Затверджено Вченою Радою ОНУ
імені І.І. Мечникова
від "20"грудня 2016 р. № 4

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
Факультет математики, фізики та інформаційних технологій
Кафедра оптимального керування та економічної кібернетики

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Проректор з науково-педагогічної роботи
_____
"___" _____ 20___ р.

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

ОК24 Системний аналіз
(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти _____бакалавр_____

Спеціальність _____126 – Інформаційні системи та технології_____
(код і назва спеціальності (тей)

2019

Розробник:
Кічмаренко О.Д., д-р фіз.-мат.наук, доцент, зав. кафедри оптимального керування та економічної кібернетики

Навчальна програма затверджена на засіданні кафедри оптимального керування та економічної кібернетики

Протокол № 1 від. "29" 08 2019 р.

Завідувач кафедри _____ (О.Д. Кічмаренко)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Обговорено та рекомендовано до затвердження навчально-методичною комісією (НМК) з ІТ факультету МФІТ

Протокол № 1 від. "23" 09 2019 р.

Голова НМК _____ (О.В. Савастру)
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Навчальна програма обов’язкової освітньої компоненти - дисципліни **«Системний аналіз»** складена відповідно до освітньої програми підготовки бакалаврів спеціальності 126 – Інформаційні системи та технології.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є системи різної природи та задачі, що виникають при дослідженні властивостей цих систем, оцінка параметрів системи у відповідності до обраного критерію.

Місце навчальної дисципліни в структурі освітнього процесу. Вивчення дисципліни базується на знаннях окремих розділів вищої математики, теорії ймовірностей, ймовірнісних процесів та математичної статистики, чисельних методів, математичних методів дослідження операцій Теорія прийняття рішень Моделювання систем. Викладається на третьому році навчання (6-й семестр). Дисципліна «Системний аналіз» є обов’язковою, містить 4 кредити (48 аудиторних годин, з яких 32 години лекційних занять і 16 годин практичних занять, та 72 години самостійної роботи), має три змістових модулі.

Мета та завдання навчальної дисципліни

Дисципліна «Системний аналіз» є обов’язковою освітньою компонентою освітньої програми. Навчальна програма становить собою систематизований курс вивчення основ теорії систем та системного аналізу, методів побудови математичних моделей систем різної природи та розв’язання оптимізаційних задач для таких систем. У цьому курсі викладені основні положення теорії систем та системного аналізу, методи аналізу систем та методи побудови математичних моделей систем, розглянуто різні типи систем, моделями яких є графи, та представлено методи розв'язання оптимізаційних задач на графах. Крім того, значну увагу приділено задачам календарного планування та задачам багатокрокової оптимізації, оптимізаційним методам мережевого програмування та методу динамічного програмування.

Метою викладання навчальної дисципліни «Системний аналіз» є сформувати знання, вміння та навички, необхідні для раціонального використання знань з теорії систем і системного аналізу при розв’язуванні конкретних прикладних задач.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Системний аналіз» є такі: розвиток системного мислення і забезпечення його гнучкості при вирішенні теоретичних і практичних комплексних завдань, дати основні поняття теорії систем і системного аналізу, навчити розрізняти основні типи систем за різними класифікаціями, навчити аналізувати системи, визначати структуру, взаємозв’язки окремих її елементів і підсистем, їх функціональну спрямованість, взаємодію із зовнішнім середовищем, навчити будувати моделі систем у вигляді графів та розв’язувати оптимізаційні задачі на графах,

навчити будувати моделі проектів у вигляді графів та визначати основні часові параметри проекту, навчити будувати моделі динамічного програмування для задач багатокрокової дискретної оптимізації та уміти розв'язувати такі задачі.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей**:

а) Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в області інформаційних систем та технологій, або в процесі навчання, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, які потребують застосування теорій та методів інформаційних технологій.

б) загальних :

КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

КЗ 3. Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності.

КЗ 5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

КЗ 6. Здатність до пошуку, оброблення та узагальнення інформації з різних джерел.

КЗ 11. Здатність застосовувати базові знання з фундаментальної та прикладної математики в професійній діяльності.

в) спеціальних фахових:

КС 1. Здатність аналізувати об'єкт проектування або функціонування та його предметну область.

