

Робоча програма дисципліни «Прикладна математика (методи і моделі прогнозування, дослідження операцій і методи оптимізації)»

ОП ФІЗИЧНА ТЕРАПІЯ, ЕРГОТЕРАПІЯ · ФІЗИЧНА РЕАБІЛІТАЦІЯ

БАКАЛАВР

120

Годин

Загальний обсяг дисципліни

4

Кредити ЄКТС

Відповідно до стандарту

4

Модулі

Змістовних блоки курсу



Загальна інформація про дисципліну

Ідентифікація

Назва: Прикладна математика (методи і моделі прогнозування, дослідження операцій і методи оптимізації)

Освітня програма: Фізична терапія, ерготерапія / Фізична реабілітація

Ступінь: Бакалавр

Обсяг: 120 годин / 4 кредити ЄКТС

Модулів: 4 змістовних блоки

Призначення дисципліни

Дисципліна «Прикладна математика» формує у студентів систему знань із методів і моделей прогнозування, дослідження операцій та оптимізації, орієнтованих на вирішення практичних задач у сфері фізичної терапії, ерготерапії та фізичної реабілітації. Курс охоплює математичні інструменти аналізу, моделювання та прийняття рішень, необхідні для ефективного планування реабілітаційних програм, прогнозування результатів лікування й оптимізації ресурсів.

Дисципліна є обов'язковою для підготовки бакалаврів за ОП «Фізична терапія, ерготерапія» та «Фізична реабілітація» і забезпечує формування загальних і фахових компетентностей, передбачених освітньо-професійною програмою.

Загальні компетентності

Математичне мислення

Здатність до аналізу, синтезу та критичного оцінювання кількісної інформації: виявлення закономірностей, побудова математичних моделей, формування обґрунтованих висновків на основі розрахунків.

Комунікація результатів

Здатність представляти результати математичного аналізу у зрозумілій формі: інтерпретувати числові дані, пояснювати висновки прогностичних моделей фахівцям і пацієнтам.

Самоорганізація

Уміння самостійно опрацьовувати навчальний матеріал, планувати виконання завдань у визначені строки, зокрема під час підготовки розрахункових робіт і проектів з оптимізації.

Командна робота

Відповідальність та ініціативність у спільному вирішенні оптимізаційних задач, груповому аналізі реабілітаційних кейсів, розподілі обов'язків при виконанні командних проектів.

Студент повинен вміти: аналізувати кількісну та статистичну інформацію; будувати і застосовувати математичні моделі; планувати власну діяльність і дотримуватися дедлайнів; коректно інтерпретувати результати моделювання; брати участь у командній роботі та розподіляти обов'язки.

Фахові компетентності

Математичне моделювання в реабілітації

Здатність будувати математичні моделі процесів фізичної терапії та реабілітації: формалізувати задачі відновлення функцій пацієнта, оцінювати ефективність втручань та прогнозувати динаміку показників здоров'я.

Методи прогнозування

Здатність застосовувати методи прогнозування для оцінки результатів реабілітаційних заходів: регресійний аналіз, часові ряди, метод ковзних середніх, адаптивне згладжування в умовах клінічної практики.

Дослідження операцій

Знання і практичне застосування методів дослідження операцій для планування реабілітаційного процесу: лінійне програмування, транспортні задачі, мережеве планування (CPM/PERT), теорія масового обслуговування.

Оптимізація реабілітаційних програм

Орієнтування в методах оптимізації для вирішення задач розподілу ресурсів, складання розкладу реабілітаційних заходів та прийняття рішень в умовах обмежень і невизначеності у сфері охорони здоров'я.

Результати навчання

01

Пояснення математичних понять

Пояснювати сутність ключових понять дисципліни: математична модель, оптимізаційна задача, прогноз, критерій оптимальності, цільова функція, обмеження, стохастичність, детермінованість.

03

Прогнозування та аналіз даних

Застосовувати методи прогнозування та статистичного аналізу для оцінки ефективності реабілітаційних заходів, інтерпретувати результати кількісного аналізу клінічних даних.

