



Математичні методи аналізу та проектування телекомунікаційних систем та мереж

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>17 Електроніка, автоматизація та електронні комутації</i>
Спеціальність	<i>172 Електронні комунікації та радіотехніка</i>
Освітня програма	<i>Інженерія інноваційних інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем</i>
Статус дисципліни	<i>Основа</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції та практичні заняття: д.т.н., професор Скулиш М.А., +380 73 472 98 74, mskulysh @ gmail.com</i>
Розміщення курсу	https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1_X_PsEhtSk-fr2qgX_iiES2RQmW2audB

Програма навчальної дисципліни

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

Цілі дисципліни	<p>Метою вивчення навчальної дисципліни «Математичні методи аналізу та проектування телекомунікаційних систем та мереж» є оволодіння науково-теоретичними основами оптимізації та опанування практичними методами оптимізації проектування інформаційно-телекомунікаційних систем та мереж. В цьому курсі значна увага приділяється чисельним методам і алгоритмам оптимізації та їх властивостям.</p> <p>Задачами навчальної дисципліни є:</p> <ul style="list-style-type: none">- одержання фундаментальних наукових знань з теорії дослідження операцій в інформаційно-телекомунікаційних системах;- оволодіння навичками виявлення загроз інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах і забезпечення їхньої інформаційної безпеки;- виховання у студентів методичних навичок в творчому застосуванні знань з науково-професійного призначення.
------------------------	--

Предмет навчальної дисципліни	Чисельні методи і алгоритми оптимізації та їх властивості
Компетентності	<p>ФК 5 Здатність використовувати інформаційні технології, методи інтелектуалізації та візуалізації, штучного інтелекту для дослідження та аналізу процесів у системах електронних комунікацій та радіотехнічних системах.</p> <p>ФК 17 Здатність демонструвати і використовувати знання сучасних комп'ютерних та інформаційних технологій та інструментів інженерних і наукових досліджень, розрахунків, обробки та аналізу даних, моделювання і оптимізації.</p> <p>ФК 20 Здатність здійснювати дослідження та модернізацію пристроїв електронних комунікацій за допомогою інструментів мережного моделювання.</p> <p>ФК 22 Здатність демонструвати і використовувати знання сучасних комп'ютерних та інформаційних технологій і наукових досліджень з розрахунку, обробки та аналізу даних в процесі моделювання та подальшої оптимізації</p>
Програмні результати навчання	<p>ПРН 1. Впорядковувати набуті знання для постановки і вирішення наукових та інженерних завдань, вибору і використання відповідних аналітичних методів розрахунку.</p> <p>ПРН 20. Вибирати оптимальні методи наукових досліджень, модифікувати, адаптувати та розробляти нові методи та формувати методику обробки результатів.</p> <p>ПРН 24. Використовувати основні положення теорії прийняття рішень і системного аналізу в телекомунікаційних системах та мережах і використовувати їх на практиці.</p>

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

Навчальна дисципліна «Математичні методи аналізу та проектування телекомунікаційних систем та мереж» заснована на базових знаннях, що отримані студентами в рамках бакалаврату за технічними спеціальностями, і є базовою для дисциплін освітньо-наукової програми за освітніми компонентами: ПО 10.1, ПО 10.2, ПО 10.3 - «Наукова робота за темою магістерської дисертації. Частина 1, 2, 3»; ПО 11 - «Науково-дослідна практика»; ПО 12 - «Виконання магістерської дисертації».

Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів, тем	Розподіл за семестрами та видами занять				
	Всього	Лекції	Практичні (контр.роб.)	Лабораторні роботи	СРС
Розділ 1. Методи аналізу телекомунікаційних систем та мереж					
Тема 1. Мережеві моделі	22	6	6		15
Тема 2. Додаткові відомості з теорії ймовірностей..	18	6	6		15

Тема 3. Детерміновані моделі динамічного програмування..	22	6	6		15
Розділ 2. Методи проектування телекомунікаційних систем та мереж					
Тема 4. Процеси Маркова та їх застосування в теорії масового обслуговування.	24	6	6		14
Тема 5. Стохастична оптимізація	24	6	6		14
Тема 6. Задача про оптимальну зупинку.	26	6	6		14
(Іспит)	(8)		(2)		(6)
Всього	150	36	36		78

