

Національний університет «Запорізька політехніка»  
 факультет радіоелектроніки та телекомунікацій  
 кафедра радіотехніки та телекомунікацій  
 спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»  
 освітня програма «Радіотехніка»  
 Інформація до силлабусу

<b>Назва курсу</b>	<b>Цифрові види модуляції</b>
<b>Викладачі</b>	Кабак Владислав Семенович
<b>Профайл викладачів</b>	<a href="http://www.zntu.edu.ua/kafedra-radiotehniki-ta-telekomunikaciy?q=node/1042">http://www.zntu.edu.ua/kafedra-radiotehniki-ta-telekomunikaciy?q=node/1042</a>
<b>Контактний телефон</b>	764-32-81 (внутр. 4-31)
<b>E-mail</b>	<a href="mailto:kolevis@zntu.edu.ua">kolevis@zntu.edu.ua</a> <a href="mailto:vladkabak56@gmail.com">vladkabak56@gmail.com</a>
<b>Сторінка курсу в CMS</b>	
<b>Консультації</b>	обговорення питань, що виникають при виконанні лабораторних робіт та підготовці до складання заліку
<b>Публікації з напряму дисципліни</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кабак В.С. Функціональні пристрої телефонів мобільного зв'язку: Навчальний посібник [Текст] / В.С. Кабак, Р.В. Уваров. – Запоріжжя, ЗНТУ, 2007. – 375 с.</li> <li>2. Кабак В.С. Схемотехніка сучасних синтезаторів частот. Навчальний посібник [Текст]/ В.С. Кабак, С.В. Морщавка. – Запоріжжя, ЗНТУ, 2016. – 232 с.</li> <li>3. Бондарев Б.М. Вычисление пик-фактора сигналов многоканальных систем с OFDM / Б.М. Бондарев, В.С. Кабак // Известия ВУЗов. Радиоэлектроника. – 2015. – Т.58 № 10. – С. 38-46.</li> <li>4. Бондарев, Б.М. Статистические характеристики сигналов многоканальных систем с OFDM / Б.М. Бондарев, В.С. Кабак // Радиоэлектроника, информатика, управління. – 2014. – № 2, С. 18-22.</li> <li>5. Бондарев Б.М. Статистические характеристики сигналов многоканальных систем с OFDM [Текст] / Б.М. Бондарев, В.С. Кабак // Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій: V міжнар. наук.-практ. конф., 17-19 вер.2014 г.: тези док. – Запоріжжя – 2014. – С. 84-86.</li> <li>6. Журавлев В.Н. Информационная модель импульсного речесловового процесса [Текст] / В.Н. Журавлев, В.С. Кабак // Радиоэлектроника, информатика, управління: ЗНТУ. – 2009. – № 2. – С. 62-66.</li> <li>7. Журавлев В.Н., Кабак В.С. Методическая и информационная адекватность гармонических методов анализа и идентификации речевых сигналов. Системні технології. Регіональний</li> </ol>

	<p>міжвузівський збірник наукових праць. – №2 (61) – Дніпропетровськ, 2009. ISSN 1562–9945. С. 74-82.</p> <p>8. Журавлев В.Н. Анализ параметров автокорреляционной функции фрагментов фонов в задачах идентификации абонента [Текст] / В.Н. Журавлев, В.С. Кабак, В.О. Рыбин // Радиоелектроніка, інформатика, управління: ЗНТУ. – 2004. – № 1(9). – С. 29-33.</p> <p>9. Герасименко В.Ф., Кабак В.С. Способ снижения побочных составляющих спектра синтезаторов частот [Текст] // В кн.: Научные труды. Современные проблемы стабилизации частоты. Межведомств, тем. сб. №8. М.: МЭИ. 1983. С. 66-70.</p>
--	--

Національний університет «Запорізька політехніка»  
 факультет радіоелектроніки та телекомунікацій  
 кафедра радіотехніки та телекомунікацій  
 спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»  
 освітня програма «Радіотехніка»  
 ОПИС/Силлабус дисципліни/модуля

<b>Коротка назва університету / підрозділу</b> <b>дата (місяць / рік)</b>	НУ «Запорізька політехніка» 2020
<b>Назва модулю / дисципліни</b>	<b>Цифрові види модуляції</b>
<b>Код:</b>	ППВ

<b>Викладачі</b>	<b>Підрозділ університету</b>
Кабак Владислав Семенович	Кафедра радіотехніки та телекомунікацій

<b>Рівень навчання</b> <b>(ВА/МА)</b>	<b>Рівень модулю/дисципліни</b> <b>(номер семестру)</b>	<b>Тип модулю/дисципліни</b> <b>(обов'язковий /</b> <b>вибірковий)</b>
Перший (бакалаврський)	5	Вибіркова

<b>Форма навчання</b> <b>(лекції/лабораторні/практи</b> <b>чні)</b>	<b>Тривалість</b> <b>(тижнів/місяців)</b>	<b>Мова викладання</b>
лекції/лабораторні	15	Українська

