Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет імені Івана Франка
оптоелектроніки та інформаційних технологій

"**ЗАТВЕРДЖУЮ**"
Завідувач кафедри оптоелектроніки та
інформаційних технологій

_____ Кушнір О. С.
"_____"_____ 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЦИФРОВА ОБРОБКА СИГНАЛІВ

підготовки бакалаврів
галузі знань **12 Інформаційні технології**
спеціальність **122 Комп'ютерні науки**
факультету електроніки та комп'ютерних технологій
(шифр за ОПП_____)

2020-2021 навчальний рік

Робоча програма навчальної дисципліни “ **ЦИФРОВА ОБРОБКА СИГНАЛІВ**” для студентів за спеціальністю **122 Комп’ютерні науки**

Розробники:
Паночко Г.І.. канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри оптоелектроніки та інформаційних технологій, факультету електроніки та комп'ютерних технологій

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри оптоелектроніки та інформаційних технологій

“____”__серпня___2020 року, протокол № ___

Завідувач кафедри
Оптоелектроніки та інформаційних технологій Кушнір О. С.

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень</td><td>Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 3</td><td>Галузь знань
12
Інформаційні технології</td><td>Нормативна</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td>Спеціальність
122 Комп’ютерні науки</td><td>Рік підготовки:
2-й</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3">Семестр
4-й</td></tr>
<tr><td>Індивідуальне науково-дослідне завдання –</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин – 90</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 2
самостійної роботи студента – 4</td><td rowspan="5">Освітньо-кваліфікаційний рівень:
бакалавр</td><td>Лекції
16 год.</td></tr>
<tr><td>Практичні, семінарські
-----</td></tr>
<tr><td>Лабораторні
16 год.</td></tr>
<tr><td>Самостійна робота
58 год.</td></tr>
<tr><td>Вид контролю:залік</td></tr>
</table>

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Курс «**Цифрова обробка сигналів**» є нормативною дисципліною циклу професійної та практичної підготовки.

Мета: одержання знань про цифрові сигнали, дискретизацію аналогових сигналів, спектри цих сигналів, а також про цифрові системи та їх характеристики і параметри.

Завдання: є забезпечити знайомство студентів з особливостями обробки цифрових сигналів, пов'язані з її квантуванням та дискретністю, вивчення алгоритмів цифрової фільтрації, характеристик цифрових фільтрів, схем реалізації фільтрів, теорію, розрахунок і апроксимацію фільтрів з скінченними і нескінченними імпульсними характеристиками, ефективність використання фільтрів у різних системах

В результаті вивчення даного курсу студент повинен:
знати основні поняття, визначення і проблеми курсу; цифрові сигнали та їх спектри; методику розрахунку цифрових фільтрів.
вміти: дискретизувати аналогові сигнали; виконувати інтерполяцію та децимацію цифрових сигналів; проектувати цифрові фільтри.
Для вивчення дисципліни необхідні знання з таких розділів математики і фізики вища математика, дискретна математика, теорія алгоритмів, алгоритмізація і програмування.

В подальшому, знання отримані студентами з курсу «**Цифрова обробка сигналів**» будуть використовуватись при вивченні наступних дисциплін: мікропроцесорна техніка, теорія прийняття рішень, цифрова обробка інформації, технології захисту інформації.

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Основи аналізу сигналів

Тема 1.1. Цифрова обробка інформації в сучасній електроніці. Цифрова обробка інформації (ЦОІ)– переваги та недоліки. Використання обробки сигналів в електроніці. Основні закономірності дискретизації та квантування сигналів. Спектр шуму квантування. Теорема Котельнікова. Поняття цифрової фільтрації. Формула згортки. Оператор цифрового фільтру

Тема 1.2 Класифікація аналогових і дискретних сигналів. Енергетичний спектр сигналів. Автокореляційна функція сигналу, зв'язок з енергетичним спектром. Взаємокореляційна функція та її властивості. Неперервні, дискретні і цифрові сигнали, порівняння їх спектрів.

Тема 1.3.. Перетворення Фур'є. Перетворення Фур'є неперервних та дискретних сигналів. Дискретне перетворення Фур'є. Графічне зображення результату перетворення Фур'є. Поняття спектру сигналу. Властивості дискретного перетворення Фур'є. Обчислювальна складність. Швидке перетворення Фур'є. Алгоритми реалізації ШПФ.

Тема 1.4. Теорія Z-перетворення. Співвідношення між Z-перетворенням і Фур'є-перетворенням послідовності. . Загальні характеристики цифрових фільтрів. Імпульсна реація фільтрів. Визначення імпульсної реакції. Передаткові функції фільтрів. Нулі і полюси функції. Z-перетворення. Властивості z-перетворення. Зворотнє z-перетворення.

Змістовий модуль 2. Лінійні дискретні системи, методи їх опису.