3. Навчальні матеріали та ресурси

3.1. Базова література

1. Особливості обчислювальної інфраструктури для систем керування телекомунікаціями [Електронний ресурс] : навчальний посібник. Скулиш М.А. Суліма С.В. – 2022. -246с.
2. Taha, Hamdy A. Operations research [Text] : an introd. / Hamdy A. Taha. - 8th ed. - Upper Saddle River, New Jersey : Pearson education : Pearson Prentice Hall - 2007

3.2. Додаткова література

Дослідження операцій [Електронний ресурс]: збірник завдань для практичних занять з навчальної дисципліни «Дослідження операцій» для студентів видавничо-поліграфічного інституту / НТУУ «КПІ» ; уклад. Н. В. Поліщук, О. І. Кушлик-Дивульська, Н. П. Селезньова. –Електронні текстові дані (1 файл: 1,13 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2015. – 86 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/14401>

3.3. Інформаційні ресурси

<https://ela.kpi.ua>

<https://www.coursera.org/>

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Програмою навчальної дисципліни передбачено проведення лекцій та практичних занять. Методичною підтримкою вивчення курсу є використання інформаційного ресурсу, на якому представлено методичний комплекс матеріалів, розміщених на навчальній платформі «GoogleClass». У разі організації навчання у дистанційному режимі усі ці матеріали можуть бути використані при проведенні лекційних і практичних занять на платформі Zoom та ін., а також бути доступними при організації самостійної роботи студентів у рамках віддаленого доступу до інформаційних ресурсів у зручний для них час.

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<p>Оптимізація на графах.</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Алгоритми знаходження: а) мінімального кістякового дерева; б) найкоротшого шляху/ найнадійнішого шляху. 2. Алгоритми знаходження: максимального потоку; потоку найменшої вартості в мережі з обмеженою пропускною спроможністю. <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал лекції, знайти приклади застосування наведених на лекції алгоритмів для розв'язку реальних телекомунікаційних задач.</p>
2	<p>Оптимізація на графах.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Алгоритми знаходження: максимального потоку; потоку найменшої вартості в мережі з обмеженою пропускною спроможністю. <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал лекції, знайти приклади застосування наведених на лекції алгоритмів для розв'язку реальних телекомунікаційних задач.</p>
3	<p>Методи мережевого планування.</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Побудова мережі проекту. 2. Пошук критичного шляху. 3. Алгоритм пошуку в ширину та глибину. 4. Побудова розкладу, якщо роботи виконуються випадковий час. Розподіл часу виконання систем паралельних та послідовних випадкових робіт. 5. Оцінка ймовірності виконання проекту. Знаходження часу, за який буде виконано проект з заданою ймовірністю. <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал лекції, розробити приклад мережі проекту для телекомунікаційної компанії.</p>
4	<p>Алгоритми побудови проектів</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Алгоритми побудови найдешевшого проекту, який не перевищує заданого часу. 2. Алгоритми планування при обмеженому ресурсі: а) жадібний алгоритм, б) алгоритм, який використовує пріоритети, в) генетичний алгоритм 3. Класи якості обслуговування. 4. Показники оцінки якості послуги. 5. Норми якості послуги в пакетних мережах. <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал лекції, для розробленої мережі проекту приклад мережі проекту для телекомунікаційної компанії.</p>
5	<p>Розподіл часу виконання систем випадкових робіт.</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Розподіл часу виконання систем паралельних та послідовних випадкових робіт. 2. Оцінка ймовірності виконання проекту. 3. Знаходження часу, за який буде виконано проект з заданою ймовірністю. <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал лекції, повторити основні поняття з теорії масового обслуговування.</p>