КС 11. Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів.

КС 15. Здатність до математичного та логічного мислення, а також до використання математичного апарату фундаментальної та прикладної математики під час розв'язання прикладних і наукових завдань в області інформаційних систем і технологій.

КС 17. Здатність розробляти та застосовувати моделі відображення знань, стратегії логічного виведення, технологій інженерії знань, технологій і інструментальних засобів побудови інтелектуальних систем, а також методи машинного навчання.

КС 18. Здатність використовувати чисельні методи та методи наближених обчислень для розв'язання прикладних задач у формі проектних розрахунків або чисельного експерименту по певному процесу.

КС 19. Здатність виконувати інформаційне моделювання предметних областей інформаційних систем, проектувати логічні та фізичні моделі баз даних та створювати запити до них.

Очікувані результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: основні теоретичні положення теорії систем і системного аналізу, основну термінологію, поняття та методологію, що використовується в системному аналізі; принципи поділу систем, основні типи систем за різними класифікаціями, методи формалізації опису структури системи на основі графічних моделей, постановки задач, в яких моделями є графи, методи

розв'язання основних типів задач на графах: задача мінімізації мережі, задача про найкоротший шлях, задача про максимальний потік, задача побудови оптимальних маршрутів, основні положення методу календарного програмування, основні принципи, елементи моделі та схему реалізації алгоритму методу динамічного програмування.

вміти: визначати типи систем за різними класифікаціями, виконувати якісний та кількісний аналіз систем управління з розподілом їх за типовими функціональними структурами; аналізувати системи, виділяючи її структурні елементи, взаємозв'язки між ними та функціональну спрямованість, розв'язувати конкретні задачі, в яких моделями є графи: задачу мінімізації мережі, задачу про найкоротший шлях, задачу про максимальний потік, задачу про побудову оптимальних маршрутів, будувати мережеві моделі проектів, розраховувати їх методами календарного програмування та оптимізувати їх, будувати модель динамічного програмування для задач багатокрокової дискретної оптимізації, розв'язувати такі задачі методом динамічного програмування.

Все це реалізовує набуття наступних програмних результатів навчання:

ПР 2. Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.

ПР 4. Проводити системний аналіз об'єктів проектування та обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та способів передачі інформації в інформаційних системах та технологіях.

ПР 9. Здійснювати системний аналіз архітектури підприємства та його ІТ-інфраструктури, проводити розроблення та вдосконалення її елементної бази і структури.

ПР 15. Моделювати системи та процеси, стани та поведінки складних об'єктів інформатизації в процесі розроблення інформаційних систем і технологій.

Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Предмет, особливості, сфера застосування теорії систем і системного аналізу. Визначення системи. Історія розвитку системних представлень та системного підходу. Системний аналіз. Системний підхід. Методологія та принципи системного підходу.

Тема 2. Основні поняття теорії систем. Задачі, принципи та категорії теорії систем та системного аналізу. Системний аналіз. Задачі системного аналізу. Структура системного аналіза. Елементи системного аналізу. Ціль та труднощі цілепокладання. Методи системного аналізу: якісні та кількісні методи системного аналізу, методи типу «мозкова атака» або «колективна генерація ідей», методи типу «сценаріїв», методи експертних оцінок, методи

типу «Делфі», методи типу дерева цілей, морфологічні методи, методи вирішальних матриць, системний економічний аналіз, системний аналіз складних систем.

Тема 3. Класифікація систем за різними ознаками. Елемент системи та його властивості. Зв'язки елементів, взаємодія, зовнішнє середовище. Стан та поведінка системи. Входи та виходи систем. Обмеження систем. Зворотній зв'язок. Структура систем. Системи та підсистеми. Властивості систем.

Змістовий модуль 2.

Тема 4. Оптимізація сітьових моделей.

Задачі моделями в яких є графи: мінімізація мережі, про найкоротший шлях, про максимальний потік. Методи розв'язання: Крускала, Дейкстри, Флойда, Форда-Фалкерсона. Задача побудови оптимальних маршрутів, метод Кларка-Райта.

