

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Волинський національний університет імені Лесі Українки**  
**Факультет інформаційних технологій і математики**  
**Кафедра комп'ютерних наук та кібербезпеки**

**СИЛАБУС**  
**нормативного освітнього компонента**  
**ТЕОРІЯ ІНФОРМАЦІЇ ТА КОДУВАННЯ**  
**Підготовки першого (бакалаврського) рівня вищої освіти**  
**Спеціальності 125 Кібербезпека та захист інформації**  
**Освітньо-професійної програми Кібербезпека та захист інформації**

**Силабус освітнього компонента** «Теорія інформації та кодування» підготовки бакалавра, галузі знань 12 Інформаційні технології, спеціальності 125 Кібербезпека та захист інформації, за освітньою програмою Кібербезпека та захист інформації.

**Розробник:** Пастернак Я.М., професор кафедри комп'ютерних наук та кібербезпеки, доктор фіз.-мат. наук, професор

**Погоджено**

Гарант освітньо-професійної програми:  Чернящук Н.Л.

**Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних наук та кібербезпеки**

протокол № 4 від 21.11.2024 р.

Завідувач кафедри:  Гришанович Т. О.

## I. Опис освітнього компонента

| Найменування показників               | Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна /освітньо-наукова/освітньо-творча програма, освітній рівень                                                                                       | Характеристика освітнього компонента                                                |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Денна (очна) форма навчання           | Галузь знань<br>12 Інформаційні технології, спеціальність<br>125 Кібербезпека та захист інформації, освітньо-професійна програма<br>Кібербезпека та захист інформації<br>освітній рівень бакалавр. | Нормативна                                                                          |
| Кількість годин/кредитів <u>150/5</u> |                                                                                                                                                                                                    | Рік навчання – <u>2-ий</u>                                                          |
|                                       |                                                                                                                                                                                                    | Семестр – 3-й                                                                       |
|                                       |                                                                                                                                                                                                    | Лекції – 36 год.                                                                    |
|                                       |                                                                                                                                                                                                    | Практичні (семінарські) – 0 год.<br>Лабораторні – 54 год.<br>Індивідуальні – 0 год. |
| ІНДЗ: <u>немає</u>                    |                                                                                                                                                                                                    | Самостійна робота – 50 год.                                                         |
|                                       |                                                                                                                                                                                                    | Консультації – 10 год.                                                              |
|                                       |                                                                                                                                                                                                    | Форма контролю: екзамен                                                             |
| Мова навчання – <u>українська</u>     |                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     |

## II. Інформація про викладача (- ів)

ППІ Пастернак Ярослав Михайлович  
 Науковий ступінь доктор фізико-математичних наук  
 Вчене звання професор  
 Посада професор кафедри комп'ютерних наук та кібербезпеки  
 Контактна інформація [iaroslav.pasternak@vnu.edu.ua](mailto:iaroslav.pasternak@vnu.edu.ua)  
 Дні занять <http://ps.vnu.edu.ua/cgi-bin/timetable.cgi>

## III. Опис освітнього компонента

### 1. Анотація курсу

Курс стосується викладу основ теорії інформації, методів математичного опису дискретних та неперервних джерел інформації, визначення кількості інформації та її ентропії. Розглядаються принципи кодування повідомлень, способи коригування та ефективного їх стиснення, методи розрахунку завадостійкості кодованих повідомлень.

### 2. Пререквізити (попередні курси, на яких базується вивчення освітнього компонента)

ОК7. Програмування  
 ОК8. Лінійна алгебра  
 ОК9. Математичний аналіз та диференціальні рівняння

### 3. Мета і завдання освітнього компонента

Знайомство із основними поняттями та термінами математичної теорії інформації, методами перетворення та передачі повідомлень; вивчення основних напрямів досліджень у теорії інформації та кодування в інформаційних системах, методів

кодування та декодування сигналів, оптимального їх виявлення та приймання, обробки та захисту інформації за наявності завад, керування потоками інформації.

#### **4. Результати навчання (Компетентності)**

*Результати навчання:*

РН 1. Вільно спілкуватися державною мовою усно та письмово при виконанні професійних обов'язків.

РН 4. Організовувати власну професійну діяльність, обирати і використовувати оптимальні методи та способи розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем у професійній діяльності, оцінювати їхню ефективність.

РН 5. Аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні складних спеціалізованих задач і практичних завдань у професійній діяльності, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов, відповідати за прийняті рішення.

