



Міжнародний гуманітарний університет
Факультет кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук
Кафедра комп'ютерних наук

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕОРІЯ ІНФОРМАЦІЇ ТА КОДУВАННЯ

Галузь знань
Спеціальність
Назва освітньої програми
Рівень вищої освіти

12 Інформаційні технології
121 Інженерія програмного забезпечення
Інженерія програмного забезпечення
перший (бакалаврський)

Розробники і викладачі	Контактний телефон	Електронна адреса
доцент кафедри комп'ютерних наук, кандидат технічних наук Розенвассер Денис Михайлович	+380674852109	denysrozenvasser@gmail.com

1. АНОТАЦІЯ ДО КУРСУ

Дисципліна «Теорія інформації та кодування» спрямована на формування у здобувачів розуміння закономірностей подання, передавання, зберігання та обробки інформації у цифрових системах. У межах дисципліни розглядаються основні поняття теорії інформації, інформаційні характеристики джерел повідомлень і каналів зв'язку, принципи кодування та декодування повідомлень, методи стиснення даних і підходи до виявлення та виправлення помилок під час передавання інформації. Значна увага приділяється математичному опису інформаційних процесів, оцінюванню пропускну здатності каналів зв'язку та принципам побудови завадостійких кодів. Отримані знання є теоретичною основою сучасних технологій передавання та зберігання даних, а також використовуються під час розроблення алгоритмів стиснення інформації, систем передавання даних і механізмів забезпечення достовірності інформаційних повідомлень.

Результатом вивчення дисципліни є формування у здобувачів здатності аналізувати інформаційні процеси у системах передавання та зберігання даних, оцінювати характеристики джерел повідомлень і каналів зв'язку та застосовувати методи ефективного і завадостійкого кодування під час розроблення інформаційних і телекомунікаційних систем.

МЕТА ДИСЦИПЛІНИ. Мета навчальної дисципліни полягає у формуванні у здобувачів вищої освіти системного розуміння основних понять та методів теорії інформації і кодування, оволодінні підходами до математичного опису інформаційних повідомлень, сигналів і завад, а також розвитку здатності застосовувати методи ефективного та завадостійкого кодування для забезпечення надійного передавання і зберігання інформації у сучасних інформаційно-комунікаційних системах.

ПРЕРЕКВІЗИТИ. Передумовами для вивчення дисципліни є опанування навчальних дисциплін «Вища математика», «Дискретна математика» та «Теорія імовірності та математична статистика», що забезпечують математичну підготовку для аналізу інформаційних процесів, побудови моделей джерел повідомлень і каналів зв'язку, а також використання методів кодування.

ПОСТРЕКВІЗИТИ. Знання, уміння та навички, отримані здобувачами після вивчення цієї дисципліни, використовуються під час опанування навчальних дисциплін «Комп'ютерні мережі» та «Безпека даних та програм», виконання кваліфікаційної роботи, а також у подальшій професійній діяльності, пов'язаній з розробленням і використанням інформаційних та телекомунікаційних систем.

2. ОЧІКУВАНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ, ЯКІ ПЛАНУЄТЬСЯ СФОРМУВАТИ, ТА ДОСЯГНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

У процесі реалізації програми дисципліни формуються наступні компетентності із передбачених освітньою програмою:

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані завдання або практичні проблеми інженерії програмного забезпечення, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, із застосуванням теорій та методів інформаційних технологій.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

K14. Здатність брати участь у проектуванні програмного забезпечення, включаючи проведення моделювання (формальний опис) його структури, поведінки та процесів функціонування.

K18. Здатність аналізувати, вибирати і застосовувати методи і засоби для забезпечення інформаційної безпеки (в тому числі кібербезпеки).

K19. Володіння знаннями про інформаційні моделі даних, здатність створювати програмне забезпечення для зберігання, видобування та опрацювання даних.

Результати навчання

ПР11. Вибирати вихідні дані для проектування, керуючись формальними методами опису вимог та моделювання.

ПР18. Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.

ПР21. Знати, аналізувати, вибирати, кваліфіковано застосовувати засоби забезпечення інформаційної безпеки (в тому числі кібербезпеки) і цілісності даних відповідно до розв'язуваних прикладних завдань та створюваних програмних систем.