6	<p>Моделювання випадкових величин та випадкових векторів.</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Закон великих чисел і метод Монте-Карло обчислення математичних сподівань та ймовірностей. 2. Центральна гранична теорема та її застосування для статистичної оцінки характеристик систем. 3. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування та обчислення різних функціоналів якості роботи систем масового обслуговування. <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал лекції, продумати приклади застосування наведених на лекції алгоритмів для розв'язку реальних телекомунікаційних задач</p>
7	<p>Задача про оптимальне резервування.</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Задача про оптимальне резервування пропускної спроможності при випадковому попиті. 2. Задача про оптимальне резервування ресурсу в моделі зі штрафами. <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал лекції.</p>
8	<p>Детерміновані моделі динамічного програмування.</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основний принцип динамічного програмування. 2. Задача про диліжанси. 3. Задача про загрузку машини <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал лекції. Розібратися з принципами динамічного програмування, придумати приклади</p>
9	<p>Задачі про розподіл ресурсів</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Задача про розподіл ресурсів. 2. Задача заміни обладнання. 3. Задача інвестування.. <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал лекції. Розібратися з розподілом телекомунікаційних ресурсів, придумати приклади</p>
10	<p>Задачі керування запасами.</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Керування запасами (модель надійного постачальника, модель зі штрафами, узагальнення). 2. Ковзне планування. 3. Задача управління виробництвом із угнутою функцією витрат. 4. Теорема про вигляд оптимальної стратегії. <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал лекції. Придумати телекомунікаційний приклад.</p>
11	<p>Моделі динамічного програмування. Нескінчений плановий період</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Середній ефект за відрізок та дисконтування к поточному моменту часу. 2. Задача про оренду виробництва (експлуатація ліса), задача про планування заміни обладнання, задача про оптимальну партію виробництва (середній ефект за відрізок). <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал лекції. Придумати телекомунікаційний приклад</p>

12	<p>Загальна постанова задачі про нескінчений плановий період.</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рівняння про оптимальні витрати та його розв'язування. 2. Теорема існування та єдності. 3. Метод послідовних наближень <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал лекції. Придумати телекомунікаційний приклад.</p>
13	<p>Процеси Маркова та їх застосування в теорії масового обслуговування.</p> <p>Середній час блукання по мережі</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Означення ланцюга Маркова. Фазовий простір та ймовірності переходу. 2. Ймовірності переходу за n кроків. Класифікація станів. 3. Стаціонарні розподіли, теорема про граничні ймовірності. 4. Процеси народження та загибелі. 5. Застосування для задач теорії масового обслуговування. Середній час блукання по мережі до досягнення множини призначення, застосування для розрахунку середнього часу проведеного заявкою в системі масового обслуговування. 6. Ймовірність досягнення множині станів (задача про досягнення заявкою множини призначення при блуканні по мережі), задача про розорення, ймовірність неправильної обробки заявки в складній системі масового обслуговування <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал лекції, знайти приклади застосування наведених на лекції методів для розв'язку реальних телекомунікаційних задач..</p>
14	<p>Марківська задача про прийняття рішень.</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Максимізація середнього сумарного прибутку. Максимізація ймовірності досягнення мети. 2. Моделі зі скінченою кількістю етапів. Застосування методів динамічного програмування. 3. Задача про найкращу передачу даних у середовищі, що випадково змінюється. 4. Задачі: а) про розподіл ресурсів; б) про інвестування; в) про керування запасами в умовах невизначеності. Задача про розладнання (задача про виявлення критичного режиму по спостереженням) <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал лекції, знайти приклади застосування наведених на лекції моделей для розв'язання реальних телекомунікаційних задач.</p>
15	<p>Стохастичні моделі інвестування</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Стохастичні моделі інвестування, керування запасами. 2. Задача про покращення роботи комутаційного вузла в умовах великої завантаженості <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал лекції, знайти приклади застосування наведених на лекції моделей для розв'язання реальних телекомунікаційних задач</p>