02

Побудова і аналіз моделей

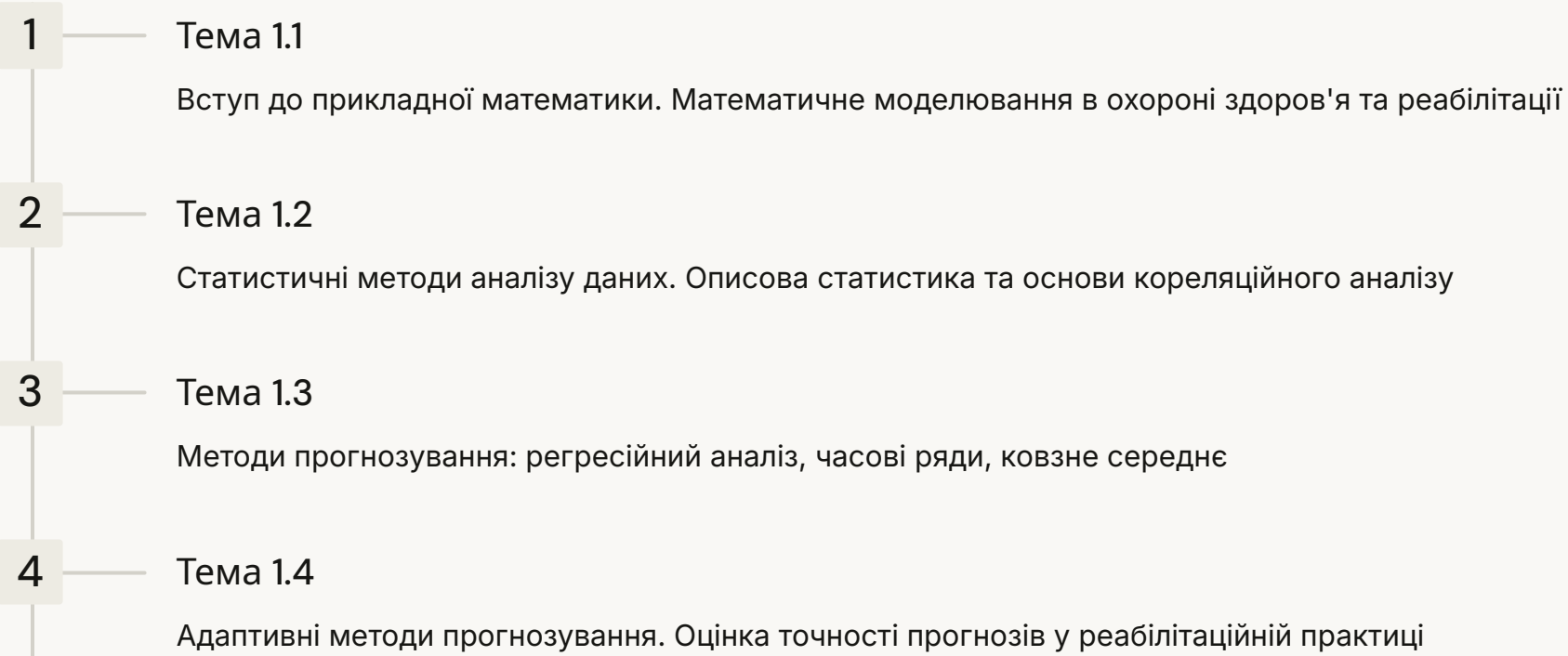
Будувати математичні моделі прикладних задач фізичної терапії та реабілітації, застосовувати методи лінійного, нелінійного та динамічного програмування, аналізувати отримані результати.

04

Прийняття оптимальних рішень

Використовувати методи дослідження операцій та оптимізації для обґрунтування управлінських рішень у сфері організації реабілітаційного процесу та розподілу ресурсів.

Основи математичного моделювання та методи прогнозування

- 
- 1 — Тема 1.1
Вступ до прикладної математики. Математичне моделювання в охороні здоров'я та реабілітації
 - 2 — Тема 1.2
Статистичні методи аналізу даних. Описова статистика та основи кореляційного аналізу
 - 3 — Тема 1.3
Методи прогнозування: регресійний аналіз, часові ряди, ковзне середнє
 - 4 — Тема 1.4
Адаптивні методи прогнозування. Оцінка точності прогнозів у реабілітаційній практиці

Вступ до прикладної математики та математичне моделювання

Лекційний матеріал (2 год.)

Лекція 1: Предмет і завдання прикладної математики. Поняття математичної моделі: визначення, класифікація (детерміновані, стохастичні; статичні, динамічні). Етапи математичного моделювання: постановка задачі, формалізація, розв'язання, інтерпретація результатів.

Застосування в реабілітації: приклади математичних моделей у фізичній терапії — прогнозування функціонального відновлення, моделі ефективності лікувального процесу, кількісне оцінювання реабілітаційного потенціалу пацієнта.

Ключові питання лекції

- Роль математичного моделювання в охороні здоров'я та реабілітації
- Класифікація математичних моделей за характером і методом опису
- Основні етапи побудови і верифікації математичної моделі
- Приклади успішного застосування прикладної математики в клінічній практиці
- Програмні засоби для математичного моделювання (MS Excel, MATLAB, Python)

Практичне заняття (2 год.)

Завдання 1. Побудова та аналіз простої математичної моделі реабілітаційного процесу: формалізація задачі відновлення рухової функції пацієнта після травми.

Завдання 2. Кейс: вибір математичного інструментарію для вирішення конкретних задач ерготерапії. Обговорення варіантів моделювання.

Завдання 3. Тестування за ключовими термінами теми (10 питань).

Самостійна робота (7 год.)

- Опрацювання підручника: Кіхтенко О. В. «Прикладна математика для медичних спеціальностей» — розділ «Основи математичного моделювання»
- Підготовка реферату: «Математичне моделювання у фізичній реабілітації: сучасні підходи та перспективи»
- Складання порівняльної таблиці типів математичних моделей та їх застосування в реабілітації



Очікуваний результат: студент вміє пояснювати сутність математичного моделювання, класифікувати моделі та визначати доцільність їх застосування у фізичній терапії.

Статистичні методи аналізу даних

1

Описова статистика

Міри центральної тенденції та розсіювання. Графічне представлення даних.

2

Кореляційний аналіз

Коефіцієнти кореляції Пірсона і Спірмена. Оцінка сили та напрямку зв'язку.

3

Перевірка гіпотез

Статистична значущість. Довірчі інтервали. t-критерій, χ^2 -критерій.

4

Застосування

Аналіз клінічних даних пацієнтів. Оцінка ефективності реабілітаційних програм.

Лекційний матеріал (2 год.)

Генеральна сукупність і вибірка. Точкові та інтервальні оцінки. Описова статистика в аналізі клінічних показників. Кореляційний аналіз: коефіцієнт кореляції Пірсона і Спірмена, інтерпретація. Перевірка статистичних гіпотез: рівень значущості, p-value, критичні значення. Застосування статистичного аналізу для оцінки ефективності реабілітаційних програм.

Практика (2 год.) та СРС (7 год.)

Практика: Аналіз реальних клінічних даних засобами MS Excel: обчислення описових статистик, побудова діаграм, розрахунок кореляції між показниками фізичного стану пацієнтів до та після реабілітації.

