



МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ ТА РАДІОТЕХНІЦІ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізитивна навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>17 Електроніка та телекомунікації</i>
Спеціальність	<i>172 Телекомунікації та радіотехніка</i>
Освітньо-наукова програма	<i>Телекомунікації та радіотехніка</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2- й курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити – 90 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен</i>
Розклад занять	<i>2 години на тиждень</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доктор технічних наук, професор Лисенко Олександр Іванович, 096-225-28-20, Lysenko.a.i.1952@gmail.com Практичні : доктор технічних наук, професор Лисенко Олександр Іванович, 096-225-28-20, Lysenko.a.i.1952@gmail.com</i>
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/u/0/c/MTYzMDEzNjE5NTkw , код курсу 4nufqjn за запрошенням викладача

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна охоплює основні розділи математичного програмування та дослідження операцій і дає сучасні підходи до застосування теоретичних положень для розв'язання практичних задач в техніці телекомунікацій та радіотехніки.

Навчальна дисципліна базується на природничо-наукових уявленнях про існуючий всесвіт.

Предмет навчальної дисципліни: математичні моделі явищ та процесів, які відбуваються в телекомунікаційних системах (мережах) та радіотехніці і впливають на ефективність функціонування засобів телекомунікацій та радіотехніки.

Дисципліна “Математичні методи наукових досліджень в телекомунікаціях та радіотехніці” надає глибокі прикладні математичні знання і тим самим забезпечує достатній рівень математичної підготовки для написання кандидатської дисертації в галузі знань електроніка та телекомунікації за спеціальністю телекомунікації та радіотехніка.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Мета навчальної дисципліни

Отримання компетентностей (інтегральної, загальних (ЗК1 та ЗК2), фахових (ФК2 та ФК3)), знань (ЗН1, ЗН2, ЗН4) та умінь (УМ5, УМ7, УМ12) по основах побудови, ідентифікації і практичного використання математичних моделей детермінованих і випадкових явищ, які мають місце в інформаційно-телекомунікаційних системах (мережах) та радіотехніці в цілому та в окремих апаратних засобах і технологічних процесах.

1.2. Основні завдання навчальної дисципліни

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

Програмні компетентності

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики **завдяки засвоєнню** термінології, визначень, основних понять, символічного позначення основних операцій та **розуміння** їх змісту, що використовуються в детермінованих умовах та в умовах невизначеності; **розумінню** експериментальних основ, що пояснюють фізичний та філософський зміст випадкових явищ, відмінності стохастичних процесів від детермінованих; постановок задач математичного програмування, що найбільш поширені в телекомунікаційній техніці та радіотехніці; ознак та характеристики випадкових процесів: вінеровського, пуассонівського, марковського; стаціонарних та ергодичних; дискретних та неперервних, способів їх ідентифікації та імітації.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 1 (Здатність до критичного аналізу, оцінки і синтезу нових складних ідей), **ЗК 2** (Здатність ініціювати, розробляти та реалізовувати дослідницько-інноваційні проекти, включаючи власні дослідження) **завдяки засвоєнню** найбільш поширених в телекомунікаційній техніці та радіотехніці постановок задач математичного програмування; ознак та характеристики випадкових процесів: вінеровського, пуассонівського, марковського; стаціонарних та ергодичних; дискретних та неперервних, способів їх ідентифікації та імітації; критеріїв та методик перевірки статистичних гіпотез; математичних моделей критеріїв та методів технічної та економічної оптимізації систем масового обслуговування; критеріїв та методів оцінки і оптимізації надійності засобів телекомунікацій і телекомунікаційних систем.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

ФК 2 (Здатність застосовувати математичні методи наукових досліджень, імітаційного моделювання, прикладні аспекти системного аналізу у різних видах професійної діяльності), **ФК 3** (Здатність виконувати теоретичні й експериментальні дослідження, математичне й комп'ютерне моделювання процесів у телекомунікаційних і радіотехнічних системах та пристроях) **завдяки засвоєнню** класичних математичних методів аналізу та синтезу раціональних, квазіоптимальних та оптимальних **телекомунікаційних та радіотехнічних систем**; інформаційних технологій розв'язання класичних задач лінійного, нелінійного, дискретного(у тому числі і цілочисельного), стохастичного, динамічного програмування, моделювання операцій методом статистичних випробувань, обґрунтування рішень методами теорії ігор, мережевого планування, векторної оптимізації; прийомів формалізації задач структурно-функціонального аналізу, загальної стратегії їх розв'язання та системної оптимізації **складних конструктивних елементів телекомунікаційних та радіотехнічних систем та пристроїв** на основі застосування чисельних методів в задачах нелінійного програмування: метод нульового порядку; метод прямого пошуку (метод Хука-Дживса); метод деформованого багатогранника (метод Нелдера-Міда); чисельних методи безумовної оптимізації першого і другого порядків: методу найшвидшого спуску; методу спряжених градієнтів; алгоритмів на базі методу Ньютона; методів розв'язання задач нелінійного програмування за наявності обмежень: методу проекції градієнта; комплексного методу Бокса; методів штрафних функцій; динамічного програмування.

