

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Методи дослідження операцій у біології та медицині. Курсова робота

Рекомендації до виконання курсowego проєкту

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра
за освітньою програмою «Комп'ютерні технології в біології та медицині»
спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

Укладачі: В.А.Павлов, К.С.Бовсуновська

Електронне мережеве навчальне видання

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2023

Укладачі: *Павлов Володимир Анатолійович*, канд. техн. наук, доцент
Бовсуновська Катерина Сергіївна, старший викладач

Рецензенти: *Струтинська О.В.*, д.п.н., професор, професор кафедри інформаційних технологій і програмування, Факультет математики, інформатики та фізики, УДУ імені Михайла Драгоманова
Бовсуновський Є.О., к.т.н., доцент, доцент кафедри екології, ФЕБІТ, Національний авіаційний університет
Мотроненко В. В., д-р. філос., доцент кафедри трансляційної медичної біоінженерії, Факультет біомедичної інженерії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Відповідальний редактор: *Городецька О.К.*, к.т.н., доцент кафедри біомедичної кібернетики Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 4 від 01.02.2024 р.)
за поданням вченої ради факультету/навчально-наукового інституту
(протокол № 3 від 29.11.2023 р.)*

Павлов В.А., Бовсуновська К.С.
П23 Методи дослідження операцій у біології та медицині. Курсова робота [Електронний ресурс] рек. до виконання курсового проєкту: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Комп'ютерні технології в біології та медицині» спец. 122 «Комп'ютерні науки» / Павлов В.А., Бовсуновська К.С.; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 34 с.

Посібник «Методи дослідження операцій у біології та медицині. Курсова робота» призначений для надання студентам необхідної допомоги при виконанні курсової роботи, містить рекомендації до виконання етапів курсової роботи з використанням теоретичних та практичних навичок моделювання.

Реєстр. № НП

Обсяг 1,3 авт. арк.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
проспект Берестейський, 37, м. Київ, 03056
<https://kpi.ua>

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

© В.А.Павлов, К.С.Бовсуновська, 2023
© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Мета і завдання курсової роботи.....	4
Постановка задачі.....	6
Графік виконання курсової роботи	8
Перелік тем (варіантів вихідних даних)	8
Додаткові теоретичні відомості.....	12
Рекомендації до виконання розділів курсової роботи.....	16
1. Моделювання прототипів моделі критерію та моделей змінних стану для вибраної студентом задачі оптимізації	16
2. Моделювання кінцевих варіантів моделей критерію та обмежень оптимізаційної задачі та обґрунтування кількісної та якісної адекватності моделей	22
3. Формалізація, обґрунтування та вирішення прототипу оптимізаційної задачі за одержаними моделлю критерію та моделями станів об'єкту оптимізації.	25
4. Розробка програмного інтерфейсу та вирішення оптимізаційної задачі розрахунку персоналізованої лікувальної стратегії (економічної стратегії)..	26
Захист роботи.....	29
Орієнтовний список питань до захисту роботи	30
Оцінювання роботи.....	31
Висновок	32
Список використаних джерел:	33

Вступ

Посібник призначений для студентів, які навчаються за освітньою програмою «Комп'ютерні технології в біології та медицині» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». Він містить рекомендації студентам для виконання та захисту курсової роботи з дисципліни «Методи дослідження операцій у біології та медицині». Також посібник містить корисні рекомендації щодо організації роботи студента над першими науковими дослідженнями.

Курсова робота є важливим етапом навчання, який дозволяє студентам поглибити свої знання і вміння з дисципліни. Головна мета цієї роботи полягає в формуванні у студентів навичок розв'язування складних практичних задач із застосуванням методів оптимізації. Крім цього, в процесі написання курсової роботи студенти набувають умінь використовувати математичне моделювання та аналізувати результати досліджень у біології та медицині. У посібнику розкривається сутність та завдання курсової роботи, надаються поради щодо організації процесу виконання дослідження.

Курсова робота має обов'язковий характер і вимагає від студентів дотримання встановлених вказівок, чіткої структури та наукового підходу до обробки інформації. Її написання допомагає студентам розвинути творче мислення, критичне мислення та аналітичні навички, що є важливим для майбутніх фахівців. Крім того, курс також включає завдання з оптимізації економічних систем, що розширює спектр задач, які вивчаються.

Мета і завдання курсової роботи

Метою роботи є дослідження та побудова моделі, яка базується на даних пацієнтів, а також створення системи у вигляді програмного застосунку для розрахунку індивідуальних персоналізованих лікувальних

стратегій. Така система дозволить враховувати унікальні характеристики кожного пацієнта, а також фактори, що впливають на ефективність лікування. Оптимізація лікувальної стратегії може скоротити тривалість лікування, знизити ризик ускладнень та витрати на медичну допомогу. Тому розробка програмного додатку оптимізованої лікувальної стратегії для пацієнтів є актуальною задачею.

Виконання курсової роботи формує наступні компетенції:

Загальні компетентності (ОП введено в дію Наказом ректора НОН/201/2022 від 30.06.2022 р):

ЗК 1 - Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК 3 - Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК 11 - Здатність приймати обґрунтовані рішення

Спеціальні (фахові) компетентності (ОП введено в дію Наказом ректора НОН/201/2022 від 30.06.2022 р):

ФК 1 - Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування.

ФК 2 - Здатність до виявлення статистичних закономірностей недетермінованих явищ, застосування методів обчислювального інтелекту, зокрема статистичної, нейромережевої та нечіткої обробки даних, методів машинного навчання та генетичного програмування тощо.

ФК 5 - Здатність здійснювати формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і соціально-економічних системах різного призначення, визначати їх оптимальні розв'язки, будувати моделі оптимального управління з урахуванням змін економічної ситуації, оптимізувати процеси управління в системах різного призначення та рівня ієрархії

Програмними результатами навчання після вивчення дисципліни

«Методи дослідження операцій у біології та медицині» є (ОП введено в дію Наказом ректора НОН/201/2022 від 30.06.2022 р):

ПР 7 - Розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно– та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування.

ПР 20 - Застосовувати та удосконалювати підходи до моделювання та оптимізації станів медичних та біологічних об'єктів, створювати та удосконалювати чіткі та нечіткі математичні моделі і програмні системи.

Згідно з вимогами до курсової роботи по дисципліні «Методи дослідження операцій у біології та медицині» студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

Знання: методів дослідження операцій та особливості їх застосування при вирішенні задач в біології та медицині.

Уміння: використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі, формалізовувати практичні проблеми в біології, медицині, економіці, як задачі методів математичного моделювання та дослідження операцій, вибирати відповідне програмне забезпечення для вирішення одержаних задач, перетворювати структури даних формалізованих задач оптимізації до структур даних бібліотек систем програмування, досліджувати одержані рішення.