СРС: Опрацювання: Лапач С. М., Чубенко А. В., Бабич П. М. «Статистика в науково-дослідних розробках у медицині та біології» (2022); підготовка аналітичної записки про застосування статистичних методів у фізіотерапії.

Методи прогнозування та їх застосування в реабілітації

Тема 1.3 — Регресійний аналіз і часові ряди (Лекція 3, 2 год.)

Парна та множинна лінійна регресія: побудова моделі, оцінка параметрів (МНК), перевірка адекватності. Нелінійна регресія. Часові ряди: компоненти (тренд, сезонність, циклічність, випадкова складова). Метод ковзного середнього, метод Брауна. Прогнозування динаміки функціонального стану пацієнта в процесі реабілітації.

Практика (2 год.): Побудова регресійної моделі залежності ефективності реабілітації від тривалості та інтенсивності занять; аналіз часового ряду показників рухової активності; прогноз на 3 місяці вперед.

СРС (7 год.): Опрацювання: Васильєва Н. К., Мороз С. І. «Моделі оптимізації та економетрики» (2023, Дніпро: Видавець Біла К. О.) — розділ «Регресійний аналіз»; підготовка розрахункової роботи з прогнозування за реальними даними.

Тема 1.4 — Адаптивні методи прогнозування (Лекція 4, 2 год.)

Метод експоненційного згладжування Хольта і Вінтерса. Адаптивні моделі прогнозування в умовах мінливих тенденцій. Оцінка якості та точності прогнозів: MAE, MSE, MAPE. Вибір оптимального методу прогнозування для конкретної клінічної задачі. Прогнозування потреб у реабілітаційних ресурсах: кількість пацієнтів, тривалість курсу, навантаження на фахівців.

Практика (2 год.): Порівняльна оцінка методів прогнозування за показниками точності; вибір оптимального методу для прогнозування реабілітаційних показників конкретного пацієнта.

СРС (7 год.): Опрацювання: Кічмаренко О. Д., Стехун А. О., Яровий А. Т. «Математичні методи дослідження операцій» (2023, Одеса: ОНУ ім. Мечникова); підготовка аналітичного огляду методів прогнозування у сфері охорони здоров'я.

Лінійне програмування та транспортні задачі

Тема 2.1

Задачі лінійного програмування (ЛП): постановка, геометрична та алгебраїчна інтерпретація, симплекс-метод.

Тема 2.2

Двоїстість у лінійному програмуванні. Аналіз чутливості. Параметричне програмування.

Тема 2.3

Транспортна задача: постановка, методи побудови початкового плану, методи оптимізації.

Тема 2.4

Цілочислове програмування. Задачі призначення. Метод гілок та меж. Застосування в реабілітаційному менеджменті.

Задачі лінійного програмування

Лекційний матеріал (2 год.)

Постановка задачі лінійного програмування (ЛП): цільова функція, система обмежень, область допустимих розв'язків. Геометричний метод розв'язання задач ЛП у двовимірному просторі. Стандартна та канонічна форми запису задачі ЛП. Симплекс-метод: основні ідеї та алгоритм. Застосування ЛП до задач оптимізації ресурсів у реабілітаційних закладах: розклад фахівців, розподіл обладнання, складання реабілітаційних програм.

Ключові питання

- Формулювання задачі ЛП для реабілітаційних задач
- Геометрична інтерпретація та графічний метод розв'язання
- Алгоритм симплекс-методу: кроки та критерії оптимальності
- Особливі випадки задач ЛП (виродженість, необмеженість)
- Практичне розв'язання задач засобами MS Excel (Solver)

Практичне заняття (2 год.)

Завдання 1. Складання та розв'язання задачі ЛП: оптимальний розподіл робочого часу фізичних терапевтів між групами пацієнтів за умови мінімізації загальних витрат і максимізації охоплення.

Завдання 2. Кейс: «Оптимізація розкладу реабілітаційних процедур у відділенні фізичної терапії — моделювання та розв'язання задачі ЛП у MS Excel».

Завдання 3. Тестування за ключовими термінами теми (10 питань).

Самостійна робота (7 год.)

- Опрацювання: Катренко А. В. «Дослідження операцій» (2024, Magnolia, Львів) — розділ «Лінійне програмування»
- Підготовка розрахункової роботи: «Оптимізація розподілу ресурсів реабілітаційного центру методами ЛП»
- Розв'язання комплекту задач симплекс-методом та засобами MS Excel Solver



Очікуваний результат: студент вміє формулювати задачі ЛП для прикладних ситуацій фізичної терапії та розв'язувати їх симплекс-методом і засобами програмного забезпечення.

Двоїстість у лінійному програмуванні та аналіз чутливості



Лекційний матеріал (2 год.)

Побудова двоїстої задачі до прямої задачі ЛП. Теорема про двоїстість. Інтерпретація двоїстих змінних як «тіньових цін» ресурсів реабілітаційного відділення. Аналіз чутливості: зміна правих частин обмежень та коефіцієнтів цільової функції — вплив на оптимальний розв'язок. Параметричне програмування. Прийняття рішень щодо розширення ресурсної бази на основі двоїстих оцінок.

Практика (2 год.) та СРС (7 год.)

Практика: Розв'язання двоїстої задачі до задачі розподілу ресурсів реабілітаційного центру; аналіз чутливості в MS Excel Solver; інтерпретація двоїстих оцінок для управлінських рішень.

СРС: Опрацювання: Катренко А. В. «Дослідження операцій» (2024, Magnolia, Львів) — розділ «Двоїстість»; підготовка аналітичної записки «Двоїсті оцінки як інструмент прийняття управлінських рішень у реабілітаційному закладі».

