інтервальної шкали балів та фіксуються у загальному рейтингу за 4-бальною шкалою за таблицею, наведеною нижче.

Відповідність відсотка правильних відповідей у тесті чотирибальній шкалі оцінювання

Відсоток правильних відповідей у тесті	0%-50%	50%-70%	70%-90%	90%-100%
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

Для відповіді на кожне тестове завдання у тесті відводиться не більше 3 хвилин (залежно від складності матеріалу тесту), наступна спроба проходження тесту можлива не раніше як за годину. Кількість спроб виконання контрольного тесту не більше 5, кількість спроб навчального тесту зазвичай не обмежується. Кінцевий результат контрольного тестування виставляється за найкращою спробою. У випадку отримання негативної оцінки із поточного тестування проводиться повторно до рівня «зараховано» (див. табл. нижче), але не раніше ніж за тиждень в установленому порядку до терміну наступного тематичного контролю. Повторне тестування може бути реалізовано онлайн під наглядом викладача.

Апеляція результатів тестування та інших контрольних заходів проводиться під час найближчої поточної консультації.

Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

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

Питання для підсумкового контролю з дисципліни

1. Наведіть узагальнену структуру телекомунікаційної системи, вкажіть функціональне призначення блоків кодування та модуляції інформаційних повідомлень?
2. Вкажіть відмінності та зони застосування логічних, фізичних та частотних телекомунікаційних каналів?
3. Зазначте особливості, переваги та недоліки таких каналів в сучасних телекомунікаційних системах?
4. Виділіть основні чинники, що суттєво впливають на пропускну здатність телекомунікаційних каналів передачі, вкажіть шляхи покращання пропускну здатності на основі теорії кодування
5. Вкажіть особливості процесу перетворення аналогового сигналу в цифровий під час форматування?

6. Наведіть загальну класифікацію процесів кодування бінарного сигналу відповідно функціональному призначенню відповідних блоків передачі інформації.
7. Дайте характеристику основним поняттям кількості інформації: ймовірності, ентропії, коду, квантуванню, дискретизації тощо?
8. Зв'язок процесів кодування із екологічною безпекою та охороною праці?
9. Вкажіть особливості низькочастотного кодування серед інших різновидів.
10. Канальне кодування, автосинхронізація бінарних потоків?
11. Канальне лінійне кодування на основі біфазних кодів без повернення до нуля.
12. Канальне лінійне кодування на основі біфазних кодів із поверненням до нуля.
13. Кількість інформації за Шеноном, що генерується дискретним джерелом?
14. Кількість інформації за Шеноном, що генерується неперервним джерелом?
15. Доцільність використання понять умовна ентропія і взаємна інформація ?
16. Спільні та відмінні риси процесів кодування, модуляції та ущільнення інформації?
17. Надмірності інформації джерела або декілької пов'язаних джерел повідомлень. Забезпечення врівноваження продуктивності джерела та пропускної спроможності каналу?
18. Яким чином можливо порівняти результати роботи ефективних кодерів для різних джерел повідомлень.
19. Яким чином реалізується пошук більш удосконалених ефективних кодеків?
20. Сформулюйте необхідні і достатні умови щодо лінії передачі для неспотвореної передачі сигналів у телекомунікаційному каналі?
21. Наведіть коротку характеристику економних кодеків та їх зон застосування в сучасних телекомунікаційних технологіях?
22. Яким чином здійснюється пошук більш удосконалених методик економного кодування із втратами інформації?
23. Наведіть класифікаційні ознаки завадостійких кодів. Поняття лінійних та нелінійних кодів, систематичних і несистематичних кодів, блочних та згорткових кодів. Параметри кодування щодо виправлення та виявлення помилок ?
24. Вкажіть висновки теореми відліків та теореми Шенона для реалізації завадостійкої бінарної кодової обробки?
25. Поясніть принцип роботи ефективних кодеків на базі теорії інформації Шенона?
26. Викладіть алгоритм арифметичного ефективного кодування?
27. Викладіть алгоритми під час побудови кодового дерева Хаффмена ?
28. Поясніть принцип роботи ефективного кодера Шеннона-Фано ?
29. Розкрийте принципи економного кодування повідомлень джерел за допомогою втрати частини інформації повідомлення?
30. Поясніть основні етапи методики кодування звукових повідомлень MP3?
31. Поясніть основні етапи методики кодування звукових повідомлень JPEG?
32. Наведіть класифікаційні ознаки завадостійких кодів. Розкрийте базові принципи завадостійкого кодування із виявленням та виправленням помилок?
33. Математичний опис завадостійких бінарних кодів на базі твірних та перевірних матриць?
34. Наведіть методику Хеммінга для блочного завадостійкого кодування?
35. Наведіть принцип роботи та алгоритм виправлення помилок ітеративними кодерами?
36. Мінімальна кодова відстань та її зв'язок із якісними характеристиками завадостійкого кодування повідомлень для блочних кодів? Визначення мінімальної кодової відстані блочних кодів?

Рекомендована література

Основна

1. Телекомунікаційні системи передавання інформації. Методи кодування [Текст] : навч. посібник /Р. А. Бурачок, М. М. Климаш, Б. В. Коваль. – Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2015. – 476 с.
2. Подлевський Б. М. Теорія інформації в задачах: підручник / Б. М. Подлевський, Р. Є. Рикалюк. – Київ: «Центр учбової літератури», 2017. – 271 с.
3. Іващенко П.В. Основи теорії інформації: навч. посіб. / П.В. Іващенко – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. – 53 с

Допоміжна

1. Жураковський Ю.П., Полторак В.П. «Теорія інформації і кодування: підручник». К: Вища школа. - 2001.- 255 с.
2. Фесечко В.О. Методи перетворення сигналів: Навч. посіб. –К.: ІВЦ Політехніка, 2005. -128 с.
3. Телекомунікаційні та комп'ютерні системи та мережі: методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / О. С. Пивовар. – Хмельницький : ХНУ, 2019. – 96 с.

4. Інтегральна цілісність сигналів : методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів напряму підготовки “Телекомунікації” / О. С. Пивовар. – Хмельницький : ХНУ, 2013. – 33 с.

Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
2. Електронна бібліотека університету.
Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua/course/view.php?id=6183>
3. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale=uk>