Постановка задачі

В курсовій роботі увага спрямована на розробку індивідуальної лікувальної стратегії для пацієнта на основі аналізу анонімізованих даних моніторингу спостережень за лікувальним процесом. Маючи вибірку пацієнтів або даних клінічних випробувань необхідно розробити індивідуальний план лікування, який є оптимальним для конкретного

пацієнта. У роботі використовуються статистичні методи та аналіз даних, для визначення оптимальних підходів до лікування для різних категорій пацієнтів. Досліджуються як медичні дані, так і фактори, що впливають на успішність лікування, а саме - вік, стать, стан здоров'я, індивідуальні особливості.

При написанні роботи слід дотримуватися такого плану дій:

- визначити тему, з якої буде виконуватися дослідження та узгодити дані для обробки з керівником курсової роботи;
- визначити питання, яке буде досліджуватися, якого результату необхідно досягти;
- здійснити пошук відповідних джерел та наукових статей, які відносяться до теми дослідження, проаналізувати їх.
- на основі отриманих даних скласти попередній план роботи;
- описати огляд літератури, постановку проблеми та сформулювати мету дослідження;
- здійснити подальший аналіз та опис отриманих результатів моделювання, а також їх узгодження з поставленими завданнями і цілями;
- провести моделювання та перевірку отриманої моделі;
- створити відповідне програмне забезпечення;
- сформулювати висновки та рекомендації на основі проведеного дослідження;
- укласти список використаних джерел та необхідні додатки відповідно до вимог наукового стилю;
- розробити та написати основний текст курсової роботи, дотримуючись запланованої структури.

Графік виконання курсової роботи

Тиждень семестру	Назва етапу курсової роботи
1-3	Пошук первинних даних відповідної структури, узгодження та затвердження постановки задачі оптимізації стану вибраного об'єкту викладачем
4-6	Розробка та обґрунтування моделей стану об'єкту оптимізації за критеріями кількісної адекватності
6	Надання на перевірку Розділу 1 курсової роботи
7-10	Розробка та обґрунтування моделей стану об'єкту оптимізації за критеріями кількісної та якісної адекватності
10	Надання на перевірку Розділу 2 курсової роботи
11-13	Формалізація, обґрунтування та вирішення прототипу одержаної оптимізаційної задачі
13	Надання на перевірку Розділу 3 курсової роботи
14-17	Кінцева розробка системи оптимізації індивідуальної лікувальної (економічної) стратегії
18	Захист курсової роботи

Перелік тем (варіантів вихідних даних)

Студенти мають можливість обрати тему з нижчеперерахованих або знайти власноруч дані клінічних випробувань і, узгодивши з викладачем, працювати над власним дослідженням.

1 Розробка системи розрахунку оптимальної персоніфікованої лікувальної стратегії при захворюванні на діабет 2-ого типу.

- 2 Розробка системи оптимізації лікувальної стратегії для мінімізації рівня холестерину при лікуванні гіпертензії.
- 3 Дослідження моделі оптимізації лікувальної стратегії при захворюванні гіпертиреоз. Критерій - підвищення активності лужної фосфатази.
4. Дослідження моделі оптимізації лікувальної стратегії при захворюванні гіпертиреоз. Критерій - нормалізація рівня трийодтироніну.
- 5 Розробка системи розрахунку оптимальної персоніфікованої лікувальної стратегії при захворюванні на бронхіоліт.
- 6 Розробка системи розрахунку оптимальної персоніфікованої лікувальної стратегії в період реабілітації пацієнтів, хворих на лейкоз.
- 7 Розробка системи розрахунку індивідуального лікування для дітей з кардіологічними захворюваннями при вживлянні кондуїтів.
8. Розробка системи розрахунку індивідуальної лікувальної стратегії хворих на артеріальну гіпертензію.
- 9 Розробка системи розрахунку індивідуальної лікувальної стратегії хворих на гепатит.
- 10 Розробка системи розрахунку оптимальної персоніфікованої лікувальної стратегії в період реабілітації пацієнтів, хворих на лейкемію.
- 11 Розробка системи для підбору індивідуальної лікувальної стратегії хворих на гострий холецистит.
- 12 Розробка моделі системи оптимізації екстерної лікувальної стратегії при лікуванні інфаркту міокарда. Критерій - вміст тромбоцитів у крові.
- 13 Розробка системи оптимізації лікувальної стратегії мінімізації кількості бластних клітин при захворюванні на лейкемію.
- 14 Розробка системи розрахунку індивідуальної лікувальної стратегії хворих на гепатит. Критерій – вміст білірубіну венозної крові.
- 15 Розробка системи розрахунку індивідуальної лікувальної стратегії хворих на дифтерію.

- 16 Розробка системи розрахунку оптимальної персоніфікованої лікувальної стратегії при захворюванні на цистит.
- 17 Розробка системи розрахунку лікувальної стратегії для покращення репродуктивної функції.
- 18 Дослідження моделі оптимізації лікувальної стратегії при захворюванні гіпертиреоз. Критерій – білірубін.
- 19 Розробка системи для підбору індивідуальної лікувальної стратегії хворих на цироз печінки.
- 20 Розробка системи оптимізації персоніфікованої лікувальної стратегії з критерієм фракції викиду при операціях АКШ.
- 21 Розробка системи оптимізації лікувальної стратегії для нормалізації ваги тіла пацієнта.
- 22 Розробка системи розрахунку оптимальної персоніфікованої лікувальної стратегії при захворюванні на інтерстеціальний нефрит. Критерій – швидкість клубочкової фільтрації.
- 23 Розробка системи розрахунку оптимальної персоніфікованої лікувальної стратегії при захворюванні на інтерстеціальний нефрит. Критерій – вміст креатинін у венозної крові.
- 24 Розробка системи розрахунку оптимальної персоніфікованої лікувальної стратегії при захворюванні на інтерстеціальний нефрит. Критерій – запобігання анемії.
- 25 Розробка системи оптимальної персоніфікованої лікувальної стратегії для хворих кардіологічного відділення з пониженою сатурацією.
- 26 Розробка системи розрахунку оптимальної персоніфікованої лікувальної стратегії при мігренях.
- 27 Розробка системи оптимізації персоніфікованої лікувальної стратегії стану пацієнтів хворих на астму.
- 28 Розробка системи розрахунку оптимальних індивідуальних параметрів оперативного втручання при операції Росса.

