

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Проректор  
з науково-педагогічної роботи

Антон ПАНТЕЛІЙМОНОВ

\_\_\_\_\_ 2021 р.



Робоча програма навчальної дисципліни

### **Теорія інформації і кодування**

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 12 «Інформаційні технології»

спеціальність 125 – «Кібербезпека»

освітня програма Кібербезпека

вид дисципліни обов'язкова

факультет комп'ютерних наук

2021 / 2022 навчальний рік

Програму обговорено та рекомендовано до затвердження вченою радою факультету комп'ютерних наук

“ 30 ” червня 2021 року, протокол № 15

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теоретичної та прикладної системотехніки  
**Бердніков Анатолій Георгійович.**

Програму схвалено на засіданні кафедри теоретичної та прикладної системотехніки

Протокол від “ 11 ” червня 2021 року № 12

Завідувач кафедри теоретичної та прикладної системотехніки

  
Сергій ШМАТКОВ

Програму погоджено з гарантом освітньої програми 125 «Кібербезпека»

Гарант освітньої програми 125 «Кібербезпека»

  
Сергій РАССОМАХІН

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук

Протокол від “ 25 ” червня 2021 року № 9

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук

  
Анатолій БЕРДНІКОВ

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Теорія інформації і кодування» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 125 «Кібербезпека», спеціалізації «Кібербезпека».

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета навчальної дисципліни

Дисципліна має на меті: навчити студентів оцінці кількісних характеристик процесів передачі, зберігання і стиснення інформації в системах передачі та обробки інформації, оволодіти сучасними інформаційними методами аналізу засобів перетворення сигналів.

#### 1.2. Основні завдання дисципліни:

Основними завданнями вивчення дисципліни є:  
вивчення методів виміру кількості інформації в АСУ, принципів узгодження пропускну здатності каналів з інформаційною здатністю джерела повідомлень, принципів стискування інформації і завадостійкого кодування.

Самостійна робота передбачає повторення основних питань теорії ймовірностей, булевої алгебри і правил комбінаторики, а також виконання курсової роботи по обґрунтуванню вимог до каналів передачі даних в АСУ ТП.

Вивчений теоретичний матеріал з дисципліни повинен використовуватися і закріплюватися під час проведення лабораторних та практичних занять і виконання розрахунків щодо курсової роботи.

В ході вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні компетентності.

#### *Інтегральна компетентність.*

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі забезпечення інформаційної безпеки та\або кібербезпеки, що характеризується комплексністю та неповною визначеністю умов.

#### *Загальні компетентності (КЗ)*

КЗ 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професії.

КЗ 4. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми за професійним спрямуванням.

#### *Фахові компетентності (КФ)*

КФ 2. Здатність до використання інформаційнокомунікаційних технологій, сучасних методів і моделей інформаційної безпеки та\або кібербезпеки.

1.3. Кількість кредитів – 5.

1.4. Загальна кількість годин – 150.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
Нормативна

Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	-й
Семестр	
5-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
24 год.	год.
Лабораторні заняття	
8 год.	год.
Самостійна робота	
86 год.	год.
У т.ч. індивідуальні завдання (курсова робота)	
20 год.	

#### 1.6. Заплановані результати навчання:

У результаті вивчення даного курсу студент повинен:

знати:

1. Математичні моделі сигналів, перешкод і каналів зв'язку.
2. Основні принципи обміну інформацією в системах передачі інформації
3. Принципи узгодження характеристик сигналів з характеристиками каналів в умовах жорстких обмежень фізичного ресурсу.
4. Методи оцінки пропускну́ї спроможності каналу зв'язку без перешкод і з дією перешкод.
5. Методи стиснення інформації в каналах передачі даних.
6. Принципи кодування сигналів в цифрових каналах зв'язку.

уміти:

1. Розраховувати основні інформаційні характеристики джерел повідомлень.
2. Розраховувати основні інформаційно-технічні параметри систем передачі інформації.
3. Застосовувати сучасні інформаційні методи аналізу засобів передачі і обробки інформації.
4. Виконувати розрахунки з погодження пропускну́ї здатності каналу зв'язку із інформаційною здатністю джерела.
5. Застосовувати основні положення теорії інформації для оцінки інформаційно-технічних характеристик елементів систем управління і зв'язку.
6. Оцінювати цінність інформації у системах управління.