РН 7. Застосовувати й адаптувати теорії інформації та кодування, математичної статистики, чисел, криптографії та стеганографії, оброблення і передачі сигналів тощо, принципи, методи, поняття кібербезпеки та захисту інформації у навчанні та професійній діяльності.

РН 8. Застосовувати знання й розуміння математики та фізики в професійній діяльності, формалізувати задачі предметної галузі кібербезпеки та захисту інформації, формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення.

*Компетентності:*

ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК 5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 8. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

СК 2. Здатність використовувати інформаційні технології, сучасні методи і моделі кібербезпеки та системи захисту інформації.

## 5. Структура освітнього компонента

| Назви змістових модулів і тем                                                                                                                   | Усього | Лек<br>. | Лабор<br>. | Сам.<br>роб. | Конс<br>. | Форма<br>контролю<br>/ Бали |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|------------|--------------|-----------|-----------------------------|
| <b>Змістовий модуль 1. Характеристики інформації,<br/>її дискретних та неперервних джерел</b>                                                   |        |          |            |              |           |                             |
| Тема 1. Інформація та інформаційні процеси. Повідомлення та інформація. Моделі інформаційних систем                                             | 5      | 1        | 2          | 2            |           | ДС, РЗ, КР<br>1             |
| Тема 2. Математичні моделі каналу зв'язку. Предмет теорії інформації та кодування                                                               | 6      | 1        | 2          | 2            | 1         | ДС, РЗ, КР<br>1             |
| Тема 3. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики, що використовують в теорії інформації та кодування                             | 6      | 1        | 2          | 2            | 1         | ДС, РЗ, КР<br>1             |
| Тема 4. Ансамблі та джерела повідомлень. Кількісна міра інформації                                                                              | 5      | 1        | 2          | 2            |           | ДС, РЗ, КР<br>1             |
| Тема 5. Інформаційна ентропія, її властивості. Безумовна ентропія                                                                               | 6      | 2        | 2          | 2            |           | ДС, РЗ, КР<br>2             |
| Тема 6. Умовна ентропія. Ентропія об'єднання двох джерел                                                                                        | 6      | 2        | 2          | 2            |           | ДС, РЗ, КР<br>2             |
| Тема 7. Характеристики дискретних джерел інформації                                                                                             | 6      | 2        | 2          | 2            |           | ДС, РЗ, КР<br>2             |
| Тема 8. Теорема Шеннона про кодування дискретного джерела                                                                                       | 7      | 2        | 2          | 2            | 1         | ДС, РЗ, КР<br>2             |
| Тема 9. Елементи математичного аналізу. Ряди Фур'є. Інтегральне перетворення Фур'є. Амплітудно-частотні характеристики неперервних сигналів     | 7      | 2        | 2          | 2            | 1         | ДС, РЗ, КР<br>2             |
| Тема 10. Теорема про вибірку. Дискретне перетворення Фур'є. Цифрово-аналогове перетворення сигналів. Інтерполяційна формула Віттакера – Шеннона | 10     | 2        | 4          | 4            |           | ДС, РЗ, КР<br>2             |
| Тема 11. Дискретизація, квантування та квантизація сигналів. Інформаційні втрати при кодуванні неперервних                                      | 6      | 1        | 2          | 2            | 1         | ДС, РЗ, КР<br>2             |