16	<p>Моделі з нескінченною кількістю етапів.</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Теорема про стаціонарність оптимальної стратегії. Обчислення вартості стратегії. 2. Дисконтування к поточному моменту. Рівняння для обчислення оптимального прибутку. Метод ітерацій по стратегіям. Задача про побудову оптимального плану на нескінченний період. <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал лекції, знайти приклади застосування наведених на лекції моделей для розв'язання реальних телекомунікаційних задач.</p>
17	<p>Приклади стратегій. Задача про максимізацію ймовірності досягнення мети</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постановка задачі про оптимальну зупинку. 2. Приклади стратегій. Задача про максимізацію ймовірності досягнення мети. 3. Оператор зсуву, ексцесивні функції. 4. Обчислення ціни стратегії. Теорема про вигляд ціни гри. 5. Опорна множина. 6. Теорема про вигляд оптимальної стратегії 7. Методи пошуку ціни гри (перебір стратегій, лінійне програмування, метод послідовних наближень, ітерації по стратегіям). 8. Задача про оптимальну зупинку в моделі з платою за кожен крок по мережі. <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал лекції, знайти приклади застосування наведених на лекції стратегій та задач для розв'язання реальних телекомунікаційних задач.</p>
18	<p>Статистичний аналіз двовимірних даних.</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Статистичний аналіз двовимірних даних. 2. Вибіркове середнє, вибіркова дисперсія, ковариація та кореляція. 3. Лінійна регресія, метод найменших квадратів Гаусса. <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал лекції.</p>

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<p>Оптимізація на графах.</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Алгоритми знаходження: а) мінімального кістякового дерева; б) найкоротшого шляху/ найнадійнішого шляху. 2. Алгоритми знаходження: максимального потоку; потоку найменшої вартості в мережі з обмеженою пропускнуою спроможністю. <p><u>Дидактичні засоби.</u></p> <p><u>Основна література.</u> Л.1. с. 17–40</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Побудувати мінімальне кістякове дерево для заданої мережі. Знайти найкоротший шлях та максимальній потік через мережу</p>

2	<p>Методи мережевого планування.</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Методи мережевого планування. Побудова мережі проекту. 2. Пошук критичного шляху. 3. Алгоритм пошуку в ширину та глибину. 4. Побудова розкладу, якщо роботи виконуються випадковий час. 5. Розподіл часу виконання систем паралельних та послідовних випадкових робіт. 6. Оцінка ймовірності виконання проекту. 7. Знаходження часу, за який буде виконано проект з заданою ймовірністю. <p><u>Дидактичні засоби.</u></p> <p><u>Основна література.</u> Л.1. с. 59–71.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Побудувати мережу проекту, оцінити ймовірність виконання проекту. Побудувати розклад.</p>
3	<p>Алгоритми побудови проектів</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Алгоритми побудови найдешевшого проекту, який не перевищує заданого часу. 2. Алгоритми планування при обмеженому ресурсі: а) жадібний алгоритм, б) алгоритм, який використовує пріоритети, в) генетичний алгоритм. Задача про оптимальне резервування пропускної спроможності при випадковому попиті. 3. Задача про оптимальне резервування ресурсу в моделі зі штрафами <p><u>Дидактичні засоби.</u> Плакати (слайди) за темою заняття. Навчально- методичні матеріали за темою заняття.</p> <p><u>Основна література.</u> Л.1. с. 79–90.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал заняття, класифікація мережних механізмів QoS, технологія IntServ, технологія MPLS.</p>
4	<p>Розподіл часу виконання систем випадкових робіт.</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Моделювання випадкових величин та випадкових векторів. 2. Закон великих чисел і метод Монте-Карло обчислення математичних сподівань та ймовірностей. 3. Центральна гранична теорема та її застосування для статистичної оцінки характеристик систем. 4. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування та обчислення різних функціоналів якості роботи систем масового обслуговування. <p><u>Дидактичні засоби.</u></p> <p><u>Основна література.</u> Л.1. с. 112–120.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Розв'язати задачу методом Монте-Карло. Змоделювати систему масового обслуговування, обчислити деякі показники якості роботи систем масового обслуговування.</p>
5	<p>Задача про оптимальне резервування.</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Задача про оптимальне резервування пропускної спроможності при випадковому попиті. 2. Задача про оптимальне резервування ресурсу в моделі зі штрафами.. <p><u>Дидактичні засоби.</u></p> <p><u>Основна література.</u> Л.1. с. 126–141.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Спланувати резервування пропускної спроможності при випадковому попиті телекомунікаційного ресурсу.</p>