<b>Зв'язок з іншими дисциплінами</b>	
<b>Попередні:</b> – Фізика; – Вища математика; – Теорія електричних кіл та сигналів; – Електро- та радіоматеріали; – Інформаційні технології; – Прикладне програмування; – Технічна електродинаміка; – Основи схемотехніки	<b>Супутні (якщо потрібно):</b> – Основи теорії передачі інформації та статистична радіотехніка; – Сигнали та процеси в радіотехніці

<b>ECTS</b> <b>(Кредити модуля)</b>	<b>Загальна кількість</b> <b>годин</b>	<b>Аудиторні години</b>	<b>Самостійна робота</b>
3,5	105	44	61

**Мета навчання дисципліни (модуля): компетенції надбані внаслідок вивчення дисципліни (модуля)**

Формування у студентів знань, навиків та умінь, які дозволять їм здійснювати аналіз і проектування пристроїв обробки сигналів з урахуванням спектральних, енергетичних та інформаційних характеристик видів модуляції у телекомунікаційних системах та використовувати їх для створення більш ефективних телекомунікаційних систем.



<p>технічної інформації, вітчизняного і закордонного досвіду з тематики інвестиційного (або іншого) проекту засобів телекомунікацій та радіотехніки (ПК-14);</p> <p>– здатність проводити розрахунки у процесі проектування споруд і засобів інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування (ПК-15).</p> <p><b>Очікувані результати навчання:</b></p> <p>– застосовувати результати особистого пошуку та аналізу інформації для розв’язання якісних і кількісних задач подібного характеру в інформаційно-комунікаційних мережах, телекомунікаційних і радіотехнічних системах (PH-2);</p> <p>– пояснювати результати, отримані в результаті проведення вимірювань, в термінах їх значущості та пов’язувати їх з відповідною теорією (PH-4);</p> <p>– навички оцінювання, інтерпретації та синтезу інформації і даних (PH-5);</p> <p>– адаптуватись в умовах зміни технологій інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем (PH-6);</p> <p>– грамотно застосовувати термінологію галузі телекомунікацій та радіотехніки (PH-7);</p> <p>– описувати принципи та процедури, що використовуються в телекомунікаційних системах, інформаційно-телекомунікаційних мережах та радіотехніці (PH-8);</p> <p>– спілкуватись з професійних питань, включаючи усну та письмову комунікацію державною мовою та однією з поширених європейських мов (англійською, німецькою, італійською, французькою, іспанською) (PH-10);</p> <p>– застосування розуміння засобів автоматизації проектування і технічної експлуатації систем телекомунікацій та радіотехніки у професійній діяльності (PH-15).</p>	<p>Самостійна та під керівництвом викладача</p>	<p>Оцінюється під час модульного контролю</p> <p>Оцінюється під час захисту лабораторних робіт</p>
--	---	--

Теми курсу	Аудиторні заняття						Час та завдання на самостійну роботу	
	Лекцій	Консультацій	Семінарів	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Загалом, годин	Самостійна робота	Завдання
<b>Змістовий модуль 1. Низькочастотна демодуляція / детектування</b>								
Тема 1. Основні етапи демодуляції цифрових сигналів	2					2	4	Форматування аналогової інформації. Низькочастотна і смугова моделі процесу детектування. Два основних етапи процесу демодуляції цифрових сигналів. $E_b/N_0$ -критерій якості цифрових систем.
Тема 2. Ймовірність виникнення помилки при двійковій передачі сигналів	2					2	4	Уніполярна і біполярна пере-дача сигналів. Міжсимвольна інтерференція. Ефективність використання смуги частот. Формування імпульсів з метою зниження ISI. Фактори зростання ймовірності помилки. Окодіаграма. Типи еквайзерів.
<b>Змістовий модуль 2. Смугова модуляція і демодуляція</b>								
Тема 3. Методи множинного доступу	2					2	4	Методи множинного доступу SDM, FDMA, TDMA, CDMA, OFDM. Завмирання у каналі зв'язку. Методи боротьби із завмираннями.
Тема 4. Класифікація видів модуляції	1					1	4	Основні види перетворень сигналу у цифрових системах. Поняття частотної (спектральної), енергетичної і та інформаційної ефективності. Класифікація видів модуляції.