- 29 Розробка моделі системи оптимізації персоналізованої лікувальної стратегії при захворюванні на олігозооспермію першого ступеня.
- 30 Розробка системи розрахунку індивідуальної лікувальної стратегії хворих на діабетичну нейропатію з критерієм мінімізації білірубіну.
- 31 Розробка системи оптимізації персоналізованої стратегії використання препаратів для схуднення.
- 32 Розробка моделі системи оптимізації лікувальної персоналізованої стратегії мінімізації Sgot при лікуванні гепатиту.
- 33 Розробка системи лікувальної стратегії у хворих на серцеву недостатність за критерієм максимізації фракції викиду.
- 34 Оптимізація стану пацієнтів з аортальною недостатністю після хірургічного лікування.
- 35 Формалізація та дослідження моделі оптимізації стану складного об'єкту на прикладі підсистеми економічних процесів України: підсистема оптимізації індексу ВВП України.
- 36 Формалізація та дослідження моделі оптимізації стану складного об'єкту на прикладі підсистеми економічних процесів України: підсистема оптимізації індексу інфляції.
- 37 Формалізація та дослідження моделі оптимізації стану складного об'єкту на прикладі підсистеми економічних процесів України: підсистема оптимізації індексу реальної зарплати.
- 38 Формалізація та дослідження моделі оптимізації стану складного об'єкту на прикладі підсистеми економічних процесів України: підсистема оптимізації ставки рефінансування комерційних банків.
- 39 Формалізація та дослідження моделі оптимізації стану складного об'єкту на прикладі підсистеми економічних процесів України: підсистема оптимізації грошової маси готівки в обігу.
- 40 Формалізація та дослідження моделі оптимізації стану складного об'єкту на прикладі підсистеми економічних процесів України: підсистема

оптимізації кредиторської (дебіторської) заборгованості між підприємствами.

41 Формалізація та дослідження моделі оптимізації стану складного об'єкту на прикладі підсистеми економічних процесів України: підсистема оптимізації видатків Зведеного бюджету.

42 Формалізація та дослідження моделі оптимізації стану складного об'єкту на прикладі підсистеми економічних процесів України: підсистема оптимізації загальної зайнятості.

Додаткові теоретичні відомості

Необхідно виробити індивідуальну оптимальну лікувальну стратегію для довільно взятого пацієнта. Оптимальність розуміється у сенсі найкращого прогнозного значення критеріальної змінної у допустимій області змінних стану пацієнта після пройденого лікування.

Вхідними даними є анонімізовані дані моніторингу спостережень за лікувальним процесом вибірки пацієнтів чи дані клінічних випробувань над вибіркою пацієнтів.

Дані зручно розбити на групи за їх змістом:

- p_i , $i=1,...,g$: змінні, що необхідні для врахування при розрахунку параметрі пацієнта (наприклад: вік; стать; вага; фактори анамнезу; клінічні ознаки чи аналізи, що важливо врахувати при призначенні лікувальних дій та які не будуть моделюватися як змінні стану «після»:
- q^{in} , q^{out} : головна характеристика захворювання, що може бути розглянута як головий критерій лікування (мінімізація, максимізація чи стабілізація на заданому рівні).
- У даних повинне бути визначене стартове значення при початку лікування q^{in} та після лікування q^{out} .

- $s_i^{\text{in}}, s_i^{\text{out}}$ $i=1, \dots, d$: змінні стану пацієнта, значення яких також необхідно врахувати при характеристиці стану пацієнта після лікування. Дані повинні містити значення стану пацієнта до s_i^{in} , $i=1, \dots, d$ та після лікування s_i^{out} , $i=1, \dots, d$. Наприклад СОЄ, рівень гемоглобіну, артеріальний тиск, тощо.
- u_i $i=1, \dots, h$: змінні що характеризують застосовані лікувальні дії (دوزи та тривалість прийому ліків чи лікувальних процедур)

Для зручності, дані що описано вище представимо блочною матрицею об'єкт- властивості X:

$$\begin{array}{cccc}
 X_1 & X_2 & \dots & X_m \\
 \begin{array}{|cccc|}
 \hline
 x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\
 x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \\
 \hline
 \end{array}
 & x_1 & x_2 & \dots & x_n
 \end{array} \quad (1)$$

Для зручності, дані що описано вище представимо блочною матрицею об'єкт- властивості X:

$$X = [\mathbf{P} \mid \mathbf{S}^{\text{in}} \mid \mathbf{q}^{\text{in}} \mid \mathbf{S}^{\text{out}} \mid \mathbf{q}^{\text{out}} \mid \mathbf{U}], \quad (2)$$

Моделі вихідних змінних: критерію q^{out} стану S_i^{out} формуємо як функції вхідних змінних P_i , q^{in} , S_i^{in} та управлінь U_i , тобто:

$$q^{\text{out}} = \sum_{i=1}^g b_i^o p_i + \sum_{i=1}^d a_i^o s_i^{\text{in}} + \sum_{i=1}^h c_i^0 u_i + c_0^0 q^{\text{in}} + c_0 \quad (3)$$

$$s_j^{\text{out}} = \sum_{i=1}^g b_i^j p_i + \sum_{i=1}^d a_i^j s_i^{\text{in}} + c_i^j q_i^{\text{in}} + \sum_{i=1}^h c_i^j u_i + c_j \quad (4)$$

Дані для моделювання беремо з підматриць блокової матриці X:

$$\mathbf{P} = \begin{vmatrix} p_{11} & \cdots & p_{1g} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ p_{n1} & \cdots & p_{ng} \end{vmatrix} \quad (5)$$

де P - матриця параметрів пацієнтів,

g - кількість параметрів відповідного номеру рядку пацієнта, n - кількість пацієнтів у вибірці,

$$\mathbf{S}^{\text{in}} = \begin{vmatrix} s_{11}^{\text{in}} & \cdots & s_{1d}^{\text{in}} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ s_{n1}^{\text{in}} & \cdots & s_{nd}^{\text{in}} \end{vmatrix}, \quad (6)$$

$$\mathbf{S}^{\text{out}} = \begin{vmatrix} s_{11}^{\text{out}} & \cdots & s_{1d}^{\text{out}} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ s_{n1}^{\text{out}} & \cdots & s_{nd}^{\text{out}} \end{vmatrix} \quad (7)$$

де d - кількість змінних стану пацієнтів,

$$\mathbf{Q}^{\text{in}} = (q_1^{\text{in}}, q_2^{\text{in}}, \dots, q_n^{\text{in}})^T, \quad (8)$$

$$\mathbf{Q}^{\text{out}} = (q_1^{\text{out}}, q_2^{\text{out}}, \dots, q_n^{\text{out}})^T \quad (9)$$

- вектори значень критерію до та після застосування лікування,

$$\mathbf{U} = \begin{vmatrix} u_{11} & \cdots & u_{1h} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ u_{n1} & \cdots & u_{nh} \end{vmatrix}, \quad (10)$$

де h - кількість змінних, що отримали лікувальну дію.