6	<p>Детерміновані моделі динамічного програмування</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основний принцип динамічного програмування. 2. Задача про диліжанси. 3. Задача про загрузку машини. 4. Задача про розподіл ресурсів. 5. Задача заміни обладнання. Задача інвестування. 6. Задача про максимізацію ймовірності проходження по мережі (паралельні та послідовні етапи). 7. Задача про проектування мережі з найшвидшим виконанням робіт (паралельні та послідовні етапи) <p><u>Дидактичні засоби.</u></p> <p><u>Основна література.</u> Л.1. с. 180–182.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Розв'язати поставлену телекомунікаційну задачу методом динамічного програмування.</p>
7	<p>Задача керування запасами.</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Керування запасами (модель надійного постачальника, модель зі штрафами, узагальнення). 2. Ковзне планування. 3. Задача управління виробництвом із угнутою функцією витрат. 4. Теорема про вигляд оптимальної стратегії. 5. Нескінчений плановий період. 6. Середній ефект за відрізок та дисконтування к поточному моменту часу. 7. Задача про оренду виробництва (експлуатація ліса), задача про планування заміни обладнання, задача про оптимальну партію виробництва (середній ефект за відрізок).. <p><u>Дидактичні засоби.</u></p> <p><u>Основна література.</u> Л.1. с. 187–190.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Розв'язати поставлену задачу керування телекомунікаційними ресурсами на нескінчений плановий період, знайти середній ефект за відрізок часу.</p>
8	<p>Детерміновані моделі динамічного програмування.</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Загальна постановка задачі про нескінчений плановий період. 2. Рівняння про оптимальні витрати та його розв'язування. 3. Теорема існування та єдиності. 4. Метод послідовних наближень. <p><u>Дидактичні засоби.</u></p> <p><u>Основна література.</u> Л.1. с. 199–211.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Розв'язати поставлену задачу методом послідовних наближень</p>

9	<p><i>Процеси Маркова та їх застосування в теорії масового обслуговування</i> <u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Означення ланцюга Маркова. 2. Фазовий простір та ймовірності переходу. Ймовірності переходу за n кроків. 3. Класифікація станів. Стаціонарні розподіли, теорема про граничні ймовірності. 4. Процеси народження та загибелі. Застосування для задач теорії масового обслуговування. <p><u>Дидактичні засоби.</u> <u>Основна література.</u> Л.1. с. 17–40</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Знайти ймовірності переходу між станами телекомунікаційної системи за n кроків. Знайти стаціонарний розподіл ймовірностей.</p>
10	<p><i>Середній час блукання по мережі</i> <u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Середній час блукання по мережі до досягнення множини призначення, застосування для розрахунку середнього часу проведеного заявкою в системі масового обслуговування. 2. Ймовірність досягнення множині станів (задача про досягнення заявкою множини призначення при блуканні по мережі), задача про розорення, ймовірність неправильної обробки заявки в складній системі масового обслуговування.. <p><u>Дидактичні засоби.</u> <u>Основна література.</u> Л.1. с. 59–71.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Знайти середній час блукання пакету по заданій мережі, знайти ймовірність втрати пакетів, знайти ймовірність неправильної обробки</p>
11	<p><i>Марківська задача про прийняття рішень.</i> <u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Марківська задача про прийняття рішень. Максимізація середнього сумарного прибутку. Максимізація ймовірності досягнення мети. 2. Моделі зі скінченною кількістю етапів. Застосування методів динамічного програмування. 3. Задача про найкращу передачу даних у середовищі, що випадково змінюється. 4. Задачі: а) про розподіл ресурсів; б) про інвестування; в) про керування запасами в умовах невизначеності. 5. Задача про розладнання (задача про виявлення критичного режиму по спостереженням). <p><u>Дидактичні засоби.</u> <u>Основна література.</u> Л.1. с. 94–105.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Розв'язати задачі про розподіл ресурсів; про інвестування; про керування запасами в умовах невизначеності</p>