Програмні результати навчання

ЗНАННЯ (ЗН)

ЗН 1 (Концептуальні та методологічні знання в галузі науково-дослідної та/або професійної діяльності і на межі предметних галузей), **ЗН 2** (Методів наукового дослідження у предметній галузі), **ЗН 4** (Сучасних математичних методів наукових досліджень, імітаційного моделювання, прикладних аспектів системного аналізу), **які конкретно полягають у запам'ятовуванні та розумінні** елементів теорії детермінованого

лінійного та нелінійного програмування, основних розділів стохастичного лінійного та нелінійного програмування (методу стохастичних апроксимацій, багатовимірного регресійного аналізу, дисперсійного аналізу, факторного аналізу, методів ідентифікації структури та параметрів стохастичних різницевого рівнянь, основ теорії розпізнавання і перевірки гіпотез; основ методів статистичного (імітаційного) моделювання), методів чисельного пошуку екстремумів опуклих функцій на опуклих множинах; методів динамічного, параметричного та цілочисельного програмування; термінології, основних понять, символічного позначення основних операцій та їх змісту, що використовуються в теорії математичного програмування, теорії прийняття рішень, теорії ігор, теорії управління запасами і при імітаційному моделюванні; експериментальних основ, фізичного та філософського змісту випадкових явищ, відмінності стохастичних процесів від детермінованих, особливості їх відображення у математичних моделях в обсязі достатнім для засвоєння основ функціонування, оцінки ефективності та оптимізації **сучасних та перспективних технологій та засобів телекомунікацій, теорії і практики побудови телекомунікаційних систем та мереж**

УМІННЯ (УМ)

УМ 5 (Виконувати самостійно науково-дослідну діяльність у галузі телекомунікацій і радіотехніки з використанням сучасних математичних методів наукових досліджень, імітаційного моделювання, прикладних аспектів системного аналізу), **УМ 7** (Планувати, організовувати роботу та керувати проектами в галузі наукових досліджень, розробки, аналізу, розрахунку, моделювання, виробництва та тестування телекомунікаційних і радіотехнічних систем та пристроїв), **УМ 12** (Обирати відповідний (найкращий за якимось критерієм) метод розв'язання задачі), **які полягають у конкретних навичках та особистому досліді здобувача стосовно** побудови математичних моделей засобів телекомунікацій і телекомунікаційних систем та мереж, а також технологічних процесів, що в них відбуваються, в термінах теорії дослідження операцій в інфотелекомунікаціях та радіотехніці, ідентифікації структури і параметрів цих моделей; обробки результатів статистичних спостережень випадкових явищ і процесів в телекомунікаційних системах (оцінювати параметри випадкових величин і процесів, перевіряти статистичні гіпотези); інтерпретації результатів статистичної обробки експериментальних спостережень, аналітичних досліджень та комп'ютерного імітаційного моделювання роботи засобів телекомунікацій, телекомунікаційних систем та радіотехніки; виконанні математичної постановки задач оптимізації та вдосконалення технічних засобів телекомунікацій, телекомунікаційних систем та радіотехніки в термінах (форматі) системи комп'ютерної математики MATLAB + Simulink.

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

Для успішного засвоєння дисципліни здобувач повинен володіти знаннями з математичного аналізу, аналітичної геометрії, теорії матриць, диференціальних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики.

На результатах вивчення даної дисципліни базуються дисципліни «Інноваційні напрямки розвитку телекомунікацій та радіотехніки», «Організація науково-інноваційної діяльності – 1», «Організація науково-інноваційної діяльності – 2», «Прикладні аспекти прикладного системного аналізу в телекомунікаціях та радіотехніці», «Імітаційне моделювання в телекомунікаціях та радіотехніці», «Методи оцінки ефективності функціонування телекомунікаційних систем», «Моделі і методи розрахунку телекомунікаційних мереж», «Аналіз даних в системах інтернету речей», «Bigdata та методи їх обробки», а також навчальні дисципліни для здобуття універсальних компетентностей дослідника (вибіркові).