*В результаті вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні програмні результати навчання (ПРН).*

ПРН 8 готувати пропозиції до нормативних актів щодо забезпечення інформаційної та /або кібербезпеки;

ПРН 27 вирішувати задачі захисту потоків даних в інформаційних, інформаційно-телекомунікаційних (автоматизованих) системах;

ПРН 30 здійснювати оцінювання можливості несанкціонованого доступу до елементів інформаційно-телекомунікаційних систем;

ПРН 42 впроваджувати процеси виявлення, ідентифікації, аналізу та реагування на інциденти інформаційної і/або кібербезпеки.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### *Тема 1. Основні поняття та визначення теорії інформації.*

Предмет і завдання навчальної дисципліни. Місце теорії інформації в кібернетиці і в дисциплінах теорії управління. Основні поняття і визначення теорії інформації. Інформація, повідомлення, сигнал, канал зв'язку, система зв'язку. Задачі теорії інформації. Випадкові події. Характеристики випадкових подій. Потоки випадкових подій. Випадкових величини і їх властивості.

### *Тема 2. Кількість інформації і його міра*

Поняття міри кількості інформації. Одиниці виміру інформації. Вимоги до міри кількості інформації. Кількість взаємної інформації. Міра Шеннона. Міра Кульбака.

### *Тема 3. Ентропія дискретних розподілів*

Поняття про ентропію. Ентропія джерела дискретних повідомлень. Властивості ентропії. Поняття умовної ентропії. Поняття надмірності. Умовна ентропія. Ентропія об'єднаних залежних систем.

### *Тема 4. Ентропія безперервних розподілів.*

Визначення ентропії безперервних розподілів. Умовна диференціальна ентропії. Поняття епсилон-ентропії джерела повідомлень. Визначення закону розподілів, що володіє за заданих умов максимальною ентропією. Порівняння ентропій нормального та рівномірного законів розподілу.

### *Тема 5. Пропускна спроможність дискретного каналу зв'язку без перешкод.*

Поняття про пропускну спроможність каналу зв'язку. Оптимальне кодування інформації. Коди Шеннона-Фано і Хаффмана. Вимоги до оптимального коду. Префіксність коду.

### *Тема 6. Методи стискування інформації*

Поняття про стискування даних. Класифікація методів стискування інформації. Характеристика універсальних методів стискування інформації без втрат. Оцінка ефективності стискування. Кодування довжини серій. Адресно-позиційне кодування. Арифметичне кодування. Кодування інформації з адитивним пророцтвом: принцип адитивного пророцтва, метод різницевого пророцтва, метод імовірнісного пророцтва. Поняття про метод контекстного стискування.

### *Тема 7. Пропускна спроможність дискретного каналу з перешкодами.*

Вплив перешкод на пропускну спроможність дискретного каналу зв'язку. Пропускна спроможність дискретного каналу із стиранням. Суть теорем Шеннона.

### *Тема 8. Пропускна спроможність безперервного каналу.*

Вплив розподілу шумів за спектром на швидкість. Пропускна спроможність безперервного каналу зв'язку з перешкодами. Поняття про межі Шеннона.

### *Тема 9. Потенційна завадостійкість каналів зв'язку*

Поняття про потенційну завадостійку. Алгоритм оптимальної обробки двійкових повністю відомих сигналів. Потенційна завадостійка сигналів з різними видами модуляції. Способи підвищення пропускну спроможності каналів зв'язку.

### *Тема 10. Завадостійке кодування інформації*

Поняття про завадостійке кодування інформації. Принципи побудови завадостійких кодів. Класифікація завадостійких кодів. Основні параметри завадостійких кодів. Математичний опис процесів кодування і декодування кодів з перевіркою на парність. Способи завдання кодів. Поняття перевіркою матриці та матриці, що породжує.

*Тема 11. Узгодження продуктивності джерела сполучень з пропускну спроможністю каналу зв'язку*

Дискретизація безперервних сигналів в часі. Квантування безперервних сигналів по рівню. Узгодження продуктивності джерела сполучень з пропускнуою спроможністю каналу зв'язку.

*Тема 12. Характеристика каналів зв'язку, використовуваних для передачі даних в АСУ*  
Характеристика і класифікація сигналів. Електричні характеристики каналів ТЧ.

Поняття про цифрову телефонію. Поняття про теорему Котельникова.