Формування оптимізаційної задачі у загальному вигляді та введення в систему відповідної структури даних полягає в наступному:

На основі знайдених моделей можемо записати оптимізаційну задачу

$$\left\{ \begin{array}{l} \min_{\mathbf{u}} q^{\text{out}} = \min_{\mathbf{u}} F_q(\mathbf{p}, q^{\text{in}}, \mathbf{s}^{\text{in}}, \mathbf{u}) \\ s_{1 \min}^{\text{out}} \leq F_1(\mathbf{p}, q^{\text{in}}, \mathbf{s}^{\text{in}}, \mathbf{u}) \leq s_{1 \max}^{\text{out}} \\ \dots\dots\dots \\ s_{d \min}^{\text{out}} \leq F_d(\mathbf{p}, q^{\text{in}}, \mathbf{s}^{\text{in}}, \mathbf{u}) \leq s_{d \max}^{\text{out}} \\ \mathbf{F}(\mathbf{p}, q^{\text{in}}, \mathbf{s}^{\text{in}}, \mathbf{s}^{\text{out}}, q^{\text{out}}, \mathbf{u}) \leq 0 \\ \mathbf{u}_{\min} \leq \mathbf{u} \leq \mathbf{u}_{\max} \end{array} \right. \quad (11)$$

Значення $s_{i \min}^{\text{out}}$, $s_{i \max}^{\text{out}}$ повинні бути відомі із змісту задачі як мінімальні та максимальні допустимі значення відповідних станів та залежать від постановки конкретної задачі.

Програмна реалізація відповідного етапу повинна надавати користувачу інтерфейс, де можливо ввести модель критерію $F_q(\mathbf{p}, q^{\text{in}}, \mathbf{s}^{\text{in}}, \mathbf{u})$ та моделі станів $F_1(\mathbf{p}, q^{\text{in}}, \mathbf{s}^{\text{in}}, \mathbf{u}), \dots, F_d(\mathbf{p}, q^{\text{in}}, \mathbf{s}^{\text{in}}, \mathbf{u})$, а також відповідні обмеження $s_{i \min}^{\text{out}}, s_{i \max}^{\text{out}}, \mathbf{u}_{\min}, \mathbf{u}_{\max}$.

Форма в яку необхідно вводити параметри моделі та обмеження повинна дозволяти змінювати параметри моделі, та значення обмежень $s_{i \min}^{\text{out}}, s_{i \max}^{\text{out}}, \mathbf{u}_{\min}, \mathbf{u}_{\max}$.

В загальну структуру даних (де моделі $F_q(\mathbf{p}, q^{\text{in}}, \mathbf{s}^{\text{in}}, \mathbf{u})$ та $F_1(\mathbf{p}, q^{\text{in}}, \mathbf{s}^{\text{in}}, \mathbf{u}), \dots, F_d(\mathbf{p}, q^{\text{in}}, \mathbf{s}^{\text{in}}, \mathbf{u})$ знайдено по всім пацієнтам) необхідно підставити дані конкретного пацієнта. В результаті таких дій отримуємо часткову оптимізаційну задачу налаштовану на конкретного пацієнта, яку і необхідно вирішити.

Програмна реалізація етапу має на увазі підстановку даних конкретного вибраного k -того пацієнта з його показниками $p_k, q_k^{\text{in}}, \mathbf{s}_k^{\text{in}}$ у сформовану раніше загальну структуру даних, перетворення і розрахування відповідних спрощених моделей.

Проте можливо (допустимо, без зниження оцінки) структури та параметри одержаних моделей $F_q(\mathbf{p}, q^{\text{in}}, \mathbf{s}^{\text{in}}, \mathbf{u})$ та $F_1(\mathbf{p}, q^{\text{in}}, \mathbf{s}^{\text{in}}, \mathbf{u}), \dots, F_d(\mathbf{p}, q^{\text{in}}, \mathbf{s}^{\text{in}}, \mathbf{u})$, прописати безпосередньо у кодї вашої програми, але інтерфейс повинен забезпечити можливість змінювати значення обмежень $s_{i \min}^{\text{out}}, s_{i \max}^{\text{out}}, \mathbf{u}_{\min}, \mathbf{u}_{\max}$ який і повинен бути представлений у відповідному вікні.

Рекомендації до виконання розділів курсової роботи

При виконанні цієї роботи можна виділити чотири основних етапи. Розглянемо кожний етап окремо.

1. Моделювання прототипів моделі критерію та моделей змінних стану для вибраної студентом задачі оптимізації

Задача 1.1 Тренувальне моделювання на даних викладача: моделювання біологічного віку людини за фізіологічними параметрами за результатами психо-фізіологічних тестів.

Вхідні дані: матриця даних фізіологічних параметрів та результати психо-фізіологічних тестів, вектор значень біологічного віку для вибірки студентів.

Завдання:

1. Одержати варіанти моделі для заданої множини вхідних змінних.
2. Розширити поле вхідних змінних для моделювання (сформувати узагальнені змінні типу $(x_i * x_j)$ та (x_i / x_j)
3. Порівняти показник якості моделі для параметрів алгоритму за замовчуванням.
4. Одержати модель з прийнятними значеннями кількісної адекватності - коефіцієнтом кореляції значень моделі та табличних даних.

Задача 1.2 Моделювання змінних стану та критеріальної змінної за вибором студента біологічного об'єкту (пацієнти).

Попередньо необхідно визначитися зі списком змінних, які застосовуються при моделюванні: параметри, змінні стану, управління та критеріальна змінна.

Вхідні дані: Постановка оптимізаційної задачі, блокова матриця об'єкт-властивості даних X .

Завдання:

1. Розробити для відомої постановки оптимізаційної задачі модель її критерію.
2. Розробити для відомої постановки оптимізаційної задачі моделі змінних стану об'єкта.

Порядок дій: Серед змінних X_i матриці об'єкт-властивості X (1)

що була студентом самостійно знайдена (для вибірки пацієнтів) чи одержано у викладача (дані економічних процесів України) обираємо структуру даних:

- параметри об'єкту (пацієнтів) – P_i ,
- змінну – критерій q ,
- змінні стану об'єкту – S_i ,
- змінні впливу (управління) на об'єкт (пацієнтів) – U_i

Будуємо **блочну матрицю даних** (2):

- у матриці X стовпчик $\mathbf{q}^{\text{in}}$ містить значення змінної-критерій q^{in} (значення критеріальної змінної до впливу (лікування)),
- підматриця $\mathbf{S}^{\text{in}}$ містить змінні стану об'єкту – S_i^{in} (значення змінних стану пацієнтів (об'єкту) до впливу (до лікування)) ,
- у матриці X стовпчик $\mathbf{q}^{\text{out}}$ містить значення змінної-критерій q^{out} (значення критеріальної змінної після впливу (лікування)),
- підматриця $\mathbf{S}^{\text{out}}$ містить змінні стану об'єкту – S_i^{out} (значення змінних стану пацієнтів (об'єкту) після впливу (після лікування)) ,
- підматриці $\mathbf{P}$ та $\mathbf{U}$ містять значення змінних-параметрів об'єкту – P_i , та змінних впливу (лікування) U_i