На результатах вивчення даної дисципліни базуються математичні постановки задач та методи їх розв'язання в галузі знань електроніка та телекомунікації за спеціальністю телекомунікації та радіотехніка, що досліджуються у дисертаціях здобувачів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Назва розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні	СРС

Вступ до дисципліни.				
Тема 1. Загальна методологія дослідження операцій в телекомунікаціях та радіотехніці	4	2	-	2
Тема 2. Предмет математичного програмування	8	2	-	6
Тема 3. Лінійне програмування	12	2	4	6
Тема 4. Нелінійне програмування	21	5	6	10
Тема 5. Дискретне програмування	10	2	2	6
Модульна контрольна робота	5	-	1	4
Екзамен	30	-	-	30
Всього годин	90	13	13	64

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. Лисенко О.І., Тачиніна О.М., Алексєєва І. В. «Математичні методи моделювання та оптимізації. Частина 1. Математичне програмування та дослідження операцій: підручник» – К.: НАУ, 2017. – 212 с. ISBN 978-966-932-063-6.
2. Лисенко О.І., Алексєєва І.В. Дослідження операцій. Конспект лекцій. — К: НТУУ «КПІ», 2016. – 196 с.
3. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Телекомунікаційні системи. – Київ: Наукова думка, 2017. – 730 с
4. Досягнення в телекомунікаціях 2019 / за наук. ред. М.Ю.Ільченка, С.О.Кравчука: монографія. - Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019.- 336 с. Рекомендовано до друку ВР КПІ ім.І.Сікорського (прот.№10 від 04.11.2019 р.) ISBN 978-617-7734-12-2
5. Ларіонов Ю.І., Левикін В.М., Хажмурадov М.А. Дослідження операцій в інформаційних системах.- Харків.: Компанія СМІТ, 2005.-364 с.
6. Глоба Л.С., Дяденко О.М., Пилипенко А.Ю., Скулиш М.А. Математичні методи аналізу та керування телекомунікаційними мережами. К.: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2017. – 234 с.

Допоміжна література:

7. Глоба Л.С. Розробка інформаційних ресурсів та систем. Підручник у 2 т.. – К.: НТУУ „КПІ”, 2014. Т.1. -376 с.
8. Глоба Л.С. Розробка інформаційних ресурсів та систем. Підручник у 2 т.. – К.: НТУУ „КПІ”, 2015. Т.2. - 376 с.
9. Xin-She Yang. Optimization Techniques and Applications with Examples. Hoboken, New Jersey: JohnWiley & Sons, 2018. – 364 p.
10. Probability and Statistics. The Science of Uncertainty. Second Edition. Michael J. Evans and Jeffrey S. Rosenthal. University of Toronto. - 2009.-750 p.
11. Probability and Stochastic. Processes with Applications
Oliver Knill. Edition : 2009. Published by Narinder Kumar Lijhara for Overseas Press India Private Limited, 7/28, Ansari Road, Daryaganj, New Delhi-110002 and Printed in India. – 382 p.
12. Probability Theory: STAT310/MATH230. March 13, 2020. Amir Dembo. E-mail address: amir@math.stanford.edu. Department of Mathematics, Stanford University, Stanford, CA 94305. – 400 p.
13. **Інформаційні ресурси**
Лисенко О.І. Дистанційний курс. <https://classroom.google.com/c/MTYzMDEzNjE5NTkw>. Код доступу: 4nufqjn.
HANDONG UNITWIN FELLOWSHIP (Republic of Korea). Course [S084-Ukraine] Mathematical programming and operations research in telecommunications, 14 Lectures. Fall 2017. <https://www.hufocw.org/Course/263>
HANDONG UNITWIN FELLOWSHIP (Republic of Korea). Course "Digital automatic control systems for information communications engineers", 14 Lectures. Spring 2020. <https://www.hufocw.org/Course/197>