Заплановані результати навчання за навчальною дисципліною

У результаті вивчення цієї навчальної дисципліни здобувач має набути такі компетентності.

Знання:

- математичний опис і параметри детермінованих та випадкових електричних сигналів, що мають місце у системах передавання та збереження інформації;
- інформаційні характеристики джерел повідомлень;
- методи ефективного кодування дискретних повідомлень;
- кодування неперервних повідомлень (аналогових сигналів);
- інформаційні характеристики каналів зв'язку;
- теорему Шеннона для каналу зв'язку з завадами;
- задачі та методи оброблення сигналів електрозв'язку в демодуляторах сигналів цифрових видів модуляції (критерії, алгоритми, завадостійкість);
- призначення завадостійкого кодування в телекомунікаційних системах та класифікацію кодів;
- параметри блокових коректувальних кодів, роботу кодера та декодера;
- параметри згорткових коректувальних кодів, роботу кодера та декодера;
- перспективні методи завадостійкого кодування (каскадне кодування, турбокоди).

Уміння:

- розраховувати основні параметри детермінованих та випадкових сигналів електрозв'язку;
- розраховувати інформаційні характеристики джерел дискретних повідомлень;
- будувати ефективні коди Хаффмана та Шеннона-Фано;

- розраховувати параметри сигналів, що мають місце в АЦП, та параметри АЦП;
- розраховувати пропускну здатність каналів зв'язку;
- розраховувати потенційну завадостійкість сигналів цифрових видів модуляції;
- проводити кодування і декодування блоковими коректувальними кодами;
- проводити кодування і декодування згортковими коректувальними кодами;
- розраховувати параметри та завадостійкість систем передавання з коректувальними кодами.

Навички:

- застосування методів теорії інформації під час аналізу та проєктування систем передавання і зберігання даних;
- використання алгоритмів ефективного кодування для оптимізації представлення та стиснення інформації;
- практичного застосування коректувальних кодів для виявлення і виправлення помилок під час передавання даних;
- аналізу характеристик каналів зв'язку та оцінювання впливу завад на достовірність передавання інформації;
- використання математичних методів і програмних засобів для моделювання процесів кодування, передавання та відновлення інформаційних повідомлень.

3. ОБСЯГ ТА ОЗНАКИ КУРСУ

Загалом		Вид заняття (денна форма/заочна форма)				Ознаки курсу		
Кредитів ЄКТС	Годин	Лекційні заняття	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Самостійна робота	Курс, (рік навчання)	Семестр	Обов'язкова / вибіркова
3	90	26/8	14/4	0/0	50/78	2	4	Обов'язкова

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Заг.	у тому числі				Заг.	у тому числі			
		Лекц.	Практ.	Лаб.	Сам. роб.		Лекц.	Практ.	Лаб.	Сам. роб.
Тема 1. Вступ – Сучасні системи збереження та передавання інформації	10	2	2	0	6	10	2	0	0	8

Тема 2. Інформаційні характеристики джерел дискретних повідомлень	10	2	2	0	6	10	0	2	0	8
Тема 3. Методи ефективного кодування джерел дискретних повідомлень	10	2	2	0	6	10	2	0	0	8
Тема 4. Джерела неперервних повідомлень та їх кодування	10	2	2	0	6	10	0	0	0	10
Тема 5. Інформаційні характеристики каналів зв'язку	10	2	2	0	6	10	2	0	0	8
Тема 6. Передавання інформації каналами зв'язку з завадами	10	4	2	0	4	10	0	0	0	10
Тема 7. Блокові коректувальні коди	10	4	2	0	4	10	0	2	0	8
Тема 8. Згорткові коректувальні коди	10	4	0	0	6	10	0	0	0	10
Тема 9. Ефективність систем передавання	10	4	0	0	6	10	2	0	0	8
Загалом	90	26	14	0	50	90	8	4	0	78
Підсумковий контроль – залік										

5. ТЕХНІЧНЕ Й ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ / ОБЛАДНАННЯ

Здобувачі отримують теми та питання курсу, основну і додаткову літературу, рекомендації, завдання та оцінки за їх виконання як традиційним шляхом, так і з використанням платформ онлайн навчання на основі інформаційних систем Moodle або Google Classroom. Практичні навички з пошуку та аналізу інформації за курсом, з оформлення індивідуальних завдань, тощо, здобувачі можуть отримувати як за допомогою власного обладнання, так і користуючись університетськими комп'ютерними класами та бібліотекою.

