



ЦИФРОВА ОБРОБКА СИГНАЛІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>122 Комп'ютерні науки</i>
Освітньо-професійна програма	<i>Комп'ютерні системи і технології спеціального зв'язку</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 рік підготовки, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3,5 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік, модульна контрольна робота</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції: Іван САМБОРСЬКИЙ Практичні: Іван САМБОРСЬКИЙ Лабораторні: Іван САМБОРСЬКИЙ</i>
Розміщення курсу	<i>Google classroom</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програма навчальної дисципліни “Цифрова обробка сигналів” передбачена освітньо-професійною програмою підготовки здобувачів вищої освіти бакалавр, є навчальною дисципліною обов’язкової професійної та практичної підготовки.

Предмет навчальної дисципліни є: вивчення базових питань цифрового оброблення сигналів, дискретизації сигналів, їх цифрового представлення, цифрової фільтрації та маніпуляції сигналів.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:

оцінювати методи цифрової обробки сигналів із урахуванням особливостей сучасних інформаційно-телекомунікаційних технологій;

виконувати аналіз і синтез пристроїв цифрової обробки сигналів на основі заданих характеристик;

виконувати експериментальні дослідження функціонування пристроїв цифрової обробки сигналів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

забезпечує формування компетентностей:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 1);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 2);
- здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об’єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів (СК 7);
- здатність до розробки мережевого програмного забезпечення, що функціонує на основі різних топологій структурованих кабельних систем, використовує комп’ютерні системи і мережі передачі даних та аналізує якість роботи комп’ютерних мереж (СК 13);
- використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв’язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об’єктів інформатизації (ПР 2);

знання:

операцій аналого-цифрового та цифро-аналогового перетворення сигналів;

основних операцій цифрового оброблення сигналів;

основних видів цифрових фільтрів, методів їх аналізу та синтезу;

спектрального та кореляційного аналізу сигналів;

методів децимації та інтерполяції інформаційних даних;

методів стиснення сигналів;

основних видів дискретних перетворень сигналів;

вміння:

визначати параметри лінійних систем передачі даних та виконувати класичні перетворення даних;

моделювати процеси обробки та передачі даних;

проводити частотний аналіз сигналів;

визначати параметри та проводити розрахунки цифрових фільтрів;

досвід:

будування функціональних схем пристроїв цифрового оброблення сигналів, вибору методів рішення задач розрахунку елементів даних пристроїв;

застосовування аналітичного апарату сучасних методів цифрового оброблення сигналів для рішення практичних задач;

застосовування методів якісного та кількісного оцінювання функціонування пристроїв цифрового оброблення сигналів.

2. Пререквізити та постреквізити навчальної дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Успішне вирішення завдань навчальної дисципліни базується на засвоєні студентами знань та умінь, сформованих у них, в результаті вивчення таких навчальних дисциплін: “Вища математика” та “Фізика”.

Навчальні дисципліни, які забезпечуються цією навчальною дисципліною за структурно-логічною схемою програми підготовки передую та забезпечує навчальні дисципліни: “Основи телекомунікацій”, “Цифрова схемотехніка”, “Основи теорії інформації та кодування”, “Спеціальні телекомунікаційні системи”.

3. Зміст навчальної дисципліни

Семестр 2

Семестровий (кредитний) модуль 1. Цифрова обробка сигналів.

Розділ 1. Цифрова обробка сигналів (ЦОС)

Тема 1. Основи теорії сигналів, їх перетворення та цифрова обробка.

Заняття 1/1: Основні поняття та визначення ЦОС.

Заняття 1/2: Класифікація сигналів та їх математичні моделі.

Заняття 1/3: Аналогові, дискретні та цифрові сигнали.

Заняття 1/4: Основні операції ЦОС та процесори обробки сигналів.

Заняття 1/5: Основи перетворення сигналів.

Заняття 1/6: Розрахунок характеристик типових сигналів.

Заняття 1/7: Основи перетворення сигналів у цифрову форму.