Транспортні задачі та цілочислове програмування

Тема 2.3 — Транспортна задача (Лекція 7, 2 год.)

Постановка класичної транспортної задачі: постачальники, споживачі, тарифи. Методи побудови початкового плану: метод північно-західного кута, метод мінімального елемента, метод Фогеля. Метод потенціалів — отримання оптимального плану. Застосування транспортної задачі для планування маршрутів транспортування пацієнтів до реабілітаційних центрів та розподілу медичного обладнання.

Практика (2 год.): Розв'язання транспортної задачі методом Фогеля та методом потенціалів; оптимізація маршрутів виїзної реабілітаційної служби; перевірка результатів у MS Excel.

СРС (7 год.): Опрацювання: Кічмаренко О. Д. та ін. «Математичні методи дослідження операцій» (2023, Одеса: ОНУ) — розділ «Транспортна задача»; підготовка реферату «Транспортне планування в системі охорони здоров'я».

Тема 2.4 — Цілочислове програмування (Лекція 8, 2 год.)

Постановка задач цілочислового програмування (ЦП): необхідність цілочисловості в задачах планування. Задача призначення: постановка та метод угорського алгоритму. Метод гілок та меж. Метод Гоморі. Застосування задачі призначення: оптимальний розподіл фізичних терапевтів по відділеннях, призначення пацієнтів до груп реабілітації з мінімізацією навантаження.

Практика (2 год.): Розв'язання задачі призначення угорським алгоритмом; аналіз кейсу розподілу фахівців реабілітаційного центру; розв'язання задачі ЦП методом гілок та меж у MS Excel.

СРС (7 год.): Підготовка розрахункової роботи «Оптимальний розподіл персоналу реабілітаційного відділення методами цілочислового програмування».

Мережеве планування та теорія масового обслуговування

Тема 3.1

Мережеві моделі та графи. Задачі на мережах: найкоротший шлях, максимальний потік, мінімальне кістяне дерево.

Тема 3.2

Методи мережевого планування CPM і PERT. Критичний шлях. Управління реабілітаційними проектами.

Тема 3.3

Теорія масового обслуговування (СМО). Моделі черг у реабілітаційних закладах. Показники ефективності.

Тема 3.4

Теорія ігор та прийняття рішень в умовах невизначеності. Ігрові моделі в охороні здоров'я.

Мережеві моделі та задачі на графах

Лекційний матеріал (2 год.)

Основні поняття теорії графів: вершини, ребра, дуги, шляхи, дерева. Мережеві моделі в реабілітаційному менеджменті. Задача про найкоротший шлях (алгоритм Дейкстри) — планування маршруту пацієнта між відділеннями. Задача про максимальний потік (алгоритм Форда-Фалкерсона) — оптимізація потоків пацієнтів у реабілітаційному центрі. Задача про мінімальне кістяне дерево (алгоритми Крускала і Прима) — побудова оптимальної інфраструктури.

Ключові питання

- Основні поняття та типи мережевих моделей
- Алгоритм Дейкстри та його застосування до задач реабілітаційної логістики
- Задача максимального потоку — оптимізація навантаження на відділення
- Мінімальне кістяне дерево — планування інфраструктури реабілітаційного закладу
- Програмна реалізація мережевих алгоритмів

Практичне заняття (2 год.)

Завдання 1. Побудова та аналіз мережевої моделі реабілітаційного центру. Визначення найкоротшого маршруту між кабінетами засобами алгоритму Дейкстри.

Завдання 2. Кейс: оптимізація потоку пацієнтів через відділення фізичної терапії — виявлення «вузьких місць» та пропозиції щодо їх усунення.

Завдання 3. Тестування за ключовими термінами теми (10 питань).

Самостійна робота (7 год.)

- Опрацювання: Катренко А. В. «Дослідження операцій» (2024, Magnolia, Львів) — розділ «Задачі оптимізації на мережах»
- Підготовка реферату: «Мережеві моделі в плануванні реабілітаційного процесу»
- Розв'язання комплекту задач на графах (5 задач різних типів)



Очікуваний результат: студент вміє будувати мережеві моделі прикладних задач і розв'язувати задачі на графах, застосовуючи відповідні алгоритми.

Методи мережевого планування CPM і PERT



Побудова мережевого графіку

Визначення переліку робіт, їх тривалості та послідовності.
Побудова мережевого графіка реабілітаційного проекту.



Метод критичного шляху (CPM)

Розрахунок ранніх і пізніх термінів.
Визначення критичного шляху.
Резерви часу некритичних робіт.



Метод PERT

Оцінка тривалості в умовах невизначеності (оптимістична, найбільш імовірна, песимістична).
Ймовірнісний аналіз термінів.

Лекційний матеріал (2 год.)

Сітьове планування як метод управління проектами.
Метод критичного шляху (CPM): побудова мережевого графіка, розрахунок ранніх і пізніх термінів, визначення критичного шляху і резервів часу. Метод PERT: оцінка тривалості в умовах невизначеності, ймовірнісний аналіз. Застосування в реабілітації: планування програм відновлення пацієнта, впровадження нових методів лікування, управління реабілітаційним проектом.

Практика (2 год.) та СРС (7 год.)

Практика: Побудова мережевого графіка програми реабілітації пацієнта після інсульту; розрахунок критичного шляху та резервів часу; ймовірнісний аналіз тривалості програми методом PERT у MS Excel.

СРС: Опрацювання: Кічмаренко О. Д. та ін. «Математичні методи дослідження операцій» (2023, ОНУ) — «Методи планування на мережах»; підготовка аналітичної записки «CPM/PERT у плануванні реабілітаційних програм».