Тема 5. Календарне планування. Основні поняття і правила побудови сітьових графіків. Роботи. Фіктивні роботи. Події. Шлях. Розрахунок мережевої моделі. Метод критичного шляху. Визначення ранніх та пізніх термінів настання події. Визначення критичного шляху. Часові параметри мережі. Резерви часу. Календарний графік (діаграма Ганта). Виконання проекту в інтенсивному режимі. Поступове стиснення графіку виконання проекту. Обчислення вартості проекту при стисненні графіка. Часові параметри мережі із ймовірностями. Сітьове планування в умовах невизначеності.

Змістовий модуль 3.

Тема 6. Динамічне програмування.

Загальна задача багатокрокових процесів прийняття рішень. Дискретні детерміновані багатокрокові процеси прийняття рішень. Інваріантне занурення. Принцип оптимальності. Модель динамічного програмування. Метод динамічного програмування. Рівняння Беллмана. Алгоритми прямої та оберненої прогонки.

Спрощена задача про вибір траєкторії. Одновимірні процеси розподілу. Опис процедури розподілу ресурсів. Обчислювальна схема. Аналіз обсягу обчислень. Задача розподілу ресурсів, задача про завантаження, задача про надійність, задача про заміну обладнання, задача керування запасами, задача складування: постановка задачі, побудова моделі ДП, рівняння Беллмана.

14. Рекомендована література
Основна

1. Алексеев В.Е., Таланов В.А. Графы. Модели вычислений. Структуры данных. — Нижний Новгород: Издательство Нижегородского гос. университета, 2005. — С. 236—237. — 307 с. — ISBN 5–85747–810–8.
2. Батищев Д.И. Методы оптимального проектирования. - М.:Радио и связь, 1984.
3. Беллман Р., Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования. - М.:Наука, 1968

4. Берж К. Теория графов и её применения = Theorie des graphes et ses applications / Под ред. И. А. Вайнштейна. — Москва: Издательство иностранной литературы, 1962. — С. 75—81. — 320 с.
5. Вагнер Г. Основы исследования операций: В 3-х томах, Т. 1. - М.: Мир, 1972. -336 с.; Т. 2. - М.: Мир, 1973. - 488 с.; Т. 3. - М.: Мир, 1973. - 504 с.
6. Галкина В.А. Дискретная математика. Комбинаторная оптимизация на графах. — Москва: Издательство "Гелиос АРВ", 2003. — С. 75—94. — 232 с. — ISBN 5–85438–069–2.
7. Зайченко Ю.П. Исследование операций. - К.: Вища шк., 1988.
8. Исследование операций в экономике. / Под ред. Н.Ш.Кремера. - М.: Банки и биржи, 1997. - 407 с.
9. Лич, Лоуренс. Вовремя и в рамках бюджета: Управление проектами по методу критической цепи. / Пер. С англ. – М., 2010. – 254 с.
10. Моисеев Н. Н Математические задачи системного анализа. - М.: Наука, 1981. -488с.
11. Томас Кормен; Чарльз Лейзерсон, Рональд Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ.3-е изд.: Пер с англ. – М., 2013. – 1328 с.
12. Моисеев Н. Н Математические задачи системного анализа. - М.: Наука, 1981. -488с.
13. Таха Х. Введение в исследование операций. – М., СПб, К.:Вильямс, 2001.
14. Шарапов О.Д., Терехов Л.Л., Сіднев С.П. Системний аналіз: Навч. Посібник. – К.: Вища шк., 1993.
15. Armstrong-Wright, MICE, A. T. Critical Path Method: Introduction and Practice. Longman Group LTD, London, 1969, pp5ff.

Додаткова

16. Горстко А. Б. Познакомьтесь с математическим моделированием. - М.: Знание, 1991. - 160 с.
17. Евстигнеев В. А. Глава 3. Итеративные алгоритмы глобального анализа графов. Пути и покрытия // Применение теории графов в программировании / Под ред. А. П. Ершова. — Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. — С. 138—150. — 352 с.
18. Кабак Л.Ф., Суворовский А.А. Математическое программирование. - К.: ИМКВО, 1992.
19. Калихман И.С. Сборник задач по математнческому программированию. - М.: Высш. Шк., 1975.
20. Михалевич В. С., Волкович В. Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем. М.: Наука, 1982. - 288 с.
21. Ойстин Оре. Теория графов / Под ред. И. М. Овчинниковой. — Издательство наука, 1980. — 336 с. (недоступная ссылка)
22. Харари, Фрэнк Глава 2. Графы // Теория графов / под ред. Г. П. Гаврилов — М.: Мир, 1973. — С. 27. — 301 с.