*Тема 13. Цінність інформації в АСУ*

Поняття про цінність інформації в АСУ. Використання поняття цінності інформації при управлінні інформаційним потоком.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назва розділів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
Л оч/дист		ПЗ оч/дист	Лаб. оч/дист	Інд.	С.Р.	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Тема 1.</b> Основні поняття та визначення теорії інформації	6	-/2	-/2			2
<b>Тема 2.</b> Кількість інформації і його міра	8	-/2	-/2			4
<b>Тема 3.</b> Ентропія дискретних розподілів	8	-/2	-/2			4
<b>Тема 4.</b> Ентропія безперервних розподілів	8	-/2	-/2			4
<b>Тема 5.</b> Пропускна спроможність дискретного каналу зв'язку без перешкод.	12	-/2	-/2	-/4		4
<b>Тема 6.</b> Методи стискування інформації	14	-/6	-/2			6
<b>Тема 7.</b> Пропускна спроможність дискретного каналу з перешкодами.	12	-/2	-/2	4		4
<b>Тема 8.</b> Пропускна спроможність безперервного каналу.	6	-/2				4
<b>Контрольна робота</b> за темами 1,2,3,4,5,6,7,8	8		-/2			6
<b>Тема 9.</b> Потенційна завадостійкість каналів зв'язку	6	-/2				4
<b>Тема 10.</b> Завадостійке кодування інформації	10	-/4	-/2			4
<b>Тема 11.</b> Узгодження продуктивності джерела сполучень з пропускнуою спроможністю каналу зв'язку	10	-/2	-/2			6
<b>Контрольн робота</b> за темами 9,10,11,12,13	8		-/2			6
<b>Тема 12.</b> Характеристика каналів зв'язку, використовуваних для передачі даних в АСУ	6	-/2				4

<b>Тема 13. Цінність інформації в АСУ</b>	8	-/2	-/2			4
<b>Індивідуальне завдання, курсова робота (за рахунок С.Р.)*</b>	20				20*	
<b>Усього годин</b>	150	32	24	8	20*	66

#### 4. Теми практичних та лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Теми практичних занять</b>		
1	Основні поняття і визначення теорії інформації	2
2	Визначення імовірнісних характеристик випадкових подій при прийомі повідомлень	2
3	Визначення кількості інформації, що міститься в повідомленнях	2
4	Оцінка ентропії дискретних розподілів	2
5	Визначення ентропії безперервних розподілів	2
6	Пропускна спроможність каналу зв'язку без перешкод	2
7	Арифметичне кодування інформації	2
8	Пропускна спроможність дискретного каналу зв'язку з перешкодами	2
9	Принципи побудови завадостійких кодів	2
10	Узгодження пропускної спроможності каналу передачі інформації з продуктивністю джерела повідомлень	2
<b>Теми лабораторних занять</b>		
11	Аналіз можливостей оптимальних кодів Шеннона-Фано і Хаффмана	4
12	Дослідження пропускної спроможності каналів зв'язку	4
	Разом	28

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види та зміст завдання	Кількість годин
1	Підготовка до лекцій	16
1.1	Повторення основних положень теорії вірогідності	4
1.2	Повторення поняття статистичної обробки дискретних подій	4
1.3	Повторення основних дій булевої алгебри	4
1.4	Повторення принципів частотної модуляції	4
2	Підготовка до практичних занять та лабораторних робіт	20
2.1	Оцінка вірогідності незалежних і залежних подій	10
2.2	Оцінка співвідношень смуги пропускання каналу і спектру сигналу	10
3	Виконання домашніх завдань	18
3.1	Порівняльна оцінка ентропії нормального і рівномірного розподілів вірогідності	6
3.2	Повторення основних правил комбінаторики	6
3.3	Розрахунок параметрів доступу абонентів в мережу	6
4	Підготовка до контрольної роботи по розділу 1	12
5	Виконання курсової роботи	20

6	Читання додаткової літератури	10
	Разом	86

## 6. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання – курсова робота за темою «Обґрунтування вимог до каналів передачі даних в АСУ ТП».

Суть завдання, що виконується в курсовій роботі, полягає у дослідженні змісту повідомлень у віртуальній системі управління технологічним процесом (АСУ ТП) і обґрунтуванні вимог до каналу передачі даних між видаленим терміналом збору даних і диспетчерським пунктом системи, а також у будівництві структури повідомлень, що забезпечують необхідну достовірність передачі інформації.

## 7. Методи контролю

Контроль засвоєння студентами навчального матеріалу на лекційному занятті здійснюється шляхом концентрації уваги студентів постановкою питань за раніше вивченим матеріалом, пов'язаним з тематикою лекції.