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Очна/дистанційна форма

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Вступ до дисципліни “Математичні методи наукових досліджень в телекомунікаціях та радіотехніці”. Мета, завдання і структура дисципліни. Загальна методологія дослідження операцій в телекомунікаціях та радіотехніці Основні поняття і визначення. Модель операції. Основні принципи побудови моделей операцій. Методика проведення досліджень операцій. Типові класи задач дослідження операцій. Загальна математична модель прийняття рішення. <i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13]
2	Предмет математичного програмування. Загальна задача математичного програмування Класифікація задач математичного програмування. Типи максимумів . Теорема Вейерштрасса та теорема про достатні умови глобального максимуму. Специфіка задач математичного програмування в техніці телекомунікацій. <i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 13].
3	Лінійне програмування. Приклади задач лінійного програмування(ЗЛП). Форми запису задачі лінійного програмування. Геометрична інтерпретація ЗЛП. Симплекс–метод розв’язання ЗЛП. Модифікації симплекс методу: двоїстий симплекс-метод; метод оберненої матриці. Метод штучної бази. Двоїстість (спряженість) в лінійному програмуванні. Післяоптимізаційний аналіз ЗЛП. Параметричне програмування. Спеціальні задачі лінійного програмування :транспортна задача (Т-задача); задача про призначення. <i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 5, 9, 10, 11, 12, 13].
4	Класичні умови екстремуму. Метод множників Лагранжа. Приклад найпростішої задачі нелінійного програмування(ЗНП) в умовах невід’ємності змінних. Умови Куна-Таккера. ЗНП і сідло ва точка. Квадратичне програмування. Метод Франка-Вулфа. ЗНП із сепарабельними функціями. Задачі гіперболічного програмування. <i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 5, 6, 7, 8].
5	Чисельні методи в задачах нелінійного програмування: метод нульового порядку; метод прямого пошуку (метод Хука-Дживса); метод деформованого багатогранника (метод Нелдера-Міда); Чисельні методи безумовної оптимізації першого і другого порядків: метод най скорішого спуску; метод спряжених градієнтів; алгоритм на базі методу Ньютона. <i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 5, 6, 7, 8, 13].
6	Методи розв’язання задач нелінійного програмування за наявності обмежень: метод проєкції градієнта; комплексний метод Бокса; методи штрафних функцій; динамічне програмування. <i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 5, 6, 7, 8, 13].
7	Дискретне програмування. Загальна характеристика дискретних задач. Математичні моделі задач дискретного програмування. Метод Гоморі. Метод гілок та границь <i>Рекомендована література:</i> [1, 5, 6, 7, 8, 13].
8	Екзамен

Практичні заняття

№ /п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Приклади задач лінійного програмування(ЗЛП) в задачах телекомунікацій та радіотехніки. Форми запису задачі лінійного програмування. Геометрична інтерпретація ЗЛП. Симплекс–метод розв’язання ЗЛП. Модифікації симплекс методу: двоїстий симплекс-метод; метод оберненої матриці. Метод штучної бази. Двоїстість (спряженість) в лінійному програмуванні.

	<i>Завдання на СРС: [3, 4, 5, 6, 7, 8, 13].</i>
2	Післяоптимізаційний аналіз ЗЛП в задачах телекомунікацій та радіотехніки. Параметричне програмування. Спеціальні задачі лінійного програмування :транспортна задача (Т-задача); задача про призначення <i>Завдання на СРС: [3, 4, 5, 6, 7, 8, 13].</i>
3	Класичні умови екстремуму в задачах телекомунікацій та радіотехніки. Метод множників Лагранжа. Приклад найпростішої задачі нелінійного програмування(ЗНП) в умовах невід’ємності змінних. Умови Куна-Таккера. ЗНП і сідло ва точка. Квадратичне програмування. Метод Франка-Вулфа. ЗНП із сепарабельними функціями. Задачі гіперболічного програмування. <i>Рекомендована література: [3, 4, 5, 6, 7, 8, 13].</i>
4	Чисельні методи нелінійного програмування в задачах телекомунікацій та радіотехніки: метод нульового порядку; метод прямого пошуку (метод Хука-Дживса); метод деформованого багатогранника (метод Нелдера-Міда) <i>Завдання на СРС: [3, 4, 5, 6, 7, 8, 13].</i>
5	Чисельні методи безумовної оптимізації першого і другого порядків в задачах телекомунікацій та радіотехніки:: метод най шорішого спуску; метод спряжених градієнтів; алгоритм на базі методу Ньютона. Методи розв’язання задач нелінійного програмування за наявності обмежень: метод проєкції градієнта; комплексний метод Бокса; методи штрафних функцій; динамічне програмування. <i>Завдання для СРС: [3, 4, 5, 6, 7, 8, 13].</i>
6	Дискретне програмування в задачах телекомунікацій та радіотехніки. Математичні моделі задач дискретного програмування. Метод Гоморі. Метод гілок та границь. <i>Завдання для СРС: [3, 4, 5, 6, 7, 8, 13].</i>
	Модульна контрольна робота. <i>Завдання для СРС: [3, 4, 5, 6, 7, 8, 13].</i>

Методика опанування навчальної дисципліни «Математичні методи наукових досліджень в телекомунікаціях та радіотехніці » полягає у набутті практичних навичок застосування положень теорії ймовірностей, математичної статистики, теорії масового обслуговування і теорії надійності для розв’язання конкретних технічних задач, що виникають при розробці та експлуатації телекомунікаційного обладнання та інформаційно-телекомунікаційних та радіотехнічних систем, набуття стійких вмій прийняття науково обґрунтованих , усвідомлених, підтверджених розрахунками рішень.