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи здобувачів відносяться наступні види діяльності:

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Підготовка до практичних занять.
3. Консультації з викладачем впродовж семестру.
4. Ознайомлення з додатковою літературою відповідно до зазначених у програмі тем.
5. Самостійне опрацювання окремих питань навчальної дисципліни.
6. Підготовка індивідуальних завдань у вигляді презентацій або рефератів.
7. Підготовка до підсумкового контролю.

Назва теми	Кількість годин	
	Денна форма	Заочна форма
Тема 1. Вступ – Сучасні системи збереження та передавання інформації Інформація, повідомлення, сигнал. Класифікація повідомлень. Узагальнена структурна схема системи збереження/передавання інформації. Кодування та декодування повідомлень. Канали зв'язку та їх використання для створення комп'ютерних мереж.	6	8
Тема 2. Інформаційні характеристики джерел дискретних повідомлень Кількісна міра інформації. Моделі джерел дискретних повідомлень. Ентропія джерел дискретних повідомлень. Надмірність та продуктивність джерела.	6	8
Тема 3. Методи ефективного кодування джерел дискретних повідомлень Рівномірні (примітивні) коди для дискретних повідомлень. Методи ефективного кодування джерел дискретних повідомлень. Префіксні нерівномірні коди, теорема Шеннона про кодування джерела без пам'яті. Нерівність Крафта. Приклади статистичних префіксних кодів: код Шеннона-Фано, код Хаффмана. Теорема Шеннона про кодування джерела з пам'яттю. Словникові методи кодування. Алгоритми з ковзним словником (LZ77, LZSS). Алгоритми з додатковим словником фраз (LZ78, LZW).	6	8
Тема 4. Джерела неперервних повідомлень та їх кодування Моделі джерел неперервних повідомлень. Інформаційні характеристики джерел неперервних повідомлень: епсилон-ентропія, продуктивність, надмірність. Аналого-цифрове та цифро-аналогове перетворення. Кодування аналогових сигналів з рівномірним та нерівномірним квантуванням, кодування з лінійним передбаченням. Методи стиснення зображень. Стиснення без втрат і із втратами. Алгоритми JPEG та MPEG-х.	6	10
Тема 5. Інформаційні характеристики каналів зв'язку Моделі каналів зв'язку. Взаємна інформація. Швидкість передавання інформації каналом зв'язку. Пропускна здатність каналу зв'язку. Формула Шеннона для пропускну здатності неперервного каналу з шумами. Теорема Шеннона для каналу з завадами.	6	8
Тема 6. Передавання інформації каналами зв'язку з завадами Загальна характеристика сигналів цифрових видів модуляції, ширина спектра сигналів. Критерій оптимальної демодуляції сигналів. Алгоритми оптимальної демодуляції сигналів цифрових видів модуляції в каналі з АБГШ. Потенційна завадостійкість сигналів цифрових видів модуляції. Порівняння завадостійкості сигналів різних видів цифрової модуляції. Приймання неоптимальними демодуляторами, енергетичні втрати демодуляції.	4	10
Тема 7. Блокові коректувальні коди Основні параметри блокових коректувальних кодів. Загальний принцип декодування з виявленням та виправленням помилок. Завадостійкість декодування блокових кодів у каналі без пам'яті. Алгоритми кодування і декодування систематичних кодів: коди Хеммінга, циклічні коди. Кодові границі.	4	8
Тема 8. Згорткові коректувальні коди Основні параметри згорткових кодів. Загальна характеристика алгоритмів декодування. Алгоритм Вітербі. Завадостійкість декодування згорткових кодів. Перспективні методи завадостійкого кодування.	6	10
Тема 9. Ефективність систем передавання Основні ресурси системи передавання інформації. Коефіцієнти ефективності. Смуга частот модульованого сигналу при використанні коректувальних кодів. Енергетичний вииграш кодування коректувальних кодів. Вплив стиснення повідомлень на ефективність систем передавання	6	8
Загалом	50	78