Заняття 1/8: Моделювання типових перетворень сигналів.

Заняття 1/9: Основні методи відновлення сигналу-цифро-аналогове перетворення.

Заняття 1/10: Моделювання у середовищі Matlab перетворення частоти дискретизації сигналу.

Тема 2. Основні операції перетворення та обробки сигналів у засобах спеціальних телекомунікаційних систем (ТКС).

Заняття 2/1: Перетворення сигналів при проходженні через електричні ланцюги ТКС.

Заняття 2/2: Модуляція та маніпуляція сигналів у ТКС.

Заняття 2/3: Розрахунок параметрів маніпульованих сигналів.

Заняття 2/4: Згортка і кореляція.

Заняття 2/5: Дискретні перетворення сигналів у системах ЦОС.

Заняття 2/6: Дискретні перетворення оптимізації обробки сигналів.

Заняття 2/7: Основи Z-перетворення сигналів.

Заняття 2/8: Згортка і кореляція. Алгоритми дискретних перетворень у системах ЦОС.

Заняття 2/9: Моделювання процесів модуляції у середовищі *Mathlab*.

Заняття 2/10: Цифровий спектральний аналіз та його використання.

Тема 3. Основи фільтрації сигналів та цифрові фільтри.

Заняття 3/1: Основи теорії фільтрації сигналів у ТКС.

Заняття 3/2: Проектування цифрового КІХ – фільтра

Заняття 3/3: Синтез цифрових фільтрів (ЦФ).

Заняття 3/4: Побудова структурних схем ЦФ.

Заняття 3/5: Імпульсні характеристики та передатні функції ЦФ.

Заняття 3/6: Принципи дослідження імпульсних характеристик і передатних функцій ЦФ.

Заняття 3/7: Моделювання цифрових НІХ та КІХ – фільтрів.

Заняття 3/8: Синтез нерекурсивних та рекурсивних ЦФ.

Заняття 3/9: Адаптивні ЦФ.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. Ніколаєнко Б.А., Рома О.М., Самборський І.І., Шолохов С.М., Юрченко О.В. Основи цифрової обробки сигналів: навчальний посібник. Київ: ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 171 с.
2. Дікарев О.В. Цифрова обробка сигналів: Учбово-методичний посібник.- К.: ДУІКТ, 2014. – 115с.
3. Цифрова обробка сигналів в телекомунікаційних системах: підручник / Г. Г. Бортник, В. М. Кичак. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 232 с
4. Основи та методи цифрової обробки сигналів: від теорії до практики: навч. посібник / уклад. : Ю.О. Ушенко, М.С. Гавриляк, М.В. Талах, В.В. Дворжак. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. 308 с.

Додаткова література:

1. Жураковський Ю.П., Полторак В.П. Теорія інформації та кодування. –К.: Вища школа, 2001. – 225 с.
2. Фриз М.Є., Стадник М. А Обробка сигналів та зображень / Конспект лекцій з дисципліни.- Тернопіль: ТНТУ, 2015. – 97 с.
3. Заболотній С. В. Цифрове оброблення сигналів: Посібник для студентів напряму підготовки 6.050901 "Радіотехніка" усіх форм навчання [Електронний ресурс] / Авт.-укл. С. В.Заболотній ; За ред. проф. Ю. Г. Леги ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси: ЧДТУ, 2010. – 119 с.
4. Цифрова обробка інформації: Методичний посібник до лабораторного практикуму для студентів радіофізичного факультету / Коленов С. О. – Київ: Радіофізичний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2008. – 56 с.
5. Рибальченко М.О., Єгоров О.П., Зворикін В.Б. Цифрова обробка сигналів. Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2018. – 79 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента) передбачає висвітлення інформації за розділами, темами про всі навчальні заняття, а саме: лекції, практичні, лабораторні та надання рекомендацій щодо їх засвоєння.

Самостійна робота курсанта містить інформацію про:

види самостійної роботи, а саме: підготовка до аудиторних занять, проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, розв'язок задач та виконання розрахунково-графічної роботи.