Приклад: У даних моніторингу хворих на хронічну ниркову недостатність зі матрицею даних X та змінними X_1 - X_{17} маємо:

Змінні стану до лікування:

X_1 - Стать – параметр,

X_2 - Вік – параметр,

X_3 - Вага, -параметр,

X_4 - Креатинин до лікування, - критерій до лікування

X_5 - Еритроцити у крові до лікування,

X_6 - Лейкоцити у крові до лікування,

X_7 - Білок у сечі до лікування,

X_8 - Юні клітини у крові до лікування

Змінні впливу:

X_9 - Доза еритропоїтина,

X_{10} - Доза гематогена,

X_{11} - Доза вітаміну Д,

X_{12} - Доза лозартану

Змінні стану після лікування

X_{13} - Креатинин після лікування- критерій після лікування,

X_{14} - Еритроцити у крові після лікування ,

X_{15} - Лейкоцити у крові після лікування,

X_{16} - Білок у сечі після лікування,

X_{17} - Юні клітини у крові після лікування.

Узагальнюючи задачу, можна виділити наступну структуру даних:

X_1 - $X_3 = P_1$ - P_3 - параметри пацієнтів,

$X_4 = q^{in}$ – значення критерію оптимізації (відображає фільтраційну функцію нирок) *до лікування*

X_5 - $X_8 = S_1^{in}$ - S_4^{in} – значення змінних стану пацієнта *до лікування*

X_9 - $X_{12} = U_1$ - U_4 – застосовані значення змінних лікувального впливу (значення змінних управління)

$X_{13} = q^{out}$ – значення змінної-критерію оптимізації *після лікування*

X_{14} - $X_{17} = S_1^{out}$ - S_4^{out} - – значення змінних стану пацієнта *після лікування*.

Як зазначено у завданні, необхідно розробити модель критерію та моделі стану об'єкта (пацієнта).

Моделі вихідних змінних: критерію q^{out} стану S_i^{out} формуємо як функції вхідних змінних P_i , q^{in} , S_i^{in} та управлінь U_i , тобто необхідно побудувати q^{out} стану S_i^{out} скориставшись (3) та (4)

Матриця X подає дані переходу об'єкту i , що знаходиться в стані S_{ij}^{in} , що обраховується за (6) Q_i^{in} $j = 1, \dots, d$ в стан S_{ij}^{out} за формулою (7), Q_i^{out} $j = 1, \dots, d$, за формулою (9), за допомогою застосованих значень лікувальних впливів U_{ij} , $j = 1, \dots, h$, що обраховується за формулою (10). І так для кожного пацієнта $i = 1, \dots, n$.

Застосовуючи кроковий алгоритм лінійної регресії створюємо моделі.

На першому етапі необхідно створити моделі у класі лінійних вхідних аргументів, а саме - подаючи на вхід алгоритму тільки змінні з заданої блокової матриці X . Далі слід проаналізувати кількісну адекватність одержаних моделей.

У випадку недостатнього рівня адекватності (значення коефіцієнту кореляції K_{yy}), необхідно розширити множину вхідних змінних, спочатку розширюємо множину вхідних аргументів узагальненими змінними, що *лінійні по управлінням та нелінійні по іншим змінним*.

Наприклад, застосовуючи добутки та ділення першого, другого порядку, при цьому зберігаючи *принцип лінійного входження змінних U у ці узагальнені змінні*, можемо отримати нові змінні: $(P_1/q^{\text{in}})*U_1$, $(S_1^{\text{in}}/S_3^{\text{in}})*U_2$, $(P_3)^2/P_2*U_3$, $(S_3^{\text{in}}/S_2^{\text{in}})*(P_1)^2$ тощо.

Такий варіант розширення вхідних змінних з одного боку дає підвищення точності моделей (за рахунок введення нелінійних аргументів) а з іншого – надає можливість сформулювати *лінійну по управлінням задачу оптимізації*.

Якщо досягти належної точності не вдалось (бажано отримати $K_{yy} > 0.95$), в такому разі доцільно максимально розширити поле узагальнених змінних для моделювання: формуємо множину вхідних аргументів як узагальнені змінні, що можуть бути *нелінійними по всім вхідним*

аргументам блокової матриці без виключення та одержати моделі, найкращі з точки зору кількісної адекватності.

Проте, в цьому випадку, на етапі оптимізації отримаємо нелінійні оптимізаційні моделі, що може утруднити процес моделювання.

Результат роботи отримуємо у вигляді відповідних до розробленої постановки оптимізаційної задачі моделей критеріальної змінної та змінних стану об'єкту з задовільними показниками кількісної адекватності.

Додаток для роботи з економічними даними України.

В цьому випадку задачею оптимізації буде оптимізація переходу економіки з деякого фіксованого стану у деякий інший, що оптимізує значення обраного студентом критерію. Слід звернути увагу, що в обрані змінні стану залишаться у заданих обмеженнях. Студенти отримують файл-таблицю, що містить показники X_1 - X_{22} розвитку економіки України певного періоду.

Порядок роботи:

1.3 підмножини змінних X_1 - X_{22} , що описують економіку України слід обрати підмножину для моделювання з 8-9 змінних, що описують підсистему економічних процесів. Підмножина обирається таким чином, щоб можна було обрати критерій (критеріальну змінну), 3-4 змінні стану, та змінні 3-4 управління.

2. Із загальної матриці об'єкт-властивості X на 22 змінні слід вибрати часткову матрицю X з 8-9 змінними (змінні стану, критерій та управління).

3. Для формування блокової матриці із змінними «було-стало» береться матриця X , створена у п.2 До неї приєднується така сама матриця X , але зсунута на один рядок вгору (нехай це буде X^*). Таким чином, перша матриця X буде описувати стан «було», друга X^* , а пристикована до неї – стан «стало». У матриці X^* необхідно відкинути стовпці, що визначають управління U , бо на відповідному періоді дійсні ті управління, що присутні у матриці X .

Повний алгоритм роботи з економічними даними при побудові заданої моделі міститься у файлі Додаток 0, що йде в комплекті з файлом економічних даних. Блокова матриця сформована і моделювання, аналіз та побудову системи студенти проводять згідно з вказівками для основного методичного документа.

2.Моделювання кінцевих варіантів моделей критерію та обмежень оптимізаційної задачі та обґрунтування кількісної та якісної адекватності моделей

Вхідні дані: Постановка оптимізаційної задачі, структурована блокова матриця об'єкт-властивості даних X , проміжні результати моделювання критеріальної змінної та змінних стану об'єкту.

Завдання:

Розробити для відомої постановки оптимізаційної задачі моделі її критерію та змінних стану об'єкту, *відповідно до вимог якісної і кількісної адекватності.*

Обґрунтування завдання.