Тема 2.1. Нерекурсивні цифрові фільтри. Стійкість фільтрів. Частотні характеристики фільтрів. Структурні схеми цифрових фільтрів. З'єднання фільтрів. Схеми реалізації фільтрів. Методики розрахунку коефіцієнтів нерекурсивних фільтрів. Ефект Гіббса. Створення фільтрів з скінченною імпульсною характеристикою.

Тема 2.2. Рекурсивні цифрові фільтри. Види рекурсивних фільтрів та їх використання в електроніці. Низькочастотний фільтр Баттеруорта. Обчислення коефіцієнтів фільтра. Передаткова характеристика. Крутизна зрізу. Порядок фільтра. перерахунок низькочастотного фільтра у високочастотний. Методи розрахунку коефіцієнтів рекурсивних цифрових фільтрів. Порівняння рекурсивних і нерекурсивних фільтрів Створення фільтрів з безмежною імпульсною характеристикою. Розрахунок коефіцієнтів фільтра шляхом розміщення нулів і полюсів. Режекторний фільтр довільної частоти. Селекторний фільтр. Білінійне перетворення.

Тема 2.3. . Основні принципи побудови цифро-аналогових перетворювачів. Цифро-аналогові перетворювачі чисел із знаком. Основні принципи побудови аналого-цифрових перетворювачів (АЦП): паралельні АЦП, АЦП послідовного наближення та інтегруючі АЦП. Точність перетворення АЦП.

Тема 2.4. Кодування цифрових сигналів імпульсно-кодова модуляція, диференціальна імпульсно-кодова модуляція, дельта-модуляція, коди із захистом від завад. Методи передачі цифрової інформації: амплітудна маніпуляція, частотна маніпуляція, фазова і відносна фазова маніпуляція.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
		Л	П	лаб	інд	Ср
1	2	3	4	5	6	7
МОДУЛЬ 1						
Змістовий модуль 1. Основи аналізу сигналів						
Тема 1. **1.** Цифрова обробка інформації в сучасній електроніці.	**6**	2		2		2
Тема 1.2 Класифікація аналогових і дискретних сигналів.	**12**	2		2		8
Тема 1.3.. Перетворення Фур'є.	**8**	2		2		4
Тема 1.4. Теорія Z-перетворення.	**8**	2		2		4
Разом – зм. модуль 1	**34**	8		8		18
Змістовий модуль 2. Лінійні дискретні системи, методи їх опису.						
Тема 2.1. Нерекурсивні цифрові фільтри.	**12**	2		2		10
Тема 2.2. Рекурсивні цифрові фільтри.	**12**	2		2		10
Тема 2.3. Основні принципи побудови цифро-аналогових перетворювачів	**12**	2		2		10
Тема 2.4. Кодування цифрових сигналів	**12**	2		2		10
Разом – зм. модуль 2	**48**	8		8		40
Разом – МОДУЛЬ 1	**90**	16		16		58

5. Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні закономірності дискретизації та квантування сигналів. Спектр шуму квантування. Теорема Котельнікова. Поняття цифрової фільтрації. Формула згортки. Оператор цифрового фільтру	2
2	Енергетичний спектр сигналів. Автокореляційна функція сигналу, зв'язок з енергетичним спектром. Взаємокореляційна функція та її властивості. Неперервні, дискретні і цифрові сигнали, порівняння їх спектрів.	2

3	Перетворення Фур'є неперервних та дискретних сигналів. Дискретне перетворення Фур'є. Графічне зображення результату перетворення Фур'є. Поняття спектру сигналу. Властивості дискретного перетворення Фур'є. Обчислювальна складність. Швидке перетворення Фур'є.	2
4	Загальні характеристики цифрових фільтрів. Імпульсна реація фільтрів. Визначення імпульсної реакції. Передаткові функції фільтрів. Нулі і полюси функції. Z-перетворення. Властивості z-перетворення. Зворотнє z-перетворення.	2
5	Нерекурсивні цифрові фільтри. Стійкість фільтрів. Частотні характеристики фільтрів. Структурні схеми цифрових фільтрів. З'єднання фільтрів. Схеми реалізації фільтрів. Методики розрахунку коефіцієнтів нерекурсивних фільтрів.	2
6	Рекурсивні цифрові фільтри. Види рекурсивних фільтрів та їх використання в електроніці. Низькочастотний фільтр Баттеруорта. Порівняння рекурсивних і нерекурсивних фільтрів Створення фільтрів з безмежною імпульсною характеристикою. Розрахунок коефіцієнтів фільтра шляхом розміщення нулів і полюсів.	2
7	Основні принципи побудови цифро-аналогових перетворювачів. Цифро-аналогові перетворювачі чисел із знаком. Основні принципи побудови аналого-цифрових перетворювачів (АЦП): паралельні АЦП, АЦП послідовного наближення та інтегруючі АЦП.	2
8	Кодування цифрових сигналів імпульсно-кодова модуляція, диференціальна імпульсно-кодова модуляція, дельта-модуляція, коди із захистом від завад. Методи передачі цифрової інформації: амплітудна маніпуляція, частотна маніпуляція, фазова і відносна фазова маніпуляція.	2
	Разом	**16**

6. Теми семінарських занять

Семінарські заняття в курсі не передбачені.