<b>Змістовий модуль 3. Різновиди цифрової фазової маніпуляції</b>								
Тема 5. Прості види фазової маніпуляції	2				2	4	4	Детектування сигналів у гаусівському шумі. Поріг двійкового рішення. Когерентне детектування сигналів PSK. Двійкова фазова маніпуляція (BPSK). Структурна схема каналу зв'язку з використанням BPSK. Ймовірність бітової помилки при когерентному детектуванні сигналів BPSK
Тема 6. Диференціальна (відносна) фазова маніпуляція	2				2	4	4	Системи поновлення несучої і тактової частот. Методи DBPSK, DEBPSK. Диференціальне детектування сигналів DPSK. Ймовірність бітової помилки при когерентному детектуванні сигналів DPSK
Тема 7. Багатопозиційні методи фазової маніпуляції	3				4	7	4	M-кові методи передачі сигналів. Векторне подання сигналів MPSK. Набори сигналів MPSK для M=2, 4, 8,16. Квадратурні модулятори. Методи QPSK, OQPSK, $\pi/4$ DQPSK. Метод ФМ-8 (8PSK). Ймовірність символної помилки для методів MPSK.
<b>Змістовий модуль 4. Модуляція з неперервною фазою (CPM)</b>								
Тема 8. Цифрова частотна модуляція. Двійкова частотна маніпуляція (FSK)	2				1	3	4	Методи модуляції з неперервною зміною фази. Метод FSK. Некогерентне детектування сигналів FSK. Когерентне детектування сигналів FSK. Ймовірність появи помилкового біта при когерентному/ некогерентному детектуванні сигналів FSK.

Тема 9. Частотна маніпуляція з мінімальним зсувом (MSK)	1				1	2	4	MSK- сигнал як клас сигналів з частотною маніпуляцією і неперервною фазою (CPM - модуляція) Функціональні схеми модуляторів для методу MSK. Спектральні характеристики методу MSK. Ймовірність бітової помилки при методі MSK. Порівняння коефіцієнта бітової помилки для бінарних видів модуляції.
Тема 10. Гауссівська частотна маніпуляція з мінімальним зсувом (GMSK)	1					1	4	Модулятор сигналів GMSK. Амплітудно-частотна характеристика та імпульсний відклик гауссівського фільтра нижніх частот (ГФНЧ). Реалізація методу GMSK за допомогою квадратурної схеми із використанням низькочастотного процесору Спектральні характеристики методу GMSK.
<b>Змістовий модуль 5. Комбіновані види модуляції</b>								
Тема 11. Квадратурна амплітудна модуляція (QAM)	2				2	4	4	Подання QAM як комбінації амплітудної і фазової маніпуляції. Формування фазового сузір'я для методів M-QAM Ймовірність бітової помилки при модуляції QAM Порівняльна характеристика QAM з іншими видами цифрової модуляції.



Тема 12. Модуляція з розширенням спектра	2					2	4	4	Загальні властивості і переваги систем з розширенням спектра. Псевдовипадкові послідовності і псевдовипадкові сигнали. Методи розширення спектра. Модеми каналів зв'язку DS-SSMA, FH-SSMA, FH-SSMA. ЛЧМ-сигнали.
<b>Змістовий модуль 6. Системні компроміси під час розробки цифрових систем зв'язку</b>									
Тема 13. Вимоги до цифрових систем зв'язку	2						2	4	Мінімальна ширина смуги пропускання за Найквістом. Теорема Шеннона-Хартлі про пропускну здатність системи зв'язку. Залежність нормованої пропускну здатності від відношення сигнал/шум. Границя Шеннона. Компроміси між вибором конкретних схем модуляції і кодування.
Тема 14. Компроміси під час вибору схем модуляції і кодування	2						2	4	Системи з обмеженою смугою пропускання. Системи з обмеженою потужністю. Системи з обмеженою смугою пропускання без кодування. Система з обмеженими смугою пропускання і потужністю з кодуванням.
Тема 15. Модуляція і кодування в системах з обмеженою смугою.	4						4	5	Границі множини сигналів. Приклади М-кових множин, що використовують прямокутну решітку. Гратчасте кодування. Збільшення надлишковості сигналу. Кодування ТСМ. Розбиття Унгербоєка. Декодування ТСМ.
Усього годин	<b>30</b>					<b>14</b>	<b>44</b>	<b>61</b>	

Стратегія оцінювання	Вага, %	Термін	Критерії оцінювання
поточне оцінювання	9	впродовж	теоретичний звіт за кожною темою

захист лабораторних робіт	14	семестру	захист лабораторної роботи №1
	14		захист лабораторної роботи №2
	14		захист лабораторної роботи №3
	14		захист лабораторної роботи №4
	14		захист лабораторної роботи №5
	14		захист лабораторної роботи №6
	14		захист лабораторної роботи №7
складання заліку	90-100	після модулю	зараховано
	75-89		
	60-74		не зараховано з можливістю повторного складання
	35-59		
	1-34		

Автор	Рік видання	Назва	інформація про видання	Видавництво / онлайн доступ
<b>Обов'язкова література</b>				
Кабак В.С. Уваров Р.В.	2008	Функціональні пристрої телефонів мобільного зв'язку	Навчальний посібник	Запоріжжя: ЗНТУ. – 374 с.
Скляр Б..	2003	Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение	Монография	М.: Издательский дом “Вильямс”
Феер К	2000	Беспроводная цифровая связь.	Монография	М.: Радио и связь
<b>Додаткова література</b>				
Ипатов В.П.	2005	Системы мобильной связи	Учебное пособие для вузов	М. : Горячая линия– Телеком
Кабак В.С.	2016	Схемотехніка сучасних синтезаторів частот.	Навчальний посібник	Запоріжжя, ЗНТУ