Моделі, які були отримані на попередньому етапі роботи, є адекватними з точки зору кількісних показників. Але, з різних причин, такі моделі можуть бути *якісно не адекватні* - це означає, що деякі важливі змінні входять до моделі не в тому вигляді чи не в тій формі, як це повинно бути згідно з відомими та об'єктивно існуючими даними про процес, що моделюється.

Наприклад, відомо, що аспірин в певних умовах та в заданих обмеженнях завжди в тій чи іншій мірі сприяє зниженню температури тіла людини. Беремо модель, де при моделюванні температури температури аспірин ввійшов (припустимо) із знаком плюс. Тобто прийом аспірину по моделі – сприяє підвищенню температури.

На цьому етапі виконання курсової роботи необхідно скорегувати процес побудови моделі, з тим, щоб одержати моделі як кількісно, так і якісно адекватні.

Порядок виконання роботи:

1. Проробити відомі механізми впливів на процеси, які досліджуються. Для всіх змінних, які моделюються (критерії та змінні стану, тощо) необхідно мати уяву про механізм дії на них керуючих (лікувальних) впливів, що застосовані в моделі. Мета даного етапу роботи, *одержати інформацію для контролю форми входження керуючих змінних у відповідні моделі.*

2. Зробити аналіз моделей одержаних на попередньому етапі роботи з точки зору якісної адекватності - логічності входження керуючих змінних у модель враховуючи фізичні чи фізіологічні процеси. Беручи до уваги, що деякі ліки застосовують для запобігання ускладнень, а це може відповідно не відображатися на значеннях прямих показників захворювання (критеріальної змінної).

Виявлення протиріч у моделі:

Для визначення знаку входження деякого управління U у модель необхідно погрупувати всі члени моделі з даним управлінням в один комплексний узальнений член (типу $F(X,U)$), і винести, якщо це можливо U за дужки – в такому разі отримуємо вираз типу $F(X)*U$. Необхідно проаналізувати знак виразу $F(X)$. При отриманні необхідного висновку варто скористатися *аналізом діапазонів* входження змінних X , що входять до $F(X)$.

Наприклад, якщо у модель увійшли такі узагальнені змінні з U_2 : $a_1(S_1^{in}/S_3^{in})*U_2$, та $-a_2P_3*U_2$, тобто $(a_1(S_1^{in}/S_3^{in}) - a_2P_3)* U_2$, то необхідно аналізувати знак виразу $(a_1(S_1^{in}/S_3^{in}) - a_2P_3)$. Для цього треба підставити у нього характерні (середні) значення S_1^{in}, S_3^{in}, P_3 із таблиці даних (блокова матриця X)

Якщо знак (форма) входження управління U у модель *суперечить* відомим фактам, необхідно *виключити з множини вхідних аргументів* ті, що привели до входження у модель проблемного виразу та перерахувати модель, при цьому включити (якщо це не було зроблено раніше) до вхідної множини узагальнених змінних альтернативні узагальнені аргументи.

Крім того, необхідно варіювати параметри алгоритма ($F^{вкл}$, $F^{викл}$), з тим щоб отримати якісно адекватний варіант.

Подібну процедуру, а саме - виключення проблемних членів, слід виконувати до того часу, поки не будуть отримані моделі, які включають необхідні управління. Також важливо, щоб форма участі цих управлінь у моделі не входила у протиріччя з відомими даними про процес, який досліджується.

Описані дії можуть призвести до погіршення кількісної адекватності моделей, отже метою роботи на даному етапі є одержання якісно адекватних моделей, які при не виходять за межі прийнятних значень кількісної адекватності. Будемо рахувати таким граничним випадком кількісну адекватність на рівні $K_{yy}=0.85$ та факт входження більшості управлінь у моделі стану та критеріальну змінну з відповідними знаками чи у відповідній формі.

Процедуру *виявлення протиріч у моделі* та одержання якісно та кількісно адекватних моделей (КА та ЯА моделей) проводимо починаючи з одержаних на попередньому етапі курсової роботи моделей.

Якщо одержати якісно та кількісно адекватних моделей з одержаної раніше моделей не вдалося, то повторюємо спроби моделювати за принципами по п.2 першого етапу курсової роботи, вводячи розширені множини узагальнених змінних, та застосовуючі процедуру виявлення протиріч у моделі. Процедури повторюємо до тих пір поки не буде одержано компромісну модеоль з точки зору її кількісної та якісної адекватності.

На даному етапі роботи метою вважаємо, що одержана КА має бути на рівні не менше, ніж $K_{yy}=0.85$ та ЯА, що проявляється у входженні більшості змінних управління з узгодженими по теоретичному нашому уявленню знаку впливу на вихідні змінні, що ми моделюємо.

Обґрунтування одержаних моделей з точки зору якісної та кількісної адекватності є метою звіту відповідного етапу курсової роботи.

3. Формалізація, обґрунтування та вирішення прототипу оптимізаційної задачі за одержаними моделлю критерію та моделями станів об'єкту оптимізації.

Цей етап роботи можна розбити на дві послідовні підзадачі.

Перша підзадача полягає у формалізації та обґрунтуванні оптимізаційної задачі за одержаними моделлю критерію та моделями станів об'єкту оптимізації.

Вхідні дані: Постановка оптимізаційної задачі, моделі критеріальної змінної та змінних стану об'єкту оптимізації.

Завдання

1. Задача 3.1. Розробити формалізацію задачі оптимізації стану об'єкту (загальний вигляд варіантів таких задач наведено у теоретичному матеріалі та методичних вказівках до КР) це вигляд Задачі 3.1.

2. Задача 3.2. Реалізувати підстановку параметрів та значень змінних початкового стану та критерію деякого об'єкту (пацієнта) у одержану вище Задачу 3.1, спростити подібні та навести одержаний вигляд Задачі 3.2.

3. Вказати необхідні процедури (перетворення) для одержання Задачі 3.2 із Задачі 3.1.

4. Вибрати та вказати відповідну бібліотечну підпрограму для вирішення оптимізаційної Задачі 3.2

5. Навести та описати структуру даних що подається на вхід вибраної бібліотечної підпрограми (СТ БП), назовемо її **Задача 3.3**

6. Вказати необхідні перетворення для одержання структури даних Задачі 3.2 до структури даних Задачі 3.3.

Друга підзадача роботи полягає у розробці та вирішенні прикладу простого прототипу розробленої оптимізаційної задачі (із застосуванням відповідної бібліотечної програми)

Вхідні дані: структура даних Задачі 3.3 чи її прототипу

Завдання:

1. Вирішити одотриману на попередньому етапі Задачу 3.3 за допомогою відповідної бібліотечної підпрограми (БП). Допустиме виконання спрощеного варіанту – вирішення задачі-прототипу (подібної задачі).