Структура кредитного модуля

Номери, назви розділів, тем і питання навчальних занять, посилання на літературу		Кількість годин				
		Всього	у тому числі			
			Лекції	Практ. (сем.) зан.	Лаб. зан. (комп. пр.)	СР
Розділ 1. Цифрова обробка сигналів (ЦОС)						
1	2	3	4	5	6	7
Тема 1	Основи теорії сигналів, їх перетворення та цифрова обробка.	28	10	6	4	8
Заняття 1/1	Основні поняття та визначення ЦОС. 1. Завдання дисципліни ЦОС. 2. Основні поняття та визначення ЦОС. 3. Сутність цифрової обробки сигналів та області застосування ЦОС. Основна література: [1. с. 6-8].	2	2			-
Заняття 1/2	Класифікація сигналів та їх математичні моделі. 1. Класифікація сигналів. 2. Типові електричні сигнали в ТКС. 3. Основи математичного опису сигналів та алгоритми їх обробки. Основна література: [1. с. 11-27], [2. с. 2-10].	2		2		-
Заняття 1/3	Аналогові, дискретні та цифрові сигнали. 1. Розрахунок основних параметрів сигналів. 2. Математична та графічна інтерпретація типових сигналів. Основна література: [1. с. 14-16], [2. с. 2-16].	3	2			1
Заняття 1/4	Основні операції ЦОС та процесори обробки сигналів. 1. Згортка та кореляція та автокореляція сигналів. 2. Модуляція сигналів. 3. Цифрова фільтрація складних сигналів. 4. Схемна реалізація операцій ЦОС Основна література: [1. с. 44-58].	3		2		1
Заняття 1/5	Основи перетворення сигналів. 1. Основи реалізації перетворення Фур'є (пряме та зворотне). 2. Ознайомлення з основами швидкого дискретне перетворення Фур'є. 3. Математичний опис лінійних перетворювачів. Основна література: [1. с. 66-72], [2. с. 16-27].	3	2			1

Заняття 1/6	Розрахунок характеристик типових сигналів. 1. Розрахунок основних характеристик прямокутних імпульсів. 2. Розрахунок спектральних характеристик дискретних послідовностей. Основна література: [2. с. 74-78].	3		2		1
Заняття 1/7	Основи перетворення сигналів у цифрову форму. 1. Узагальнена структура обробки сигналів. 2. Етапи перетворення аналогових сигналів в цифрову форму. Основна література: [1. с. 14-30].	3	2			1
Заняття 1/8	Моделювання типових перетворень сигналів. 1. Ознайомлення з основами вимірювання параметрів типових сигналів та їх комп'ютерним моделюванням. 2. Розробка програми для моделювання аналогово-цифрових і цифро-аналогових перетворень (ЦАП). Додаткова література: [3. гл. 2-4].	3			2	1
Заняття 1/9	Основні методи відновлення сигналу-цифро-аналогове перетворення. 1. Структурна схема процесу відновлення аналогового сигналу та основи функціонування ЦАП. 2. Децимація та інтерполяція. Основна література: [1. с. 31-42].	3	2			1
Заняття 1/10	Моделювання у середовищі <i>Mathlab</i> перетворення частоти дискретизації сигналу. 1. Ознайомлення з основними операції моделювання ЦОС. 2. Розробка програми для імітації перетворення частоти дискретизації сигналу. Основна література: [1. с. 34-43], додаткова література: [2. гл. 1-3].	3			2	1
Тема 2	Основні операції перетворення та обробки сигналів у засобах спеціальних телекомунікаційних систем (ТКС).	28	10	8	2	8
Заняття 2/1	Перетворення сигналів при проходженні через електричні ланцюги ТКС. 1. Перетворення сигналів у радіотехнічних пристроях ТКС. 2. Математичні моделі та узагальнені схеми перетворення сигналів у ТКС. 3. Основи процесів модуляції та маніпуляції сигналів. Основна література: [1, с. 44-56, 2. с. 105-113].	3	2			1