Присутність студента на занятті оцінюється в 0,25 балу. Максимальна кількість балів за присутність студента на занятті складає 8 балів.

На практичному занятті контроль знань студентів робиться методом проведення експрес-опитувань (письмово). Рівень знань, продемонстрований студентами на кожному експрес-опитуванні оцінюється 2 балами.

На лабораторних роботах контроль засвоєння студентами навчального матеріалу здійснюється шляхом оцінки якості оформлення звіту і його захисту. Рівень знань, продемонстрований студентами при оформленні і захисті звітів по лабораторних роботах оцінюється максимально 4 балами.

Контроль засвоєння студентами навчального матеріалу здійснюється на контрольній роботі, що передбачена навчальним планом. Завдання на контрольну роботу включає два практичні питання. Рівень знань, продемонстрований студентами на контрольній роботі оцінюється максимально 8 балами (4 бала за кожне практичне питання).

При виконанні курсової роботи контролюється рівень засвоєння студентами системного розуміння проблеми, починаючи від приведення сигналу у цифровий вигляд до побудови закодованого повідомлення і обґрунтування вимог до каналу передачі інформації.

Бали за курсову роботу складаються з розрахунку: 6 балів за зміст і акуратність оформлення розрахунково-пояснювальної записки (відповідно до вимог методичних вказівок по оформленню курсової роботи) і 9 балів за захист курсової роботи. Максимальна кількість балів за курсову роботу складає 20 балів.

Максимальна кількість балів за результатами контролю поточної успішності складає 60 балів.

Згідно рішення кафедри теоретичної і прикладної системотехніки до іспиту не допускаються студенти, що не захистили звіти по лабораторних роботах, не брали участь у виконанні контрольних робіт і не захистили курсову роботу.

Підсумковий контроль здійснюється шляхом проведення іспиту.

Екзаменаційний квиток включає два теоретичних і одне практичне питання. Теоретичні питання оцінюються в 10 балів кожен, практичний - в 20.

Максимальна кількість балів за результатами іспиту складає 40 балів.

Максимальна кількість балів за результатами вивчення дисципліни складає 100 балів.



### 8. Схема нарахування балів

Бали за поточний контроль знань по розділу 1 протягом семестру (по темах)													Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Курсова робота	Разом сума балів у семестрі	Іспит	Загальна сума балів
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	Т9	Т10	Т11	Т12	Т13					
0,5	2,5	2,5	2,5	5	3	5	2,5	2,5	0,7	0,5	2,25	2,5	8	20	60	40	100

Т1, Т2, Т3, Т4 ... – теми занять.

Рівень знань, продемонстрований студентами, оцінюється таким чином:

- за темою 1(Т1) – 0,5 бала: 2 заняття;
- за темою 2(Т2) – 2,5 бала: 2 заняття, 1 експрес-опитування;
- за темою 3(Т3) – 2,5 бала: 2 заняття, 1 експрес-опитування;
- за темою 4 (Т4) – 2,5 бала: 2 заняття, 1 експрес-опитування;
- за темою 5 (Т5) – 5 балів: 4 заняття, звіт по лабораторній роботі;
- за темою 6 (Т6) – 3 бала: 3 заняття, 1 експрес-опитування;
- за темою 7 (Т7) – 5 балів: 4 заняття, звіт по лабораторній роботі;
- за темою 8 (Т8) – 2,5 бала: 2 заняття, 1 експрес-опитування;
- за темою 9 (Т9) – 2,5 бала: 2 заняття, 1 експрес-опитування;
- за темою 10 (Т10) – 0,75 бала: 3 заняття;
- за темою 11(Т11) – 0,5 бала: 2 заняття;
- за контрольну роботу (Т1 – Т11) – 8 балів;
- за темою 12 (Т12) – 2,25 бала: 1 заняття, 1 експрес-опитування;
- за темою 13 (Т13) – 2,5 бала: 2 заняття, 1 експрес-опитування.