7. Теми практичних занять

Практичні заняття в курсі не передбачені.

8. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступне заняття. Інструкція з техніки безпеки. Дискретна згортка сигналів	2
2	Основні операції над сигналами	2
3	Кореляція та автокореляція	2
4	Перетворення Фур'є	2
5	Z- перетворення	2
6	Дискретне перетворення Гільберта	2
7	Нелінійна обробка сигналів	2
8	Захист звітів лабораторних робіт	2
	Разом	**16**

9. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	16
2	Підготовка до лабораторних робіт, оформлення звітів	16
3	Підготовка до модульних контрольних робіт	8
4	Цифрова обробка інформації (ЦОІ)– переваги та недоліки. Використання обробки сигналів в електроніці.	2
5	Алгоритми реалізації ШПФ.	2
6	Співвідношення між Z-перетворенням і Фур'є-перетворенням послідовності.	2
7	Ефект Гіббса. Створення фільтрів з скінченною імпульсною характеристикою.	2
8	Обчислення коефіцієнтів фільтра. Передаткова характеристика. Крутизна зрізу. Порядок фільтра. перерахунок низькочастотного фільтра у високочастотний.	2
9	Методи розрахунку коефіцієнтів рекурсивних цифрових фільтрів.	2
10	Режекторний фільтр довільної частоти. Селекторний фільтр. Білінійне перетворення.	2
11	Точність перетворення АЦП.	2
12	Методи передачі цифрової інформації	2
	Разом	**58**

10. Методи навчання

Навчальні заняття проводяться у формі лекційних та лабораторних робіт. Лекція – основна форма проведення навчальних занять, призначена для засвоєння теоретичного матеріалу. Лабораторні заняття проводяться у комп'ютерному класі. Кожна лабораторна робота розпочинається з перевірки готовності студента до виконання роботи, а після виконання роботи студенти проводять аналіз отриманих результатів.

Самостійна робота студента є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Самостійна робота студентів складається з таких видів робіт:

− підготовка до лекцій та лабораторних робіт,
− оформлення звітів про виконані лабораторні роботи,
− самостійне опрацювання окремих тем навчальної дисципліни,
− підготовка до модульних контрольних робіт.

11. Методи контролю

Оцінка якості засвоєння навчальної дисципліни включає поточний контроль успішності та складання підсумкового екзамену.

Для поточного контролю засвоєння студентами навчального матеріалу передбачається виконання та захист 8 обов'язкових лабораторних робіт та написання 2 модульних контрольних робіт.

Залік проводиться в письмовій формі.

12. Розподіл балів, що присвоюється студентам для заліку

Контроль засвоєння матеріалу включає поточний контроль (дві модульні контрольні роботи 2×10 = 20 балів), лабораторні роботи та оцінка відповідей (36 балів) та підсумковий контроль - залік (44 балів). Сумарна оцінка виставляється за 100-бальною шкалою.

При оцінюванні лабораторної роботи враховується підготовка до виконання лабораторної роботи, хід виконання лабораторної роботи, оформлення звіту, отримані результати та захист звіту про виконану лабораторну роботу.

Поточне тестування та самостійна робота		**Лабораторні роботи**	**Залік**	**Сума**
Змістовий Модуль 1	**Змістовий Модуль 2**			
Т1.1 – Т1.4	**Т2.1 – Т2.4**			
10	10	36	44	100

Шкала оцінювання: Університету , національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за ECTS	Оцінка за національною шкалою		
		іспит		залік
90-100	**A**	**5**	відмінно	зараховано
81-89	**B**	**4**	добре	
71-80	**C**			
61-70	**D**	**3**	задовільно	
51-60	**E**			
21–50	**FX**	**2**	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-20	**F**	**2**	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

12. Методичне забезпечення

1. Мочульський Ю. Аналогова і цифрова обробка сигналів: Навчально-методичний посібник. Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 1999.

13. Рекомендована література

Базова

1. Айфичер Э. Цифровая обработка сигналов: практический подход. - М.Изд.дом.Вильямс, -2004 -992с.

2. Бортник Г. Г., Кичак В. М. Цифрова обробка сигналів. Навчальний посібник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 167 с.
3. М. Є. Фриз, М. А. Стадник. Конспект лекцій з дисципліни Обробка сигналів та зображень. Тернопіль: ТНТУ, 2015 – 97 с.
4. Сергиєнко А. Б. Цифровая обработка сигналов – Питер, 2002 – 608 с.
5. Л. И. Филипова Введение в цифровую фильтрацию. Москва :Мир – 1976 р.

Допоміжна

1. Л. И. Филипова Введение в цифровую фильтрацию. Москва :Мир – 1976 р.
2. 1. Блейхут Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов. – М.: Мир, 1989. – 448 с.
3. Марпл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. – М.: Мир, 1990. – 584 с.

14. Інформаційні ресурси

Текст лекцій та вказівок до лабораторних робіт в системі MODLE