2. Після знаходження оптимального рішення, слід відмітити необхідність знаходження оптимального значення критеріальної змінної та додати до одержаного оптимального значення критерію Задачі 3.3.

4.Розробка програмного інтерфейсу та вирішення оптимізаційної задачі розрахунку персоналізованої лікувальної стратегії (економічної стратегії)

Вхідні дані: Постанова задачі оптимізації, моделі критеріальної та змінних стану, формалізації Задачі 3.1, Задачі 3.2, Задачі 3.3.

Завдання:

1.Розробити програмну систему (інтерфейс) для виконання функцій:

1.1.Реалізувати можливість завдання різних значень максимум та мінімуму для змінних стану (після оптимізації) у обмеженнях задачі у формі Задачі 3.1

1.2. Реалізувати можливість завдання різних початкових значень критеріальної змінної, змінних стану та параметрів об'єкту (пацієнта)

1.3.Перетворити структуру даних Задачі 3.1 *через підстановку* введених параметрів, початкових значень змінних критерію та станів об'єкту (пацієнта) та *спрощення подібних* - до вигляду Задачі 3.2- (по суті реалізація п.2 за допомогою п.3 з попереднього етапу виконання завдання)

1.4.Перетворити структуру даних Задачі 3.2 до структури даних Задачі 3.3.

1.5. Передати одержану структуру даних до бібліотечної програми вирішення оптимізаційної задачі.

1.6.Реалізувати функцію розрахунку оптимального значення критеріальної функції (додавання оптимального значення критерію Задачі 3.3. до константи у моделі критеріальної змінної).

1.7. Представити оптимальне рішення

2. Налагодити програму.

3. Дослідити коректність виконання задачі оптимізації вашою системою.

Нижче наведено приклад реалізації інтерфейсного вікна подібної системи

RGR

Дані пацієнта

Показники

Значення

P1-Стать

1

P2-Bik

59

P3-ППТ

2.1

P4-МЖМ

1

P5-КА

5

S2-Фракція вик...

27

S1-ЧСС

70

Qi-CI

1.2

Обмеження

min

max

30

Фракція викиду

70

50

ЧСС

90

2

CI

4

30

Ефедрин (U1)

225

30

Фенамін (U2)

170

30

Тирамін (U3)

200

Результати максимізації

Ефедрин:

30,00

Фенамін:

31,13

Тирамін:

114,92

Фракція викиду:

70,00

ЧСС:

90,00

CI:

2,33

Порахувати

Очистити

Порахувати коефіцієнти

Примітка:

Стать - 1: чоловік, 2: жінка

ППТ - площа поверхні тіла

МЖМ - Діаметр міжшлуночнової перегородки (мм)

КА - Кількість коарктальних артерій

CI - Серцевий індекс

	U1	U2	U3	Const
Q_out	1.02559322...	0.11399999...	0.0701694...	27.6196...
S1_out	0.00501851...	0.28095238...	-0.0471237...	86.519399...
S2_out	0.02252146...	0.00612033...	0.00218518...	1.2133999...

	U2/P5	U1*S1/P2	U1*S2	U3*S1	Q	S1*P5	S2*P4	S2*P3	S1*P4	S2*P2	Const
S2_out	0.011	4.405	0.78	0.001	0.973	0.023	0.384	-4.031	-0.008	0.110	-4.23

	U1*P3/Q	U1*S1	U1*P2/Q	U1*P5/Q	U2*P2/P3	U3*P3/P2	U3*S2/P2	U3*P5	U3*P4	U3*S2	S1	S2	Q	Const
S1_out	0.345	-0.001	0.014	0.095	0.010	-4.149	5.288	0.008	0.001	-0.040	0.520	-10.	0.62	45.382

	U2*P5	U2*P3/P2	U1*P5	U1*S1/P2	U1*S1	U1*P2/P3	U1*P4	U3*P2/Q	S1	1/P4	S2*P2	P5^3	P4	S1*P4	Const
Q_out	0.002	-0.109	-0.002	0.023	0.0001	0.0000866	0.0001	0.001	-0.005	-0.24	0.018	0.00	0.14	-0.001	-0.168

У вікні виділено 5 зон (зліва направо та зверху вниз):

1. *Дані пацієнта* - зона завдання даних об'єкта (пацієнта).
2. *Обмеження* - зона завдання значень для обмежень змінних стану після оптимізації.
3. *Результат максимізації* - результати оптимізації.
4. Зона представлення задачі у формі Задача 3.2– після підстановки значень із зони *Дані пацієнта* у Задачу 3.3
5. Зона представлення задачі у первинній формі – Задачу 3.1

Після введення коефіцієнтів, програма проводить обчислення спрощеного рівняння, яке дає компактний опис впливу кожного коефіцієнта на результат моделі. Функціонал інтерфейсу дозволяє взаємодіяти з моделлю, змінювати параметри рівняння та аналізувати їх вплив на результати. Введення рівняння з коефіцієнтами у програмний інтерфейс робить модель більш гнучкою та дозволяє вносити зміни в

модель відповідно до нових даних та потреб. Можна адаптувати модель до різних умов та ситуацій шляхом зміни параметрів рівняння. Це дає можливість виконувати додаткові обчислення та аналізувати різні сценарії за допомогою введеного рівняння, що допомагає приймати кращі рішення у відповідності до поставлених цілей та завдань.

Захист роботи

Захист курсової роботи є обов'язковою процедурою, яка проводиться з використанням демонстрації роботи програмного забезпечення та перевірки його логічної роботи.

Після завершення виконання курсової роботи, робота обов'язково піддається перевірці на схожість тексту за допомогою системи UNICHECK КПІ ім. Ігоря Сікорського. Перевірка на схожість тексту є важливим етапом, що сприяє запобіганню плагіату та забезпечує відповідність курсової роботи вимогам дослідницької етики та наукового підходу. Після успішно пройденої перевірки, студент має можливість приступити до представлення та захисту своєї роботи.

Під час оцінювання курсової роботи на захисті звертається увага на:

- ступінь володіння матеріалом, що включає розуміння та глибоке засвоєння предмету дослідження;
- обґрунтування вибору математичної моделі для розглянутої задачі, з точки зору наукового обґрунтування та логічності підходу;
- правильність застосування методів чисельного моделювання та організації розрахунків;
- якісний та кількісний аналіз отриманих результатів, який повинен включати глибоке розуміння та обґрунтування отриманих висновків;
- повнота аналізу отриманих результатів розрахунків, що передбачає систематичний та детальний опис отриманих даних і їх інтерпретацію;

- звертається увага на вміння студента захищати свою думку та аргументувати свої висновки.