### Критерії оцінювання

#### Критерії оцінювання знань студентів на експрес - опитування

Визначення	Кількість балів
Відповідь без помилок	2
Виконання відповіді з незначними помилками	1
Відповідь є з певною кількістю помилок, які не заважають достатньо повному висвітленню питання	0,5
Неправильна відповідь, мають місце грубі помилки, нерозуміння суті питання	0

#### Критерії оцінювання знань студентів за виконання лабораторній роботі

Визначення	Кількість балів
Завдання по лабораторній роботі виконане самостійно в повному обсязі. Звіт оформлений акуратно відповідно до вимог методичних вказівок. При захисті звіту показано розуміння суті і змісту проведених досліджень	4
Завдання по лабораторній роботі виконане самостійно в повному обсязі. Звіт оформлений достатньо акуратно відповідно до вимог	3

методичних вказівок. При захисті звіту були виявлені незначні помилки у знанні теоретичного матеріалу	
Завдання по лабораторній роботі виконане в повному обсязі. Звіт оформлений достатньо акуратно, в оформленні звіту є незначні недоліки. При захисті звіту були виявлені незначні помилки у знанні теоретичного матеріалу	2
Завдання по лабораторній роботі виконане. Звіт оформлений з помилками і недоліками. При захисті звіту були виявлені суттєві помилки у знанні теоретичного матеріалу	1

#### Критерії оцінювання знань студентів за виконання контрольній роботи

Визначення	Кількість балів
Дані повні відповіді на кожне практичне питання показано тверде знання навчального матеріалу, розуміння суті поставлених питань, зроблені повні і правильні висновки	8
У відповідях на поставлені практичні питання показано знання навчального матеріалу, розуміння суті поставлених питань за наявності незначних помилок зроблені достатньо повні і правильні висновки	5-7
У відповідях на поставлені практичні питання показано достатньо знання навчального матеріалу при наявності суттєвих помилок, зроблені висновки	2-4
У відповідях показано розуміння суті поставлених питань за наявності принципових помилок при рішенні практичних завдань, відсутні висновки	1
У відповідях на показано слабкі знання навчального матеріалу при наявності принципових помилок при рішенні практичних завдань, відсутні висновки	0,5

#### Критерії оцінювання знань студентів за виконання курсової роботи

Визначення	Кількість балів
Завдання на курсову роботу виконано акуратно в повній відповідності з вимог методичних вказівок. Студент показав тверде знання навчального матеріалу, вміння чітко і стисло викладати основні результати дослідження.	20
Завдання на курсову роботу виконано досить акуратно, але не в повній відповідності з вимогами методичних вказівок. Студент показав достатньо тверде знання навчального матеріалу і вміння стисло викладати основні результати дослідження.	12-19
Завдання на курсову роботу виконано не в повній відповідності з вимогами методичних вказівок. Студент показав не достатньо тверде знання навчального матеріалу	4-11

і вміння викладати основні результати дослідження.	
Завдання на курсову роботу виконано не в повній відповідності з вимогами методичних вказівок. Студент показав слабке знання навчального матеріалу і невміння викладати основні результати дослідження. У розрахунково-пояснювальній записці є присутніми помилки	1-4

#### Критерії оцінювання екзаменаційних робіт студентів

Визначення	Кількість балів
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання освітлені повністю, завдання вирішене правильно, зроблені висновки	40
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання достатньо освітлені, завдання вирішене правильно з незначними помилками, зроблені висновки	35-39
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання освітлені з помилками, завдання вирішене правильно з незначними помилками. Зроблені неповні висновки	25-34
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання освітлені з суттєвими помилками, завдання вирішене з помилками. Зроблені неповні висновки	15-24
При відповіді на екзаменаційний квиток теоретичні питання освітлені з суттєвими помилками, завдання вирішене частково або не повністю. Висновки неповні або відсутні	1-14

#### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
	для чотирирівневої шкали оцінювання (іспит)
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно

## 9.

### Рекомендована література

#### Базова література

1. Лосев Ю.І., Шматков С.І. Основи теорії інформації: Навчальний посібник. Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2009., 126 с.
2. Лосев Ю.І., Шматков С.І. Основи теорії передачі інформації: Навчальний посібник. Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2013., 292 с.

#### Допоміжна література

3. Raymond W. Yeung, Information Theory and Network Coding. Springer, August 2008, 604 pp.
4. Жураковський Ю.П., Полторак В.П. Теорія інформації та кодування: Підручник. – К.: Виша шк., 2001., 255с.: іл.

Додаток до робочої програми навчальної дисципліни Теорія інформації і кодування  
(основна дисципліна)


Дію робочої програми продовжено: на 2021/2022 н. р.

Заступник декана факультету комп'ютерних наук з навчальної роботи

  
\_\_\_\_\_ Свгенія КОЛОВАНОВА \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)

«30» 06 2021 р.

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук

  
\_\_\_\_\_ Анатолій БЕРДНІКОВ \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)

«25» 06 2021 р.