Теорія масового обслуговування та теорія ігор

Тема 3.3 — Теорія масового обслуговування (Лекція 11, 2 год.)

Основні поняття СМО: вхідний потік, механізм обслуговування, черга. Класифікація СМО (замкнені та розімкнені). Модель $M/M/1$ та $M/M/n$. Показники ефективності: середня кількість клієнтів у черзі, середній час очікування, завантаженість системи. Застосування: моделювання черг у реабілітаційному центрі, оптимізація кількості кабінетів та фахівців, мінімізація часу очікування пацієнтів.

Практика (2 год.): Аналіз СМО реабілітаційного відділення: розрахунок показників ефективності черги на прийом до фізичного терапевта; вибір оптимальної кількості фахівців для мінімізації часу очікування.

СРС (7 год.): Опрацювання: Катренко А. В. «Дослідження операцій» (2024) — «Задачі масового обслуговування»; підготовка реферату «СМО у плануванні роботи реабілітаційного закладу».

Тема 3.4 — Теорія ігор (Лекція 12, 2 год.)

Основні поняття теорії ігор: гравці, стратегії, виграш, сідлова точка. Ігри з нульовою сумою. Чисті та змішані стратегії. Критерії прийняття рішень в умовах невизначеності: максимін, мінімакс, критерій Гурвіца, критерій Лапласа, критерій Севіджа. Застосування в охороні здоров'я: прийняття рішень при виборі методів реабілітації в умовах обмежених ресурсів і невизначеності щодо стану пацієнта.

Практика (2 год.): Аналіз ігрової ситуації вибору методу реабілітації за різними критеріями; складання матриці рішень та вибір оптимальної стратегії; порівняльний аналіз критеріїв у реабілітаційних задачах.

СРС (7 год.): Підготовка аналітичної записки «Прийняття рішень в умовах невизначеності при плануванні індивідуальних реабілітаційних програм».

Нелінійна оптимізація, динамічне програмування та багатокритеріальні задачі

Тема 4.1

Нелінійне програмування: умовна та безумовна оптимізація.
Класичні методи та чисельні методи оптимізації.

Тема 4.2

Динамічне програмування: принцип оптимальності Беллмана.
Рекурентні рівняння. Задачі розподілу ресурсів.

Тема 4.3

Багатокритеріальна оптимізація: постановка задачі, методи згортки критеріїв, метод аналізу ієрархій (MAI).

Тема 4.4

Комплексний проект: розробка та оптимізація реабілітаційної програми з застосуванням методів прикладної математики.

Нелінійне програмування та методи оптимізації функцій

Лекційний матеріал (2 год.)

Задача нелінійного програмування (НЛП): загальна постановка, відмінності від задач ЛП. Безумовна мінімізація функції: необхідні та достатні умови екстремуму, методи першого та другого порядку. Метод градієнтного спуску. Умовна оптимізація: умови Куна-Такера, метод множників Лагранжа. Квадратичне програмування. Застосування НЛП до задач оптимізації параметрів реабілітаційних вправ та дозування фізичного навантаження.

Ключові питання

- Класифікація задач нелінійного програмування
- Необхідні та достатні умови локального та глобального мінімуму
- Метод градієнтного спуску: алгоритм та збіжність
- Умови Куна-Такера для задач умовної оптимізації
- Застосування НЛП до оптимізації реабілітаційного навантаження

Практичне заняття (2 год.)

Завдання 1. Розв'язання задачі безумовної мінімізації методом градієнтного спуску: оптимізація функції зусилля при фізичній вправі за двома параметрами.

Завдання 2. Задача умовної оптимізації: визначення оптимального дозування фізичного навантаження методом множників Лагранжа.

Завдання 3. Тестування за ключовими термінами теми (10 питань).

Самостійна робота (7 год.)

- Опрацювання: Катренко А. В. «Дослідження операцій» (2024, Magnolia, Львів) — розділ «Нелінійна оптимізація»
- Підготовка розрахункової роботи з нелінійного програмування (5 задач)
- Аналіз застосування методів нелінійної оптимізації у клінічній біомеханіці та реабілітації



Очікуваний результат: студент вміє застосовувати класичні методи нелінійної оптимізації до задач фізичної терапії та обґрунтовувати вибір методу розв'язання.

Динамічне програмування



Лекційний матеріал (2 год.)

Принцип оптимальності Беллмана. Загальна схема динамічного програмування (ДП). Рекурентне рівняння Беллмана. Задача оптимального розподілу ресурсів між кількома напрямками реабілітаційної діяльності. Задача заміни обладнання. Задача оптимального управління реабілітаційною програмою за кілька етапів. Застосування ДП у плануванні довготривалої терапії.

Практика (2 год.) та СРС (7 год.)

Практика: Розв'язання задачі розподілу бюджету реабілітаційного центру між напрямками (ЛФК, фізіотерапія, ерготерапія, масаж) методом ДП; розробка оптимального плану поетапного відновлення пацієнта.

СРС: Опрацювання: Кічмаренко О. Д. та ін. «Математичні методи дослідження операцій» (2023, ОНУ) — «Динамічне програмування»; підготовка аналітичної записки «ДП у плануванні багатоетапних реабілітаційних програм».

Багатокритеріальна оптимізація та підсумковий проект

Тема 4.3 — Багатокритеріальна оптимізація (Лекція 15, 2 год.)

Постановка задачі багатокритеріальної оптимізації (БКО): множина Парето, поняття домінування. Методи згортки критеріїв: лінійна, мультиплікативна, мінімаксна. Метод аналізу ієрархій (MAI) Сааті: побудова ієрархії, попарне порівняння, матриця суджень, вектор пріоритетів. Застосування MAI для вибору оптимального методу реабілітації або реабілітаційного обладнання з множини альтернатив за кількома критеріями (ефективність, вартість, доступність, побічні ефекти).