12	<p><i>Стохастичні моделі інвестування</i> <u>Основні питання:</u> 1. Стохастичні моделі інвестування, керування запасами. 2. Задача про покращення роботи комутаційного вузла в умовах великої завантаженості.</p> <p><u>Дидактичні засоби.</u> <u>Основна література.</u> Л.1. с. 112–120.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Розв'язати задачі оптимізації роботи комутаційного вузла.</p>
13	<p><i>Моделі з нескінченною кількістю етапів.</i> <u>Основні питання:</u> Моделі з нескінченною кількістю етапів. Теорема про стаціонарність оптимальної стратегії. Обчислення вартості стратегії. Дисконтування к поточному моменту. Рівняння для обчислення оптимального прибутку. Метод ітерацій по стратегіям. Задача про побудову оптимального плану на нескінченний період.</p> <p><u>Дидактичні засоби.</u> <u>Основна література.</u> Л.1. с. 126–141.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Розв'язати задачі на вибір оптимальної стратегії.</p>
14	<p><i>Моделі із поглинаючим станом. .</i> <u>Основні питання:</u> 1. Моделі із поглинаючим станом. 2. Рівняння для обчислення оптимального прибутку. 3. Метод ітерацій по стратегіям. 4. Задача про вибір найдешевшого маршруту в умовах невизначеності.</p> <p><u>Дидактичні засоби.</u> <u>Основна література.</u> Л.1. с. 180–182.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Розв'язати телекомунікаційні задачі методом ітерацій по стратегіям.</p>
15	<p><i>Постановка задачі про оптимальну зупинку</i> <u>Основні питання:</u> 1. Постановка задачі про оптимальну зупинку. 2. Моделі зі скінченною та нескінченною кількістю етапів. 3. Ціна гри, оптимальна стратегія.</p> <p><u>Дидактичні засоби.</u> <u>Основна література.</u> Л.1. с. 187–190.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Розв'язати телекомунікаційні задачі про оптимальну зупинку, наведеними методами</p>

16	<p>Приклади стратегій. Задача про максимізацію ймовірності досягнення мети.</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Приклади стратегій. Задача про максимізацію ймовірності досягнення мети. 2. Оператор зсуву, ексцесивні функції. Обчислення ціни стратегії. 3. Теорема про вигляд ціни гри. Опорна множина. 4. Теорема про вигляд оптимальної стратегії. <p><u>Дидактичні засоби.</u></p> <p><u>Основна література.</u> Л.1. с. 199–211.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Розв’язати поставлену задачу методом послідовних наближень</p>
17	<p>Методи пошуку ціни гри</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Методи пошуку ціни гри (перебір стратегій, лінійне програмування, метод послідовних наближень, ітерації по стратегіям). 2. Задача про оптимальну зупинку в моделі з платою за кожен крок по мережі. <p><u>Дидактичні засоби.</u></p> <p><u>Основна література.</u> Л.1. с. 190–198.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал лекції, знайти приклади застосування, наведених на лекції методів для розв’язання реальних телекомунікаційних задач</p>
18	<p>Статистичний аналіз двовимірних даних.</p> <p><u>Основні питання:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Статистичний аналіз двовимірних даних. 2. Вибіркове середнє, вибіркова дисперсія, ковариація та кореляція. 3. Лінійна регресія, метод найменших квадратів Гаусса. <p><u>Дидактичні засоби.</u></p> <p><u>Основна література.</u> Л.1. с. 190–198.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Повторити матеріал лекції.</p>

5. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента включає в себе підготовку до аудиторних занять, розв’язання задач за темами практичних занять.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Мережеві моделі	10
2	Додаткові відомості з теорії ймовірностей..	15
3	Детерміновані моделі динамічного програмування..	15
4	Процеси Маркова та їх застосування в теорії масового обслуговування.	10
5	Стохастична оптимізація	14
6	Задача про оптимальну зупинку.	14

6. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання робочим навчальним планом не передбачені

7. Контрольні роботи

У відповідності з навчальним планом в кредитному модулі передбачено модульну контрольну роботу (МКР).

Ціль МКР – перевірка ступеня засвоєння студентами навчального матеріалу, викладеного на лекціях, а також, перевірка практичних навичків, яких вони набувають на практичних заняттях.

МКР проводиться по мірі засвоєння студентами навчального матеріалу.

Результати виконання МКР враховуються при рейтинговій оцінці успішності студентів, а також при семестровому контролі.