Орієнтовний список питань до захисту роботи

1. Яка актуальна медична проблема пов'язана з розрахунком індивідуальних лікувальних стратегій та які аспекти цієї задачі залишаються частково вирішеними на даний момент?
2. Які фактори анамнезу та рівень чи стадії розвитку захворювання необхідно враховувати при розробці методики лікування?
3. Як можна підійти до розрахунку оптимальних стратегій у випадках, коли неможливо провести експерименти з неодноразовим зараженням та лікуванням «типового» пацієнта?
4. Які методики можна застосувати для розрахунку оптимальної стратегії на основі даних моніторингу спостережень?
5. Які анонімізовані дані використовувалися для моніторингу спостережень? Опишіть їх особливості та характеристики.
6. Які змінні були визначені та на які групи розбиті для врахування при розрахунку параметрів процесу?
7. Яким чином визначався критерій успішності лікувального процесу?
8. Які стартові значення необхідно враховувати при початку лікування та після лікування?
9. Які складності виникають у етапі моделювання для отримання кількісно адекватних моделей? Яким чином їх можна подолати?
10. Які складності виникають у етапі моделювання для отримання якісно адекватних моделей? Які механізми використовують для мінімізації цієї проблеми?
11. Яким чином можна забезпечити включення всіх необхідних лікуючих змінних в модель без суперечок на першому етапі, забезпечуючи при цьому максимальну точність моделі?

12. Яка програмна система була розроблена для підтримки розрахунку лікувальної стратегії? (демонстрація роботи)

Оцінювання роботи

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

Перша стартова складова, яка характеризує роботу студента та її результат – якість пояснювальної записки та графічного (ілюстрованого) матеріалу.

Друга складова характеризує якість захисту студентом курсової роботи: ступінь володіння матеріалом, аргументованість рішень, вміння захищати свою думку тощо.

Розмір шкали першої складової дорівнює 40 балів, а другої складової – 60 балів.

1.	Стартова складова, яка визначає 40% його рейтингу та складається з наступних складових:	
	Своєчасність виконання графічної роботи з курсової роботи	3-5 балів
	Сучасність та обґрунтування прийнятих рішень	7-12 балів
	Правильність застосування методів аналізу і розрахунку	10-16 балів
	Якість оформлення, виконання вимог нормативних документів	4-6 балів
	Якість графічного (ілюстрованого) матеріалу і дотримання вимог ДСТУ	4-7 балів
2.	Складова захисту курсової роботи, яка визначає 60% його рейтингу та складається з наступних складових:	
	Ступінь володіння матеріалом	6-10 балів
	Повнота аналізу можливих варіантів	9-15 балів

	Ступінь обґрунтування прийнятих рішень	12-20 балів
	Вміння захищати свою думку	9-15 балів

Висновок

Головна ідея успішного лікування заключається в тому, що кожен пацієнт має унікальні характеристики, які впливають на його стан та ефективність лікування. Тому важливо розробити індивідуальний підхід до кожного хворого, а це можна досягти оптимізацією лікувальної стратегії. Оптимізація може допомогти зменшити тривалість лікування, знизити ризик ускладнень та витрати на медичну допомогу. Тому актуальною є розробка системного додатку, який спростить процес створення оптимальної стратегії лікування для кожного пацієнта.

Ця задача є актуальною, оскільки індивідуальний підхід до лікування може покращити результати терапії та знизити ризик негативних наслідків. Для розв'язання цієї проблеми пропонується розв'язати оптимізаційну задачу та розробити системний додаток, який буде враховувати різноманітні характеристики пацієнтів, такі як стать, вік, стан органів та інші фактори, і на основі цих даних розраховувати оптимальну лікувальну стратегію.

Мета цієї курсової роботи навчанні студентів працювати з моніторинговими даними досліджень, вміти обробити їх і на основі даних створити оптимізаційну модель. Задача полягає в розробці та дослідженні моделі, що базується на даних пацієнтів, та створенні програмного застосунку для розрахунку індивідуальних персоналізованих лікувальних стратегій. Основним завданням цієї системи є врахування унікальних характеристик кожного пацієнта та інших факторів, що впливають на ефективність лікування.

Список використаних джерел:

1. Дослідження операцій та методи оптимізації в біології та медицині [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеню бакалавра за освітньою програмою «Комп'ютерні технології в біології та медицині» спеціальності «Комп'ютерні науки» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О. К. Городецька, К. Х. Зеленський, Є. А. Настенко, В. А. Павлов. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,9 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 138 с. – Назва з екрана.
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/54620/1/optim_kpi_W.pdf
2. «Методи дослідження операцій у біології та медицині. Курсова робота » (Силабус) для студентів які навчаються за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», освітньою програмою «Комп'ютерні технології в біології та медицині» 2023/24 н.р. Розробники: Павлов В.А., Бовсуновська К.С. <https://bmc.fbmi.kpi.ua/wp6/wp-content/uploads/2023/09/>
3. Курс дослідження операцій : навч. посіб. для студентів ВНЗ / І. Д. Фартушний, М. Г. Охріменко, І. Ю. Дзюбан; Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т". - Київ : НТУУ "КПІ", 2016. - 207 с. - Бібліогр.: с. 206-207 - укр.
4. Бескровний О. І., Павленко В. І., Тимошенко А. Г. Дослідження операцій і методи прийняття технічних рішень. Київ: Університет «Україна», 2019. 420 с.
5. Математичні методи дослідження операцій [Текст]: підручник / Є.А. Лавров, Л.П. Перхун, В.В. Шендрик [et al.]. – Суми: СумДУ, 2017. – 212 с.
6. Гуляницький Л. Ф. Прикладні методи комбінаторної оптимізації: навч. посіб. / Л.Ф.Гуляницький, О.Ю.Мулеса. - К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2016 . - 142 с.
5. Ie. Nastenko, V. Pavlov, O. Nosovets, K. Zelensky, Ol. Davidko, Ol. Pavlov. Solving the Individual Control Strategy Tasks Using the Optimal

Complexity Models Built on the Class of Similar Objects. In "Advances in Intelligent Systems and Computing IV", N.Shakhovska and M.O.Medykovskyy (Eds.):CCSIT2019,AISC1080,pp.535–546, 2020.Springer Nature Switzerl and AG 2020, ISSN 2194-5357, ISSN 2194-5365 (electronic),ISBN 978-3-030-33694-3, ISBN 978-3-030-33695-0 (eBook) <https://doi.org/10.1007/978-3-030-33695-0>

6. V. Babenko, O. Nosovets, I. Nastenکو, V. Pavlov, V. Iakymchuk, O. Matviichuk, M. Suvorov (2022) Forming the System with the Functionality of Clinical Pharmacist for Personalized Treatment Strategy Searching. In: Yang XS., Sherratt S., Dey N., Joshi A. (eds) Proceedings of Sixth International Congress on Information and Communication Technology. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 235. Springer, Singapore. ISBN 978-981-16-2376-9, ISBN 978-981-16-2377-6, https://doi.org/10.1007/978-981-16-2377-6_47