Практика (2 год.): Застосування MAI для порівняльного вибору методів фізичної терапії; побудова матриці попарних порівнянь; обчислення вектора пріоритетів; обґрунтування рекомендації.

СРС (7 год.): Опрацювання: Васильєва Н. К., Мороз С. І. «Моделі оптимізації та економетрики» (2023, Дніпро) — «Багатокритеріальна оптимізація»; підготовка аналітичного звіту «MAI як інструмент прийняття рішень у реабілітаційній практиці».

Тема 4.4 — Комплексний проект (Лекція 16, 2 год.)

Узагальнення та систематизація методів прикладної математики в контексті фізичної терапії та реабілітації. Комплексний підхід до розробки оптимальної реабілітаційної програми: прогнозування результатів → постановка оптимізаційної задачі → вибір методу → реалізація → аналіз чутливості → прийняття рішення. Огляд сучасних програмних засобів: MS Excel Solver, Python (scipy.optimize), MATLAB Optimization Toolbox для вирішення прикладних задач.

Практика (2 год.): Захист міні-проекту: «Математичне обґрунтування та оптимізація індивідуальної реабілітаційної програми пацієнта» (комплексне застосування методів прогнозування, ЛП, MAI та мережевого планування).

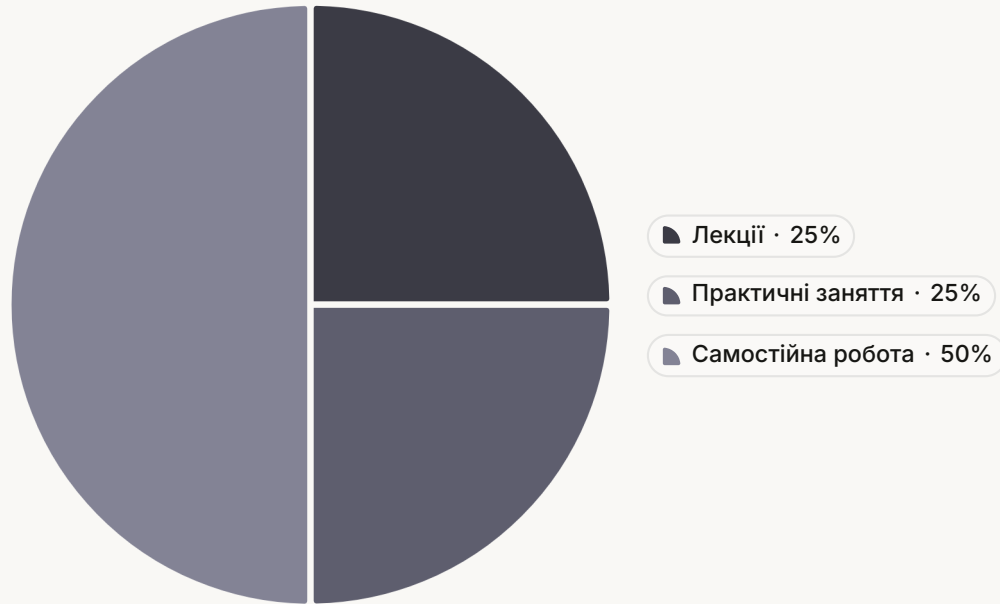
СРС (7 год.): Підготовка та оформлення підсумкового проекту; аналіз отриманих результатів; підготовка презентації та висновків; повторення матеріалу до іспиту.

Розподіл навчального часу — 120 годин

Модуль	Тема	Лекції (год.)	Практичні (год.)	СРС (год.)
Модуль 1	Тема 1.1 — Вступ. Математичне моделювання	2	2	7
	Тема 1.2 — Статистичні методи аналізу	2	2	7
	Тема 1.3 — Регресія, часові ряди	2	2	7
	Тема 1.4 — Адаптивні методи прогнозування	2	2	7
Модуль 2	Тема 2.1 — Лінійне програмування	2	2	7
	Тема 2.2 — Двоїстість та аналіз чутливості	2	2	7
	Тема 2.3 — Транспортна задача	2	2	7
	Тема 2.4 — Цілочислове програмування	2	2	7
Модуль 3	Тема 3.1 — Мережеві моделі та задачі на графах	2	2	7
	Тема 3.2 — Мережеве планування CPM/PERT	2	2	7
	Тема 3.3 — Теорія масового обслуговування	2	2	7
	Тема 3.4 — Теорія ігор та прийняття рішень	2	2	7
Модуль 4	Тема 4.1 — Нелінійне програмування	2	2	7
	Тема 4.2 — Динамічне програмування	2	2	7
	Тема 4.3 — Багатокритеріальна оптимізація (MAI)	2	2	7
	Тема 4.4 — Комплексний проект. Підсумок	2	2	8
Разом	16 тем	32	32	113

 **Загальний обсяг: 120 годин = 4 кредити ЄКТС.** Лекції — 30 год., практичні — 30 год., СРС — 60 год. Розподіл є орієнтовним і може коригуватися відповідно до специфіки навчального процесу.

Структура навчального часу



Коментар до розподілу

Загальний обсяг — **120 годин (4 кредити ЄКТС)** — розподілено між трьома формами роботи для забезпечення балансу між теорією та практикою.

Лекції — 30 год. (25%)

Системне подання теоретичного матеріалу з математичного моделювання, прогнозування, дослідження операцій та оптимізації з прикладами з фізичної терапії та реабілітації.