Заняття 2/2	Модуляція та маніпуляція сигналів у ТКС. 1. Класифікація видів модуляції та маніпуляції. 2. Амплітудна та частотна маніпуляції 3. Фазова та квадратурна маніпуляції. Основна література: [1, с. 44-56], додаткова література: [3. гл. 2-4].	3		2		1
Заняття 2/3	Розрахунок параметрів маніпульованих сигналів. 1. Розрахунок параметрів амплітудно-маніпульованих сигналів. 2. Розрахунок параметрів частотно-маніпульованих та фазо-маніпульованих сигналів. 3. Структурні схеми реалізації процесів модуляції. Основна література: [1, с. 44-56], додаткова література: [1. гл. 4].	3		2		1
Заняття 2/4	Згортка і кореляція. 1. Процедура реалізації згортки в системах ЦОС. 2. Порядок розрахунку кореляційного сигналу в системах ЦОС. Основна література: [1. с. 56-58, 59-63].	3	2			1
Заняття 2/5	Дискретні перетворення сигналів у системах ЦОС. 1. Математична інтерпретація рядів Фур'є. 2. Перетворення Фур'є. 3. Властивості перетворень Фур'є. Основна література: [1. с. 64-79].	3		2		1
Заняття 2/6	Дискретні перетворення оптимізації обробки сигналів. 1. Дискретне косинус-перетворення. 2. Перетворення Уолша та Адамара. 3. Вейвлет-перетворення. Основна література: [1. с. 80-89].	2	2			-
Заняття 2/7	Основи Z-перетворення сигналів. 1. Математичні моделі дискретних сигналів та систем ЦОС. 2. Z-перетворення та його властивості. 3. Зворотне Z-перетворення та його властивості. Основна література: [1. с. 90-103], [2. с. 45-63].	3		2		1
Заняття 2/8	Згортка і кореляція. Алгоритми дискретних перетворень у системах ЦОС. 1. Алгоритм обчислення параметрів цифрових сигналів при згортці та кореляції. 2. Алгоритм реалізації перетворень Фур'є. Основна література: [1. с. 90-103], [2. с. 45-63].	2	2			-
Заняття 2/9	Моделювання процесів модуляції у середовищі <i>Mathlab</i> . 1. Моделювання та розрахунок характеристик	3			2	1

	амплітудно-маніпульованих сигналів. 2. Моделювання частотно-маніпульованих сигналів. 3. Розрахунок характеристик фазо-маніпульованих сигналів Основна література: [1, с. 44-56].					
Заняття 2/10	Цифровий спектральний аналіз та його використання. 1. Математичні моделі спектрів дискретних сигналів. 2 Алгоритми реалізації спектрального аналізу в ТКС. Основна література: [2. с. 32-49, 105-113].	3	2			1
Тема 3	Основи фільтрації сигналів та цифрові фільтри.	26	10	4	4	8
Заняття 3/1	Основи теорії фільтрації сигналів в ТКС. 1. Призначення та класифікація фільтрів. 2. Основні параметри та характеристики фільтрів. 3. Спрощені структурні схеми КІХ та НІХ - фільтрів. Основна література: [1. с. 104-106], [2. с. 32-39].	3	2			1
Заняття 3/2	Проектування цифрового КІХ – фільтра. 1. Формування вхідних даних для моделювання структури фільтру 2. Розрахунок параметрів цифрового КІХ – фільтра. Основна література: [1. с. 104-106], [2. с. 32-39], Додаткова література: [3. гл.2], [4. гл.. 3-6].	3			2	1
Заняття 3/3	Синтез цифрових фільтрів (ЦФ). 1. Трансверсальні ЦФ. 2. Рекурсивні ЦФ. 3. Метод інваріантних імпульсних характеристик. Основна література: : [1. с. 90-113].	3		2		1
Заняття 3/4	Побудова структурних схем ЦФ. 1. Побудова структурних схем за різницевиими рівняннями. 2. Побудова структурних схем за передавальними функціями. Основна література: [2. с. 79-103].	3	2			1
Заняття 3/5	Імпульсні характеристики та передатні функції ЦФ. 1. Передатні характеристики рекурсивних та нерекурсивних ЦФ. 2. Імпульсні характеристики ЦФ. Основна література: [2. с. 89-105].	3		2		1