6. Самостійна робота аспіранта

Для активізації сприйняття математичних та прикладних ідей дисципліни “Математичні методи наукових досліджень в телекомунікаціях та радіотехніці” здобувач повинен повторити матеріал, який було викладено в курсі математичного аналізу та лінійної алгебри.

Для підвищення швидкості та надійності засвоєння базових положень теорії потрібно приділити більше уваги при СРС розв’язанню задач .

Для осмисленого і живого сприйняття дисципліни “Математичні методи наукових досліджень в телекомунікаціях та радіотехніці” рекомендується проводити комп’ютерні імітаційні експерименти для перевірки теоретичних положень, викладених на лекціях, а також використовувати методи що вивчаються в дисципліні “Математичні методи наукових досліджень в телекомунікаціях та радіотехніці”, при написанні дисертаційної роботи з метою побудови математичних моделей явищ, що вивчаються для подальшої оптимізації управління цими явищами.

Контроль якості опанування здобувачем дисципліни здійснюється шляхом опитування на практичних заняттях, при перевірці МКР , а також при проведенні екзамену.

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Матеріал кредитного модуля “Математичні методи наукових досліджень в телекомунікаціях та радіотехніці ” вивчається на другому курсі у першому семестрі на лекціях та практичних заняттях. Теоретичний матеріал викладається та в подальшому використовується для розв’язання вправ і задач на базі підручників та навчальних посібників, рекомендованих Міністерством освіти і науки України для студентів вищих навчальних закладів. Приклади застосування математичного програмування(детерміноване і стохастичне, лінійне і нелінійне, статичне і динамічне), теорії ігор, мережного планування, векторної оптимізації, структурно-функціонального аналізу складних ієрархічних систем для розв’язання практичних задач в техніці телекомунікацій наводяться із навчального посібника , рекомендованого Методичною радою “КПІ ім. І. Сікорського” та науково-технічного видання .

Контроль якості опанування здобувачами дисципліни здійснюється шляхом опитування на практичних заняттях ,при виконанні МКР, а також при проведенні екзамену. Оцінка успішності здобувачів по кредитному модулі визначається на основі рейтингової системи .

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

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

1. Рейтинг здобувача з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 60 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що здобувач отримує за:

- виконання контрольних робіт (6 експрес-контролів);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР);

2. Критерії нарахування балів.

2.1. Експрес-контрольні роботи оцінюються із 5 балів кожна:

- «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 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 3 бали;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

2.2. Модульна контрольна робота оцінюється із 30 балів:

- «відмінно» – правильно і повністю виконані всі завдання (не менше 90% потрібної інформації) – 27-30 балів;
- «добре» – частково виконані завдання (не менше 75% потрібної інформації) – 22-26 балів;
- «задовільно» – завдання контрольної роботи виконані із помилками (не менше 60% потрібної інформації) – 18-21 балів;
- «незадовільно» – завдання не виконані або містять грубі помилки, МКР не зараховано – 0 балів.

3. Календарна проміжна атестація здобувачів проводиться за значенням поточного рейтингу здобувача на час атестації. Якщо значення цього рейтингу не менше 50 % від максимально можливого на час атестації, здобувач вважається атестованим. Умовою позитивної першої атестації є отримання не менше 8 балів. Умовою позитивної другої атестації – отримання не менше 22 балів.

4. Умовою допуску до екзамену є стартовий рейтинг не менше 30 балів.

5. На екзамені здобувачі відповідають на питання білету. Кожен білет містить чотири запитання (завдання). Кожне запитання (завдання) оцінюється у 10 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 9-10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 7-8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 6 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

6. Сума стартових балів та балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
не зарахована розрахунково-графічна робота або стартовий рейтинг менше 30 балів	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

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

календарна атестація студентів з дисципліни проводиться викладачами за значенням поточного рейтингу студента на час атестації t . Якщо значення цього рейтингу не менше **50%** від максимально можливого (R_t) на час атестації $RD_t \geq 0,5R$, студент вважається задовільно атестованим. В іншому випадку – в атестаційній відомості виставляється "незараховано".

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено : д.т.н., професор Лисенко Олександр Іванович

Ухвалено кафедрою телекомунікацій (протокол № 9 від 25.05.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією ІТС (протокол № 4 від 02.06.2022 р.)