Практичні — 30 год. (25%)

Відпрацювання навичок розв'язання оптимізаційних задач, аналіз кейсів, виконання розрахункових завдань і захист міні-проектів. Рівна частка з лекціями підкреслює практичну спрямованість курсу.

Самостійна робота — 60 год. (50%)

Поглиблене вивчення методів, підготовка розрахункових робіт, аналітичних записок і підсумкового проекту. Самостійна робота становить **50% обсягу дисципліни**.

Самостійна робота студентів — Детальний опис



Опрацювання літератури

Поглиблене вивчення теоретичного матеріалу за підручниками з прикладної математики, дослідження операцій та методів оптимізації (Катренко, Кічмаренко та ін.), науковими статтями у фахових виданнях. Студент конспектує ключові методи, розв'язує приклади та порівнює підходи різних авторів.



Розрахункові завдання

Виконання індивідуальних розрахункових робіт (розв'язання задач ЛП, НЛП, транспортних, мережевих, СМО); підготовка аналітичних записок із застосуванням методів прогнозування та оптимізації до конкретних реабілітаційних ситуацій.



Робота з програмними засобами

Застосування MS Excel Solver, Python (бібліотека `scipy.optimize`) та MATLAB для розв'язання задач оптимізації. Опрацювання офіційних ресурсів: Міністерства охорони здоров'я (moz.gov.ua), Державної служби статистики (ukrstat.gov.ua), наукових баз даних (PubMed, eLibrary).



Підготовка до занять і контролю

Підготовка до практичних занять (повторення алгоритмів, розв'язання підготовчих задач); підготовка до тестувань за модулями; підготовка та оформлення підсумкового комплексного проекту з оптимізації реабілітаційної програми.

Форми контролю знань

1

Поточний контроль

Тестові завдання та розрахункові вправи за темами змістовного модуля. Оцінюються регулярність виконання завдань, якість розрахунків і правильність інтерпретації результатів. Проводиться після кожної теми у формі тестування (10–15 питань) або перевірки розрахункової роботи. Формує накопичувальну оцінку протягом семестру.

2

Проміжний контроль

Модульна контрольна робота або розрахунково-аналітичне завдання, яке охоплює теми відповідного змістовного модуля: теоретичні питання, розв'язання задач, інтерпретація результатів моделювання. Оцінюються правильність методу, точність обчислень та обґрунтованість висновків. Проводиться після кожного модуля.

3

Підсумковий контроль

Іспит відповідно до навчального плану. Форма — тестування та розв'язання комплексної оптимізаційної задачі з елементами прогнозування і прийняття рішень. Підсумкова оцінка враховує поточний, проміжний та підсумковий контроль: **100-бальна система** з переведенням у національну шкалу та ЄКТС (A, B, C, D, E, FX, F).

Методи викладання

Викладання дисципліни «Прикладна математика» поєднує класичні академічні та інтерактивні методи, що забезпечує формування як теоретичної бази математичного апарату, так і практичних навичок застосування методів оптимізації та прогнозування у майбутній професійній діяльності фізичного терапевта та ерготерапевта.



Лекції

Системне подання теоретичного матеріалу з візуалізацією алгоритмів, схем, таблиць та прикладів із реабілітаційної практики; студенти ведуть конспекти та задають уточнювальні запитання.



Розрахункові практикуми

Розв'язання задач оптимізації та прогнозування з покроковим застосуванням алгоритмів; відпрацювання навичок роботи з MS Excel Solver та іншими засобами математичного моделювання.



Кейс-стаді

Аналіз реальних задач фізичної терапії та ерготерапії; студенти формалізують проблему, обирають метод моделювання, виконують розрахунки та обґрунтовують рекомендації.



Дискусії та захист проектів

Обговорення результатів моделювання та обґрунтування обраних методів; захист міні-проектів і підсумкового комплексного проекту з оптимізації реабілітаційної програми.



Самостійне дослідження

Підготовка аналітичних записок, рефератів і розрахункових робіт за темами модулів; розвиток навичок самостійного пошуку та застосування математичних методів.



Комп'ютерний практикум

Робота з програмними засобами (MS Excel, Python, MATLAB): розв'язання задач оптимізації та прогнозування, верифікація результатів, формування навичок цифрового моделювання.

Рекомендована література — Підручники та посібники (2022–2024 рр.)

1. Катренко А. В.

Дослідження операцій : підручник. — Львів : Магнолія 2006 (Magnolia), 2024. — 480 с.

2. Кічмаренко О. Д., Стехун А. О., Яровий А. Т.

Математичні методи дослідження операцій : навч. посіб. — Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2023. — 156 с.

3. Васильєва Н. К., Мороз С. І.

Моделі оптимізації та економетрики — застосування в аграрній економіці : навч. посіб. — Дніпро : Видавець Біла К. О., 2023. — 190 с.

4. Лапач С. М., Чубенко А. В., Бабич П. М.

Статистика в науково-дослідних розробках у медицині та біології : підручник. — Київ : Моріон, 2022. — 408 с.

5. Письменський Є. О. та ін.

Методи дослідження операцій : практ. посіб. — Київ : ВД Дакор, 2023. — 248 с.

6. Бідюк П. І., Коновалюк М. М., Кузнєцова Н. В.

Системний аналіз та математичне моделювання в охороні здоров'я : навч. посіб. — Київ : Університет «Україна», 2022. — 320 с.

7. Optimization Methods in Mathematical Modeling of Technological Processes

Springer International Publishing, 2023–2024. — ISBN: 978-3-031-35338-3. *Рекомендується для модулів 3–4 (нелінійна оптимізація, прикладне моделювання).*

8. Яровий А. А., Ваховська Л. М., Крилик Л. В.