|                                                                                                                              |    |    |    |    |   |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|---|-----------------|
| джерел                                                                                                                       |    |    |    |    |   |                 |
| Тема 12. Продуктивність неперервного джерела. Швидкість передачі інформації. Пропускна здатність неперервного каналу зв'язку | 5  | 1  | 2  | 2  |   | ДС, РЗ, КР<br>2 |
| Разом за модулем 1                                                                                                           | 75 | 18 | 26 | 26 | 5 | 20              |
| <b>Змістовий модуль 2. Кодування повідомлень</b>                                                                             |    |    |    |    |   |                 |
| Тема 13. Системи числення. Основні операції над елементами поля цілих чисел                                                  | 4  | 1  | 2  | 1  |   | ДС, РЗ, КР<br>1 |
| Тема 14. Класифікація кодів і їхні характеристики                                                                            | 5  | 1  | 2  | 2  |   | ДС, РЗ, КР<br>2 |
| Тема 15. Способи подання кодів. Надмірність повідомлень і кодів                                                              | 5  | 1  | 2  | 2  |   | ДС, РЗ, КР<br>1 |
| Тема 16. Основні теореми кодування для каналів                                                                               | 5  | 1  | 2  | 2  |   | ДС, РЗ, КР<br>1 |
| Тема 17. Оптимальне кодування                                                                                                | 6  | 2  | 2  | 1  | 1 | ДС, РЗ, КР<br>1 |
| Тема 18. Класифікація первинних кодів. Нерівномірні двійкові первинні коди                                                   | 5  | 1  | 2  | 2  |   | ДС, РЗ, КР<br>2 |
| Тема 19. Рівномірні двійкові первинні коди. Недвійкові коди                                                                  | 5  | 1  | 2  | 2  |   | ДС, РЗ, КР<br>1 |
| Тема 20. Двійкові коди, що виявляють помилки                                                                                 | 6  | 1  | 2  | 2  | 1 | ДС, РЗ, КР<br>2 |
| Тема 21. Недвійкові коди, що виявляють помилки. Штрихові та QR коди                                                          | 5  | 1  | 2  | 2  |   | ДС, РЗ, КР<br>2 |
| Тема 22. Коди, що виправляють помилки. Лінійний систематичний блоковий код. Коди Хеммінга. Циклічні коди                     | 6  | 2  | 2  | 2  |   | ДС, РЗ, КР<br>2 |
| Тема 23. Коди Боуза – Чоудхурі – Хоквінгема. Код Файра. Код із багатократним повторенням. Ітеративні та каскадні коди        | 6  | 2  | 2  | 1  | 1 | ДС, РЗ, КР<br>2 |
| Тема 24. Рекурентні коди. Недвійкові коди, що виправляють помилки                                                            | 5  | 2  | 2  | 1  |   | ДС, РЗ, КР<br>1 |
| Тема 25. Ефективність кодування та передачі інформації. Стиснення інформації                                                 | 6  | 1  | 2  | 2  | 1 | ДС, РЗ, КР<br>1 |
| Тема 26. Елементи криптографії. Симетричні та асиметричні алгоритми шифрування інформації                                    | 6  | 1  | 2  | 2  | 1 | ДС, РЗ, КР<br>1 |
| Разом за модулем 2                                                                                                           | 75 | 18 | 28 | 24 | 5 | 20              |

|                               |     |    |    |    |    |     |
|-------------------------------|-----|----|----|----|----|-----|
| <b>Види підсумкових робіт</b> |     |    |    |    |    | Бал |
| Модульна контрольна робота 1  |     |    |    |    |    | 30  |
| Модульна контрольна робота 2  |     |    |    |    |    | 30  |
| <b>ІНДЗ (за наявності)</b>    |     |    |    |    |    |     |
| <b>Інше (вказати)</b>         |     |    |    |    |    |     |
| <b>Всього годин/Балів</b>     | 150 | 36 | 54 | 10 | 50 | 100 |

Методи контролю\*: ДС – дискусія, ДБ – дебати, Т – тести, ТР – тренінг, РЗ/К – розв’язування задач/кейсів, ІНДЗ/ІРС – індивідуальне завдання/індивідуальна робота здобувача освіти, РМГ – робота в малих групах, МКР/КР – модульна контрольна робота/ контрольна робота, Р – реферат, а також аналітична записка, аналітичне есе, аналіз твору тощо.

#### 6. Завдання для самостійного опрацювання.

| № з/п | Тема                                                                                                        | Кількість годин |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1     | Математичні моделі каналу зв’язку. Предмет теорії інформації та кодування                                   | 1               |
| 2     | Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики, що використовують в теорії інформації та кодування | 1               |
| 3     | Інформаційна ентропія, її властивості. Безумовна ентропія                                                   | 1               |
| 4     | Характеристики дискретних джерел інформації                                                                 | 1               |
| 5     | Амплітудно-частотні характеристики неперервних сигналів                                                     | 1               |
| 6     | Дискретизація, квантування та квантизація сигналів                                                          | 1               |
| 7     | Пропускна здатність неперервного каналу зв’язку                                                             | 1               |
| 8     | Системи числення. Основні операції над елементами поля цілих чисел                                          | 1               |
| 9     | Способи подання кодів. Надмірність повідомлень і кодів                                                      | 1               |
| 10    | Оптимальне кодування. Код Хаффмана. Код Шеннона-Фано                                                        | 1               |
| 11    | Рівномірні двійкові первинні коди. Недвійкові коди                                                          | 1               |
| 12    | Штрихові та QR коди                                                                                         | 1               |
| 13    | Недвійкові коди, що виправляють помилки                                                                     | 1               |
| 14    | Стиснення інформації                                                                                        | 1               |
| 15    | Підготовка до лабораторних робіт та робота над висновками                                                   | 18              |
| 16    | Опрацювання лекційного матеріалу, робота з джерелами інформації                                             | 18              |
|       | Разом                                                                                                       | 50              |