Заняття 3/6	Принципи дослідження імпульсних характеристик і передавальних функцій ЦФ. 1. Дослідження імпульсних характеристик ЦФ. 2. Дослідження передатних функцій ЦФ. Основна література: [2. с. 96-105].	2	2			-
Заняття 3/7	Моделювання цифрових НІХ та КІХ – фільтрів. 1. Аналіз впливу параметрів і способу розрахунку коефіцієнтів НІХ фільтра на його основні характеристики. 2. Аналіз впливу параметрів і способу розрахунку коефіцієнтів КІХ - фільтра на його основні характеристики. Основна література: [1. с. 115-127], [2. с. 79-105], Додаткова література: [3. гл.2], [4. гл.. 3-6].	3			2	1
Заняття 3/8	Синтез нерекурсивних та рекурсивних ЦФ. 1. Загальні відомості про процедури синтезу цифрових систем. 2. Алгоритми синтезу нерекурсивних та рекурсивних ЦФ Основна література: [2. с. 49-79, с. 89-103].	3	2			1
Заняття 3/9	Адаптивні ЦФ. 1. Концепція реалізації адаптивних фільтрів. 2. Структурні схеми адаптивних фільтрів. 3. Алгоритми реалізації адаптивної фільтрації. Основна література: [1. с. 128-140].	3	2			1
Разом за розділом 1		82	30	18	10	24
Розрахунково-графічна робота		15				15
Залік		8		2		6
Всього годин		105	30	20	10	45

6. Самостійна робота студента

Головними видами самостійної роботи студентів є: самостійна підготовка до аудиторних занять та самостійна підготовка до екзамену.

Доцільно час самостійної підготовки для поглибленого вивчення та закріплення навчального матеріалу розподілити наступним чином:

№ з/п	Назва теми та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу)	Кількість годин СР
1.	Тема 1. Основи теорії сигналів, їх перетворення та цифрова обробка. 1. Області застосування ЦОС. 2. Ключові операції ЦОС та процесори ЦОС. 3. Процес дискретизації, квантування та кодування сигналів. 4. Алгоритми перетворення сигналів у цифрову форму Основна література: [3, с. 6-43].	8

2.	<p>Тема 2. Основні операції перетворення та обробки сигналів у засобах спеціальних телекомунікаційних систем.</p> <p>1. Перетворення сигналів при проходженні через лінійні радіотехнічні кола.</p> <p>2. Перетворення сигналів при проходженні через нелінійні радіотехнічні кола.</p> <p>3. Методи перетворення аналогових сигналів в цифрову форму.</p> <p>4. Цифрова модуляція.</p> <p>Основна література: [1, с. 144-160].</p>	8
3.	<p>Тема 3. Цифрова частотна селекція сигналів. Цифрові фільтри.</p> <p>1. Принцип цифрової обробки сигналів.</p> <p>2. Алгоритм лінійної цифрової фільтрації.</p> <p>3. Типи цифрових фільтрів.</p> <p>4. Передатна функція цифрового фільтра</p> <p>5. Z-перетворення.</p> <p>6. Синтез нерекурсивних ЦФ.</p> <p>7. Синтез рекурсивних ЦФ.</p> <p>Основна література: [1, с. 34-99]. Додаткова література: [4, с. 78-99].</p>	8
4.	Опрацювання розрахунково-графічної роботи (РГР).	15
5.	Підготовка до заліку	6
	Всього годин	45

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування навчальних занять з даного освітнього компонента не оцінюється. Однак, курсантам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для успішного написання контрольних робіт, виконання розрахунково-графічної роботи та складання письмового екзамену. У разі великої кількості пропусків курсант може бути недопущений до екзамену.