7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Види контролю		Складові оцінювання
Поточний контроль , який здійснюється під час проведення практичних (лабораторних) занять, виконання самостійної роботи, індивідуальних завдань, дослідної роботи здобувача тощо		100%
Підсумковий контроль – залік		
Методи діагностики знань (контролю)	Фронтальне опитування, розв'язання практичних завдань, тестування здобувачів, наукові доповіді, реферати, усні повідомлення, залік	

8. ОЦІНЮВАННЯ ПОТОЧНОЇ, САМОСТІЙНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ

Види роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
Систематичність і активність роботи на практичних заняттях			
1.1. Підготовка до практичних занять	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час практичних занять	60
Виконання завдань для самостійного опрацювання			
1.2. Індивідуальне тестування	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка результатів індивідуального тестування, перевірка конспектів лекцій, перевірка рефератів	20
Виконання індивідуальних завдань (дослідна робота здобувача)			
1.3. Інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовка наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо.	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Обговорення результатів проведеної роботи під час аудиторних занять, наукових конференцій та круглих столів.	20
Разом балів за поточний контроль			100
Загальний результат оцінювання			100

Поточний контроль знань здобувачів освіти при формі контролю залік (максимум 100 балів) оцінюється за шкалою («2», «3», «4», «5»), з обов'язковим переведенням балів за кожний вид роботи таким чином:

– за підготовку до аудиторних занять (максимум 60 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості практичних (лабораторних) занять, для переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 12;

– за виконання завдань для самостійного опрацювання (тестування, завдання, підготовка реферату (есе) за заданою тематикою) (максимум 20 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості програмного матеріалу, що виноситься на самостійне вивчення, для переведу зазначених балів середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 4;

– за інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовку наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо (максимум 20 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості інших видів індивідуальних завдань, для переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 4.

Критерії оцінювання поточного контролю

– «**2**» – виставляється за неправильну відповідь (письмову роботу), яка не відповідає змісту теми та свідчить про нерозуміння її основних положень;

– «**3**» – виставляється за відповідь (письмову роботу), яка відповідає змісту теми, але є неповною і неточною у визначенні понять, свідчить про неповне розуміння основних положень навчального матеріалу, свідчить про те, що знання здобувача мають фрагментарний, поверховий характер;

– «**4**» – оцінюється правильна і обґрунтована відповідь (письмова робота), з якої видно, що здобувач знає й розуміє теоретичний матеріал в обсязі навчальної теми, володіє необхідними навичками, не допускає суттєвих помилок.

– «**5**» – оцінюється повна, правильна, ґрунтовна відповідь (письмова робота) на запитання теми, що передбачає логічність і послідовність викладу матеріалу, володіння термінологією, показує вміння повно й глибоко використовувати теоретичні знання в практичній площині.

9. ОЦІНЮВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ

Загальні результати знань здобувачів по даній дисципліні оцінюються наступним чином:

– «**Відмінно**»/«**зараховано**» (**A**) – від 90 до 100 балів. Здобувач виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях та практичних заняттях, під час яких давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– «**Добре**»/«**зараховано**» (**B**) – від 82 до 89 балів. Здобувач володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Був присутній на лекціях та практичних заняттях, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– **«Добре»/«зараховано» (C)** – від 74 до 81 балів. Здобувач відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи, реферату та активність у науково-дослідній роботі;

– **«Задовільно»/«зараховано» (D)** – від 64 до 73 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи та рефератів;

– **«Задовільно»/«зараховано» (E)** – від 60 до 63 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки, має неповний конспект з завданнями до самостійної роботи.

– **«Незадовільно з можливістю повторного складання»/«не зараховано» (FX)** – від 35 до 59 балів. Здобувач володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

– **«Незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни»/«не зараховано» (F)** – від 0 до 34 балів. Здобувач не володіє навчальним матеріалом.

Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами

100-бальна шкала	Шкала ECTS	Національна шкала	
		екзамен	залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	Зараховано
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	Зараховано
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно	Не зараховано
0-34	F		

10. ДОТРИМАННЯ ВИМОГ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

Викладання та засвоєння навчальної дисципліни передбачає неухильне дотримання вимог академічної доброчесності, яка регулюється Законом України «Про освіту» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 37-38, ст. 2004), «Методичними рекомендаціями для закладів вищої освіти з підтримки принципів академічної доброчесності» (Лист МОН № 1/9-650 від 23.10.2018), іншими нормативними документами. Зокрема, основні засади дотримання академічної доброчесності визначено у «Положенні про академічну доброчесність у Міжнародному гуманітарному університеті», «Кодексі академічної доброчесності Міжнародного гуманітарного університету» та «Інструкції

щодо процедури технічної перевірки на наявність текстових запозичень (академічного плагіату)», затвердженої наказом Міжнародного гуманітарного університету № 708а від 03.05.2024.

Відповідно до ст. 42 Закону України «Про освіту» академічна доброчесність – це сукупність етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень.

Дотримання академічної доброчесності передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Розенвассер Д.М., Соловська І.М. Теорія інформації та кодування: навчально-методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) в галузі знань 12 Інформаційні технології, денної та заочної форми навчання [Електронне видання]. Кафедра комп'ютерних наук Міжнародного гуманітарного університету. Одеса, 2025. 23 с.
2. Іващенко П.В. Основи теорії інформації: навч. посіб. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. 56 с.
3. Іващенко П.В., Перекрестов І.С., Розенвассер Д.М. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін «Теорія зв'язку», «Інформаційні радіосистеми» і «Теорія інформації». Частина 1, 2. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2013. 160 с.
4. Приходько С. І., Трубочанінова К. А., Батаєв О. П. Основи теорії інформації та кодування: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2017. – 109 с., табл. 51.

Допоміжна

5. Подлевський Б.М., Рикалюк Р.Є Теорія інформації, Львів, ЛНУ імені Івана Франка, 2016, 339 с.
6. Тулякова Н. О. Теорія інформації: Навчальний посібник. - Суми: Видво СумДУ, 2008. 212 с.
7. Банкет В. Л., Іващенко П.В., Іщенко М.О. Завадостійке кодування в телекомунікаційних системах: навч. посіб. з вивчення модуля 4 дисципліни ТЕЗ. Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2011. 100 с.
8. V.Pedyash, A. Mazur, D. Rozenvasser Evaluation of quality parameters of an intensity-modulated optical transmission system // Springer, Odesa, Ukraine, 2021, Pages 21-37.

9. Denys Rozenvasser and Kateryna Shulakova Estimation of the Starlink Global Satellite System Capacity //Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT. Volume 11, Issue 1, pp. 55-59. – 2023.
10. Педяш, В., Мазур, Г., & Розенвассер, Д. (2023). Визначення довжини ділянки 3R регенерації ВОСП з поляризаційним мультиплексуванням. Measuring and computing devices in technological processes, (4), 177–182.
11. Rusu, O., Rozenvasser, D., Vakarchuk, A. (2025). Determination the Conversion Power of the Most Popular Switching Converters for Computer Systems. In: Dovgyi, S., Siemens, E., Globa, L., Kopiika, O., Stryzhak, O. (eds) Applied Innovations in Information and Communication Technology. ICAIIT 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1338. Springer, Cham. pp. 231-245.
12. Yona, L., Pedyash, V., Rozenvasser, D., Mazur, A., Bairamova, Y. (2025). Estimation of the Repeater Span Length of OTH Transmission System with QAM Modulation. In: Dovgyi, S., Siemens, E., Globa, L., Kopiika, O., Stryzhak, O. (eds) Applied In-novations in Information and Communication Technology. ICAIIT 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1338. Springer, Cham. pp. 431-443.

Інформаційні ресурси

13. Бібліотека Міжнародного гуманітарного університету: офіційний сайт. Режим доступу: <https://mu.od.ua/naukova-biblioteka>
14. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського: офіційний сайт. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>