#### IV. Політика оцінювання

**Політика викладача щодо здобувача освіти.** Здобувачі освіти повинні відвідувати лабораторні заняття та вчасно складати відповідні завдання до роботи на комп’ютерах. Оцінювання робіт здійснюється з урахуванням вірно виконаного обсягу у пропорції до визначеного цим силабусом балу із заокругленням до більшого.

**Політика щодо академічної доброчесності.** Здобувачам вищої освіти дозволяється вивчати довільні джерела інформації, що стосуються тематики завдань, а також консультуватися та працювати у групах зі своїми колегами за курсом. Проте завдання повинні бути виконані самостійно. В іншому разі відповідні бали здобувачу вищої освіти не зараховуються.

**Політика щодо дедлайнів та перескладання.** Завдання мають бути виконані у межах відведеного на це часу. Невчасно здане без поважної причини завдання зменшує відповідний бал оцінювання на 10 % для забезпечення справедливого рейтингового оцінювання здобувачів вищої освіти, особливо тих, хто вчасно виконує відповідні завдання.

Оцінювання знань здобувачів освіти здійснюється під час поточного контролю за результатами виконання тих видів робіт, які передбачені силабусом освітнього компонента. (згідно Положення про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів освіти Волинського національного університету імені Лесі Українки).

Оцінювання навчальних досягнень здійснюється за 100 бальною шкалою. Оцінка включає в себе поточний контроль (оцінюється робота на парах, вчасне і якісне виконання домашніх завдань, самостійне розв'язання індивідуальних завдань) та підсумковий модульний контроль (письмові модульні контрольні роботи). Максимальна кількість балів, яку може заробити студент під час поточного оцінювання за семестр – 40 балів. Підсумковий модульний контроль за семестр включає в себе оцінки за всі модульні контрольні роботи (МКР). Максимальна кількість балів, яку може заробити студент під час модульного контролю за семестр складає 60 балів.

Якщо за результатами семестру накопичено не менше 75 балів і студент погоджується із цим результатом, то оцінка за семестр може виставлятися без складання екзамену. В іншому разі студент складає екзамен; максимальна кількість балів, яку можна отримати на екзамені – 60 балів. Вони замінюють бали модульного семестрового контролю, поточний семестровий контроль при цьому зберігається. Екзамен проходять в усній формі. Оцінка за семестр у випадку складання екзамену є сумою балів поточного контролю та балів, отриманих під час екзамену.

## **V. Підсумковий контроль**

На іспит виносяться основні питання, типові та комплексні задачі, ситуації, завдання, що потребують творчої відповіді та уміння синтезувати отримані знання і застосовувати їх під час розв'язання практичних задач.

Іспит проводиться в усній формі. На іспит виносяться подані нижче питання.

Питання та форма проведення іспиту визначені у цьому силабусі.

### **Питання, що виносяться на іспит:**

1. Інформація та інформаційні процеси.
2. Повідомлення та інформація.
3. Моделі інформаційних систем.
4. Математичні моделі каналу зв'язку.
5. Предмет теорії інформації та кодування.
6. Ансамблі та джерела повідомлень.
7. Кількісна міра інформації.
8. Інформаційна ентропія, її властивості.
9. Безумовна ентропія.
10. Умовна ентропія.
11. Ентропія об'єднання двох джерел.
12. Характеристики дискретних джерел інформації.
13. Теорема Шеннона про кодування дискретного джерела.
14. Амплітудно-частотні характеристики неперервних сигналів.
15. Теорема про вибірку.
16. Цифрово-аналогове перетворення сигналів.
17. Інтерполяційна формула Віттакера – Шеннона.