Політика та контроль

8. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Рекомендовані методи навчання: вивчення основної та допоміжної літератури за тематикою лекцій, розв'язування задач на практичних заняттях та при виконанні домашніх робіт.

Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій. Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання методів та алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота. Вона містить читання літератури, огляд літератури за темою, підготовку до занять, підготовку до МКР та іспиту.

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>

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

1. Практичні заняття

За виконання завдання практичної роботи:

- завдання виконано повністю і самостійно – 10;
- завдання виконано не повністю або за допомогою викладача – 5
- практичне завдання не виконано – 0.

Максимальна кількість балів за практичні роботи: $6 \times 10 = 60$

2. Короткі тести для контролю лекційного матеріалу

За виконання короткого тесту - 3 бали

Максимальна кількість балів за короткий тест: $7 \times 3 = 21$

3. Модульна контрольна робота (1 МКР передбачено)

Модульна контрольна робота – це 30 тестових завдань, одне запитання - 0,66. Максимальна кількість балів: 20.

4. Критерії екзаменаційного оцінювання

Екзаменаційний тест складається з 70 тестових запитань

Максимальна кількість балів за іспит – 356.

Штрафні бали (під час дистанційного навчання не застосовуються):

- за відсутність на лекційному занятті без поважної причини - «-1бал»;
- за відсутність на лабораторному занятті без поважної причини - «-1бал»;
- за несвоєчасний (більш ніж 1 тиждень) захист лабораторної роботи – «-0,5 бала».

Заохочувальні бали:

– за участь у факультетській олімпіаді з дисципліни, модернізації лабораторних робіт, виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни надається від + 5 до + 15 (заохочувальних) балів.

Розрахунок шкали рейтингу:

– сума максимальних балів контрольних заходів складає:

$$R_C = (60+21+20+30)*0,5 = 65 \text{ бал};$$

–екзаменаційна складова шкали дорівнює 35% від загального рейтингу R (R=100б)

$$R_E = 35;$$

– шкала рейтингу

$$R = R_C + R_E = 65 + 35 = 100 \text{ балів};$$

Необхідною умовою допуску до іспиту є стартовий рейтинг (r_C) не менше 50% від R_C , тобто 30 балів

$$r_C = 50\% \cdot R_C = 30 \text{ балів}$$

Рейтингова оцінка (RD) формується як сума балів поточної успішності навчання

$$\sum_k r_k ,$$

заохочувальних (штрафних) балів

$$\sum_s r_s$$

та екзаменаційних балів r_E

$$RD = \sum_k r_k + \sum_s r_s + r_E$$

Для знаходження відповідних оцінок студента застосовують таблицю переведення рейтингової оцінки RD в шкалу ECTS та традиційну.

Рейтингова оцінка здобувача	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Невиконання умов допуску до семестрового контролю	Не допущено

Умовою допуску студента до екзамену є:

- відсутність заборгованості;
- початковий рейтинг $r_C > 30$ балів;
- хоча б одна позитивна атестація.

Оцінка студента залежить від його рейтингу:

- якщо рейтинг r_C не менше ніж 0,9 від максимального R_C (не менше 58 балів),

екзаменатор має право, за згодою студента, виставити оцінку без опитування;

– якщо студенти мають рейтинг більший або рівний 58 балів, то можуть отримати оцінку “автоматом”, або здавати екзамен з метою підвищити оцінку. Проте, оцінка визначається оцінкою екзамену;

– якщо рейтинг студента менше 30 балів, то він отримує незадовільну оцінку з подальшою додатковою роботою.

10. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

10.1. Методичні рекомендації

Теми дисципліни взаємозв'язані, матеріал вивчається в логічній послідовності, закріплення матеріалу здійснюється на лабораторних заняттях та під час самостійної підготовки студентів. Завершується вивчення навчальної дисципліни екзаменом.

На лекціях розкриваються найбільш суттєві теоретичні питання, які дозволяють забезпечити студентам можливість глибокого самостійного вивчення всього програмного матеріалу.

На лабораторних заняттях студенти закріплюють пройдений теоретичний матеріал на практиці.