23. Kelley, James; Walker, Morgan. Critical-Path Planning and Scheduling. 1959 Proceedings of the Eastern Joint Computer Conference.
24. Kelley, James; Walker, Morgan. The Origins of CPM: A Personal History. PMNETwork 3(2):7–22.
25. Moore E. F. The shortest path through a maze // Proceedings of an International Symposium on the Theory of Switching (Cambridge, Massachusetts, 2–5 April 1957) — Harvard University Press, 1959. — Vol. 2. — P. 285–292. — 345 p. — (Annals of the Computation Laboratory of Harvard University; Vol. 30)
26. Santiago, Jesse (February 4, 2009). "Critical Path Method" (PDF). Stanford.
27. Newell, Michael; Grashina, Marina (2003). The Project Management Question and Answer Book. American Management Association. p. 98.
28. Thayer, Harry (1996). Management of the Hanford Engineer Works in World War II, How the Corps, DuPont and the Metallurgical Laboratory fast tracked the original plutonium works. ASCE Press, pp. 66–67.

15. Електронні інформаційні ресурси

29. Schrijver, Alexander, «On the history of the transportation and maximum flow problems», Mathematical Programming 91 (2002) 437—445
30. Andrew V. Goldberg[en] and Robert E. Tarjan (1988). A new approach to the maximum-flow problem. Journal of the ACM (New York, New York, U.S.: ACM Press) 35 (4): 921–940. ISSN 0004-5411. doi:10.1145/48014.61051.
31. Виталий Осипов, Поиск кратчайших путей в дорожных сетях: от теории к реализации на YouTube.
32. Cherkassky B. V., Goldberg A. V., Radzik T. Shortest paths algorithms: Theory and experimental evaluation // Math. Prog. — Springer Science+Business Media, 1996. — Vol. 73, Iss. 2. — P. 129–174. — ISSN 0025-5610; 1436-4646 — doi:10.1007/BF02592101
33. Dijkstra E. W. A note on two problems in connexion with graphs // Numer. Math — Springer Science+Business Media, 1959. — Vol. 1, Iss. 1. — P. 269–271. — ISSN 0029-599X; 0945-3245 — doi:10.1007/BF01386390
34. Shimbel, Alfonso. Structural parameters of communication networks (неопр.) // Bulletin of Mathematical Biophysics. — 1953. — Т. 15, № 4. — С. 501—507. — doi:10.1007/BF02476438.
35. Chen, Danny Z. Developing algorithms and software for geometric path planning problems (англ.) // ACM Computing Surveys (англ.)русск. : journal. — 1996. — December (vol. 28, no. 4es). — P. 18. — doi:10.1145/242224.242246.
36. Abraham, Ittai; Delling, Daniel; Goldberg, Andrew V.; Werneck, Renato F. A Hub-Based Labeling Algorithm for Shortest Paths on Road Networks. Symposium on Experimental Algorithms] (англ.) : journal. — 2011. — P. 230—241.
37. Kroger, Martin. Shortest multiple disconnected path for the analysis of entanglements in two- and three-dimensional polymeric systems (англ.) //

Computer Physics Communications (англ.)русск. : journal. — 2005. — Vol. 168, no. 168. — P. 209—232. — doi:10.1016/j.cpc.2005.01.020.
38. Hendrickson, Chris; Tung, Au (2008). "11. Advanced Scheduling Techniques". Project Management for Construction. cmu.edu (2.2 ed.). Prentice Hall. ISBN 0-13-731266-0. Archived from the original on March 24, 2017. Retrieved October 27, 2011.
39. Samuel L. Baker, Ph.D. "Critical Path Method (CPM)" Archived June 12, 2010, at the Wayback Machine University of South Carolina, Health Services Policy and Management Courses