Поточний контроль засвоєння навчального матеріалу студентами проводиться за допомогою усного опитування та проведення письмових контрольних робіт на практичних заняттях, прийому звіту на лабораторних заняттях.

Підсумковий контроль знань, вмінь і навичок, одержаних студентами при вивченні кредитного модулю, здійснюється письмово під час екзамену. При цьому в білети включаються поряд з теоретичними також практичні питання розрахункового характеру.

Календарний контроль проводиться згідно Графіка-календаря навчального процесу ІССЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського на навчальний рік.

Здобувачі зобов'язані дотримуватися принципів доброчесності, визначених розділом 3 Кодексу честі Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”.

У випадку запровадження обмежувальних заходів, що унеможливають організацію і здійснення освітнього процесу в навчальних приміщеннях у складі груп, проведення навчальних занять з даного освітнього компонента можна здійснювати віддалено з використанням технологій дистанційного навчання.

Навчальні матеріали та ресурси, зазначена у пункті 4 робочої програми навчальної дисципліни (силабусу) є відкритими, не містять відомостей з обмеженим доступом і можуть бути

оприлюднені з використанням технологій дистанційного навчання, а сама робоча програми навчальної дисципліни (силабусу) не потребує коригування у випадку проведення навчальних занять у дистанційному режимі.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

- роботу на 10 практичних заняттях (виконання експрес-контролів – складових модульної (тематичної) контрольної роботи);
- роботу на 5 лабораторних заняттях;
- виконання індивідуального семестрового завдання – РГР.

Критерії нарахування балів.

Експрес - контроль на 10 практичних заняттях оцінюються по 5 балів кожен:

- “*відмінно*” – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 5 балів;
- “*добре*” – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 4 бали;
- “*задовільно*” – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 3 бали;
- “*незадовільно*” – відповідь не відповідає вимогам “*задовільно*” – 0 балів.

Максимум становить $5 \cdot 10 = 50$ балів.

Лабораторне заняття оцінюється 5 балами:

- “*відмінно*” – творче розкриття суті роботи та її правильне оформлення, вільне володіння матеріалом – 5 балів (не менше 90% потрібної інформації);
- “*добре*” – глибоке розкриття суті роботи, оформлення потребує незначного доопрацювання – 4 бали (не менше 75% потрібної інформації);
- “*задовільно*” – повне розкриття суті роботи, оформлення потребує значного доопрацювання – 3 бали (не менше 60% потрібної інформації);
- “*незадовільно*” – відповідь не відповідає вимогам “*задовільно*” – 0 балів.

Максимум становить $5 \cdot 5 = 25$ балів.

Індивідуальне семестрове завдання – РГР- оцінюється у 25 балів за такими критеріями:

- “*відмінно*” – творчий підхід до розкриття проблеми – 23-20 балів (не менше 90% потрібної інформації);
- “*добре*” – глибоке розкриття проблеми, відображена власна позиція щодо вирішення задач по ЦОС – 19-22 балів (не менше 75% потрібної інформації);
- “*задовільно*” – обґрунтоване розкриття проблеми з певними недоліками – 15-18 балів (не менше 60% потрібної інформації);
- “*достатньо*” – не повністю обґрунтоване розкриття проблеми з суттєвими недоліками – 10-5 балів;
- “*незадовільно*” – завдання не виконане, РГР не зарахована – 0 балів.

Максимум становить $1 \cdot 25 = 25$ балів.

За кожний тиждень затримки із поданням РГР нараховуються штрафні – 2 бали (але не більше 10).

$$RD = 100 = \sum r_{ек} + \sum r_{лз} + \sum r_{рзр}$$

Календарний контроль проводиться згідно Графіка-календаря навчального процесу ІССЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського на навчальний рік.

Умовою першої атестації є отримання не менше 50% від кількості балів, яку студент може отримати на час проведення атестації.