18. Дискретизація, квантування та квантизація сигналів.
19. Інформаційні втрати при кодуванні неперервних джерел.
20. Продуктивність неперервного джерела. Швидкість передачі інформації.
21. Пропускна здатність неперервного каналу зв'язку.
22. Системи числення. Основні операції над елементами поля цілих чисел.
23. Класифікація кодів і їхні характеристики.
24. Способи подання кодів.
25. Надмірність повідомлень і кодів.
26. Основні теореми кодування для каналів.
27. Оптимальне кодування.
28. Класифікація первинних кодів.
29. Нерівномірні двійкові первинні коди.
30. Рівномірні двійкові первинні коди.
31. Недвійкові коди.
32. Двійкові коди, що виявляють помилки.
33. Недвійкові коди, що виявляють помилки.
34. Штрихові та QR коди.
35. Коди, що виправляють помилки. Лінійний систематичний блоковий код.
36. Коди Хеммінга.
37. Циклічні коди.
38. Коди Боуза – Чоудхурі – Хоквінгема.
39. Код Файра.
40. Код із багатократним повторенням.
41. Ітеративні та каскадні коди.
42. Рекурентні коди.
43. Недвійкові коди, що виправляють помилки.
44. Ефективність кодування та передачі інформації.
45. Вірогідність передачі кодованих повідомлень.
46. Збільшення основи коду.
47. Використання зворотного зв'язку для підвищення ефективності передачі інформації.
48. Стиснення інформації.
49. Симетричні алгоритми шифрування інформації.
50. Асиметричні алгоритми шифрування інформації.

## VI. Шкала оцінювання

**Шкала оцінювання знань здобувачів освіти з освітніх компонентів, де формою контролю є іспит**

| Оцінка в балах | Лінгвістична оцінка | Оцінка за шкалою ECTS |                                            |
|----------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------------|
|                |                     | оцінка                | пояснення                                  |
| 90–100         | Відмінно            | A                     | відмінне виконання                         |
| 82–89          | Дуже добре          | B                     | вище середнього рівня                      |
| 75–81          | Добре               | C                     | загалом хороша робота                      |
| 67–74          | Задовільно          | D                     | непогано                                   |
| 60–66          | Достатньо           | E                     | виконання відповідає мінімальним критеріям |
| 1–59           | Незадовільно        | Fx                    | Необхідне перескладання                    |

**Шкала оцінювання знань здобувачів освіти з освітніх компонентів, де формою контролю є залік**

| Оцінка в балах | Лінгвістична оцінка                    |
|----------------|----------------------------------------|
| 90–100         | Зараховано                             |
| 82–89          |                                        |
| 75–81          |                                        |
| 67–74          |                                        |
| 60–66          |                                        |
| 1–59           | Незараховано (необхідне перескладання) |

**VI. Рекомендована література та інтернет-ресурси** (літературні джерела, рекомендована література (основна, додаткова, Інтернет-ресурси) та інші джерела).

Основна:

1. Chambert-Loir A. Information Theory: Three Theorems by Claude Shannon. Springer, 2023.
2. Gacovski Z. Information and Coding Theory in Computer Science. Arcler Press, 2023.
3. Lin S.-C., Chang T.H., Jorswieck E., Lin P.-H. Information Theory, Mathematical Optimization, and Their Crossroads in 6G System Design. Springer, 2023.
4. Bruen A.A., Forcinito M.A., McQuillan J.M. Cryptography, Information Theory, and Error-Correction: A Handbook for the 21st Century, 2nd Edition. Wiley, 2021.

Додаткова:

1. Абакумов В. Г., Гордієнко О. Я., Попович П. В. Теорія електричного зв'язку. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. К. КПІ, Політехніка. 2008. – 72 с.
2. Безруков В. В. Теорія інформації: [Навч. посібник] / В. В. Безруков, В. Я. Кізяков, В. І. Профатілов. – Дніпропетровськ : ДИИТ (ДДТУЗТ), 2001. – 110 с.
3. Жураковський Ю. П. Теорія інформації та кодування: [Підручник] / Ю. П. Жураковський, В. П. Полторак. – К.: Вища школа, 2001. – 255 с.
4. Жураковський Ю. П. Теорія інформації та кодування в задачах: [Навчальний посібник]/ Ю. П. Жураковський, В. В. Гніліцький. – Житомир: ЖІТІ, 2002. – 230 с.
5. Кожевников В. Л. Теорія інформації та кодування [Текст]: [Навч. посібник] / В. Л. Кожевников, А. В. Кожевников. – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – 108 с.
6. Hankerson D.R. Introduction to information theory and data compression / Darrel R. Hankerson, Greg A. Harris, Peter D. Johnson. – 2nd ed. – CRC Press, 2003. – 362 p.