Теоретичні знання поглиблюються шляхом самостійної роботи з використанням ресурсів глобальної мережі Internet.

Додатковий матеріал, або той, що не вимагає керівництва викладача, виноситься на самостійні заняття.

Вивчення всіх тем здійснюється загально прийнятою методикою: основи знань викладаються на лекціях, технічні принципи використання та розробки спеціального програмного забезпечення, а також алгоритми його роботи засвоюються в процесі лабораторних занять.

На заняттях використовуються презентації Power Point, слайди, навчальні схеми, стенди, технічні засоби навчання, матеріальна частина, обчислювальна техніка.

10.2. Контроль засвоєння навчального матеріалу здійснюється індивідуальним опитуванням, письмовими відповідями на поставлені питання з використанням джерел інформації (відповіді творчого плану) і без їх використання (доповіді матеріалу, який вивчається), співбесідою в індивідуальному порядку на консультаціях

Перелік запитань до іспиту з дисципліни:

«Методи аналізу та проектування телекомунікаційних систем та мереж»

1. Алгоритми знаходження: а) мінімального кістякового дерева; б) найкоротшого шляху;
2. Алгоритми знаходження: а) максимального потоку; б) потоку найменшої вартості в мережі з обмеженою пропускною спроможністю.
3. Алгоритм пошуку в ширину та глибину.
4. Побудова мережі проекту.
5. Пошук критичного шляху. Алгоритми планування при обмеженому ресурсі: а) жадібний алгоритм, б) алгоритм, який використовує пріоритети, в) генетичний алгоритм.
6. Центральна гранична теорема та її застосування для статистичної оцінки характеристик систем.
7. Основний принцип динамічного програмування.
8. Задача про диліжанси.
9. Задача про загрузку машини.
10. Задача про розподіл ресурсів.
11. Задача заміни обладнання.
12. Задача інвестування.
13. Керування запасами (модель надійного постачальника).
14. Задача управління виробництвом із опуклою функцією витрат.
15. Теорема про вигляд оптимальної стратегії.

16. Середній ефект за відрізок та дисконтування к поточному моменту часу.
17. Задача про оренду виробництва (експлуатація ліса), задача про планування заміни обладнання (експлуатація ліса з подальшою висадкою).
18. Метод послідовних наближень.
19. Теорема про вигляд оптимальної стратегії.
20. Метод ітерацій по стратегіям.
21. Означення ланцюга Маркова.
22. Фазовий простір та ймовірності переходу.
23. Ймовірності переходу за n кроків.
24. Класифікація станів. Стаціонарні розподіли, теорема про граничні ймовірності.
25. Процеси народження та загибелі. Застосування для задач теорії масового обслуговування.
26. Середній час блукання по мережі до досягнення множини призначення, застосування для розрахунку середнього часу проведеного заявкою в системі масового обслуговування.
27. Напівмарківські процеси.
28. Марківська задача про прийняття рішень.
29. Задача про побудову оптимального плану на нескінчений період.
30. Моделі із поглинаючим станом.
31. Постановка задачі про оптимальну зупинку.
32. Моделі зі скінченною та нескінченною кількістю етапів.
33. Ціна гри, оптимальна стратегія. Приклади стратегій.
34. Задача про максимізацію ймовірності досягнення мети.
35. Оператор зсуву, ексцесивні функції.
36. Обчислення ціни стратегії.
37. Теорема про вигляд ціни гри.
38. Опорна множина G .
39. Теорема про вигляд оптимальної стратегії.
40. Задача про оптимальну зупинку в моделі з платою за кожен крок по мережі.
41. Статистичний аналіз двовимірних даних.
42. Вибіркове середнє, вибіркова дисперсія, ковариація та кореляція.
43. Лінійна регресія, метод найменших квадратів Гаусса.
44. Загальна лінійна регресія.
45. Теорема Гаусса-Маркова.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус)

Складено: доктор технічних наук, професор Скулиш М.А.

Ухвалено: кафедрою ІКТС (з 01.07.2023 кафедра ІТТ) (протокол № 14 від 19 травня 2023 р.)

Погоджено: Методичною комісією НН ІТС (протокол № 4 від 08 червня 2023 р.)