Математичні методи дослідження операцій. Лінійне програмування. Ч. 1 : навч. посіб. — Вінниця : ВНТУ, 2022. — 168 с.

Додаткова література та наукові статті

9. Бідюк П. І. та ін.

Методи прогнозування в задачах обробки даних : навч. посіб. — Київ : НТУУ «КПІ», 2023. — 228 с. *Рекомендується для тем 1.3–1.4 (методи прогнозування).*

11. Сікора Я. Б., Щехорський А. Й., Якимчук Б. Л.

Методи оптимізації та дослідження операцій : навч. посіб. — Житомир : Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2022 (перевид.). — 148 с. *Рекомендується для модулів 2–3.*

10. Cotton R. J. et al.

A Causal Framework for Precision Rehabilitation. arXiv preprint, 2024. URL: arxiv.org/abs/2411.03919. *Рекомендується для тем 4.3–4.4 (оптимізація реабілітаційних програм).*

12. Плашевський М., Бетані–Салтіков Дж.

Insights in Rehabilitation for Musculoskeletal Conditions 2023/2024. Frontiers in Rehabilitation Sciences, 2025. DOI: 10.3389/fresc.2025.1729389. *Рекомендується для тем 1.1–1.2 (моделювання в реабілітації).*

Нормативно-правова база

→ Закон України «Про вищу освіту» від 01.07.2014 № 1556-VII

Визначає засади організації вищої освіти в Україні, у т. ч. підготовки бакалаврів за освітніми програмами. zakon.rada.gov.ua

→ Закон «Про реабілітацію у сфері охорони здоров'я» від 03.12.2020 № 1053-IX

Визначає правові засади реабілітаційної допомоги, права пацієнтів, вимоги до фахівців з фізичної терапії та ерготерапії.
zakon.rada.gov.ua

→ Стандарт вищої освіти за спеціальністю 227 «Фізична терапія, ерготерапія»

Визначає обсяг і зміст загальних та фахових компетентностей, програмних результатів навчання для першого (бакалаврського) рівня. mon.gov.ua

→ Наказ МОЗ України «Про затвердження стандартів фізичної терапії»

Клінічні протоколи та стандарти надання реабілітаційної допомоги, що визначають вимоги до оцінки ефективності терапії.
moz.gov.ua

→ Закон «Про освіту» від 05.09.2017 № 2145-VIII

Визначає засади освітньої діяльності в Україні, у т. ч. стандарти організації навчального процесу у вищій школі. zakon.rada.gov.ua

Офіційні ресурси та фахові видання

Міністерство охорони здоров'я України

moz.gov.ua — нормативна база, клінічні протоколи, стандарти фізичної терапії та реабілітації.

Міністерство освіти і науки України

mon.gov.ua — стандарти вищої освіти, навчальні програми, методичні матеріали для спеціальності 227.

Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського

nbuv.gov.ua — електронні ресурси, наукові статті, монографії з прикладної математики та реабілітації.

Державна служба статистики

ukrstat.gov.ua — статистичні дані для побудови прогностичних моделей у сфері охорони здоров'я.

PubMed / NCBI

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov — міжнародна база медичних публікацій для пошуку наукових статей з математичного моделювання в реабілітації.

Frontiers in Rehabilitation Sciences

frontiersin.org — рецензований журнал з реабілітаційних наук, публікує дослідження з оптимізації методів терапії.

ScienceDirect / Springer

sciencedirect.com та link.springer.com — доступ до підручників та статей з прикладної математики та методів оптимізації.

Верховна Рада України

zakon.rada.gov.ua — нормативно-правова база: закони про реабілітацію, вищу освіту, стандарти фахової підготовки.

Зв'язок дисципліни з ОП «Фізична терапія, ерготерапія»

Навіщо прикладна математика фізичному терапевту?

Дисципліна «Прикладна математика» є невід'ємною складовою підготовки бакалаврів за ОП «Фізична терапія, ерготерапія» / «Фізична реабілітація». Сучасна реабілітація — це доказова медицина, яка базується на кількісному аналізі даних, математичних методах прогнозування результатів лікування та оптимізації реабілітаційних програм.

Вміння формалізувати клінічну задачу, побудувати математичну модель і отримати оптимальне рішення є конкурентною перевагою фахівця у сфері фізичної терапії та ерготерапії в умовах цифрової охорони здоров'я.

Практичне значення для майбутньої кар'єри

- Прогнозування динаміки відновлення пацієнта та планування термінів реабілітації
- Оптимізація розкладу процедур і розподілу часу між групами пацієнтів
- Кількісна оцінка ефективності реабілітаційних методик за статистичними критеріями
- Обґрунтований вибір методу терапії на основі багатокритеріального аналізу
- Планування реабілітаційних проектів методами мережевого управління (CPM/PERT)
- Аналіз та оптимізація роботи реабілітаційного центру методами теорії масового обслуговування

Ключові компетентності курсу — Підсумок

Курс охоплює сучасний математичний апарат прогнозування, дослідження операцій та оптимізації — і формує у студентів здатність кількісно обґрунтовувати рішення у сфері фізичної терапії, ерготерапії та фізичної реабілітації.

Бажаємо успіхів у вивченні Прикладної математики!

120

Годин

Загальний обсяг дисципліни

4

Кредити ЄКТС

Відповідно до стандарту

16

Тем

У 4 змістовних модулях

8

Джерел

Рекомендованої літератури 2022–2024 рр.

«Математика — це мова, якою написана книга природи.» — Галілео Галілей

ОП Фізична терапія, ерготерапія · Фізична реабілітація · Бакалавр · 4 кредити ЄКТС