Умовою допуску до заліку є: виконання усіх видів робіт та завдань (5 лабораторних робіт, 10 експрес-опитувань на практичних заняттях та 1 РГР), що передбачені робочим навчальним планом на семестр з цієї навчальної дисципліни.

Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею. Якщо сума балів менша за 60, студент виконує залікову контрольну роботу. У цьому разі сума балів за виконання РГР та залікову контрольну роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Студент, який набрав протягом семестру необхідну кількість балів ($RD \geq 60$), отримують залікову оцінку (залік) так званим “автоматом” відповідно до набраного рейтингу. У такому разі до відомості семестрового контролю вносяться бали RD та відповідні оцінки.

Студент, який у семестрі отримав більше 60 балів, може взяти участь у заліковій контрольній роботі з метою підвищення оцінки. У цьому разі бали, отримані ним на заліковій контрольній роботі, є остаточними.

Залікова контрольна робота оцінюється у 100 балів. Завдання цієї роботи складається з 5 питань, а саме 3 теоретичних та 2 практичних (розрахункового характеру).

Кожне питання оцінюється з 20 балів за такими критеріями:

- “відмінно” – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані повні та правильні всебічні обґрунтування та особистий погляд – 20 - 18 балів;
- “дуже добре” – повна відповідь (не менше 80% потрібної інформації), надані необхідні обґрунтування та особистий погляд – 16- 17 балів;
- “добре” – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), яка виконана згідно з вимогами до рівня “умінь”, або незначні неточності) – 15...16 балів;
- “задовільно” – неповна відповідь (не менше 65% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до “стереотипного” рівня та деякі помилки) – 13...14 балів;
- “достатньо” – часткова відповідь (не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки) – 12 балів;
- “незадовільно” – відповідь не відповідає вимогам “достатньо” – 0 балів.

Якщо оцінка за залікову контрольну роботу більша ніж за рейтингом, студент отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи.

Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша, ніж за рейтингом, застосовуємо жорстку РСО:

а) жорстка РСО – попередній рейтинг студента з кредитного модуля скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи.

Значення таблиці перерахунку RD визначаються на основі нормативної рейтингової таблиці при $R_{in} = 100$.

Рейтингова оцінка трансформується до університетської системи оцінювання згідно з таблицею 1.

Таблиця 1. Переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

Примітки:

- положення про рейтингову систему оцінки успішності доводиться на першому занятті з дисципліни;
- попередня рейтингова оцінка (R_C) з кредитного модуля (дисципліни) доводиться до курсантів на останньому занятті;

9. Додаткова інформація з навчальної дисципліни

Перелік питань, які виносяться на залік:

1. Основні області застосування цифрової обробки сигналів.
2. Застосування ЦОС в телекомунікаційних системах.
3. Особливості, основні переваги та недоліки цифрової обробки сигналів.
4. Класифікація та характеристика сигналів, які застосовуються в телекомунікаційних системах.
5. Аналогові, дискретні та цифрові сигнали: основні характеристики.
6. Основні операції цифрової обробки сигналів: короткий опис процесів.
7. Етапи аналого-цифрового перетворення сигналів.
8. Процес дискретизації сигналу.
9. Процес кодування сигналу.
10. Зміст теореми відліків (Котельникова, Найквіста, Шенона).
11. Особливості застосування теореми Котельникова: приклад використання.
12. Телеграфні сигнали: основні характеристики.
13. Цифро-аналогове перетворення: основні елементи пристрою
14. Сутність цифрової обробки сигналів
15. Основні відомості про модуляцію сигналів.
16. Типи модуляції. Цифрова модуляція (маніпуляція).
17. Згортка та її властивості.
18. Цифрова фільтрація.
19. Кореляція.
20. Дискретне перетворення Фур'є.
21. z-перетворення.
22. Зворотне z-перетворення.
23. Властивості z-перетворення.
24. Типи фільтрів та їх характеристики. КІХ та НІХ фільтри.
25. Оцінка коефіцієнтів КІХ та НІХ фільтрів.