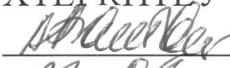


Міністерство освіти і науки України
Київський національний торговельно-економічний університет
Харківський торговельно-економічний інститут КНТЕУ

Факультет економіки та управління
Кафедра обліку та інформаційних технологій у бізнесі

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з
науково-педагогічної роботи
ХТЕІ КНТЕУ

 А. В. Катаєв
« 21 » 08 2018 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дослідження операцій

(повна назва навчальної дисципліни)

Для підготовки
студентів освітнього
ступеня

бакалавр
(бакалавр чи магістр)

року набору 2018

галузі знань

12 Інформаційні технології
(шифр і назва галузі знань)

Спеціальності

126 Інформаційні системи та технології
(шифр і найменування спеціальності)

напряму підготовки

(шифр і найменування напряму підготовки)

спеціалізації

Інформаційні технології у бізнесі
(найменування спеціалізації)

Харків, 2018 рік

Розробник Запорожцев Сергій Юрійович

доцент кафедри обліку та інформаційних технологій у бізнесі

кандидат технічних наук, доцент

Програму обговорено та схвалено на засіданні кафедри
обліку та інформаційних технологій у бізнесі

(назва кафедри)

протокол № 1 від 31.08.2018 р.

Зав. кафедри



(підпис)

С. О. Кузнецова

(ініціали та прізвище)

Програму розглянуто та схвалено на засіданні методичної комісії факультету
економіки та управління

(назва факультету)

протокол № 1 від 31.08.2018 р.

Голова методичної комісії



(підпис)

О. М. Гавриш

(ініціали та прізвище)

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Робоча програма навчальної дисципліни «Дослідження операцій» розроблена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки студентів спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» галузі знань 12 «Інформаційні технології».

Метою викладання навчальної дисципліни «Дослідження операцій» є надання знань про математичні моделі економічних процесів та систем, основні етапи процесу моделювання та методи математичного програмування для їх розв'язання.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є математичні моделі економіки та методи математичного програмування для їх розв'язання.

Міждисциплінарні зв'язки. Дисципліна «Дослідження операцій» оснований на попередньому вивченні дисциплін, таких як «Вища та прикладна математика», «Офісні комп'ютерні технології» «Алгоритмізація та програмування», «Основи наукових досліджень в галузі ІТ». Знання, що студенти отримають при вивченні дисципліни «Дослідження операцій», є основою для подальшого засвоєння професійних навчальних дисциплін, таких як «Технологія розробки та тестування програмного забезпечення», «Прикладне програмування в бізнесі», «Мережеві технології та WEB-програмування», а також при проходженні практик, написанні курсових та випускного кваліфікаційного проекту.

2. ЗАПЛАНОВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Навчальна дисципліна забезпечує набуття студентами:

Загальних компетентностей:

ЗК 1. Здатність володіння математичним мисленням, мати підготовку з теоретичних, методичних і алгоритмічних основ для вирішення прикладних і наукових завдань в бізнесі.

ЗК 3. Здатність використання системних досліджень і вміння застосовувати їх під час управління ІТ-проектами, здійснення моделювання систем, проведення системного аналізу об'єктів інформатизації, прийняття рішень.

ЗК 4. Здатність до проектної діяльності в професійній сфері, уміння будувати і використовувати моделі для опису об'єктів і процесів, здійснювати їх якісний аналіз.

Фахових компетентностей:

ФК 6. Здатність використання принципів, методів і алгоритмів комп'ютерної графіки, уміння застосовувати їх під час розробки графічних інтерфейсів взаємодії людини з комп'ютером.

ФК 7. Здатність використання теоретичних і практичних основ методології системного аналізу для дослідження складних міждисциплінарних проблем різної природи, методів формалізації системних завдань, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризики; уміння вирішувати практичні науково-технічні та соціально-економічні завдання міждисциплінарного характеру.

ФК 8. Здатність використання теоретичних і практичних основ методології та технології моделювання у процесі дослідження, проектування та експлуатації інформаційних систем, продуктів, сервісів інформаційних технологій, інших об'єктів професійної діяльності; здатність реалізовувати алгоритми моделювання для дослідження характеристик і стану складних об'єктів.

ФК 14. Здатність здійснювати процес інтеграції системи, застосовувати стандарти і процедури управління змінами для підтримки цілісності загальної функціональності і надійності інформаційної системи.

Програмних результатів навчання:

ПРН 11. Вміння аналізувати проблеми щодо створення програмного забезпечення інформаційних систем.

ПРН 12. Знати та вміти використовувати методи та засоби збору, формулювання та аналізу вимог до інформаційних систем.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Предмет і завдання дисципліни

Визначення дисципліни, її предмет, об'єкт і завдання. Роль дисципліни в управлінні організаційними системами. Операції та їх ефективність. Математична модель операції. Етапи операційного дослідження. Задачі дослідження операцій.

Тема 2. Основи лінійного програмування

Загальна постановка оптимізаційної задачі, її структура: цільова функція, обмеження, як спосіб опису множини допустимих планів. Формулювання прикладних задач математичного програмування. Означення розв'язку цільової функції, точка екстремуму. Загальна постановка задач лінійного програмування, їх математичні моделі. Приклади моделей задач лінійного програмування (задача про призначення, задача оптимального використання сировини, задача оптимізації виробничої програми). Геометрична інтерпретація задач лінійного програмування. Правила переходу від загальної задачі лінійного програмування до канонічної та стандартної.

Тема 3. Задачі та моделі оптимального розподілу ресурсів

Характеристика основних типів задач оптимального розподілу ресурсів. Задачі і моделі оптимального використання сировини та матеріалів. Задача оптимізації виробничої програми: формалізація виробничих умов, обмежень з попиту на продукцію і послуги, критеріїв оптимальності; аналіз оптимальних планів. Задачі оптимального планування виробництва та перевезення продукції. Задача про призначення: постановка, модель, метод розв'язання. Задача про оптимальний розподіл інвестиційних ресурсів.

Тема 4. Симплекс-метод рішення задач лінійного програмування

Теоретичні основи симплекс-методу розв'язування задач лінійного програмування. Ознаки оптимальності або необмеженості цільової функції. Правило покращення неоптимального допустимого базису. Алгоритм симплекс-методу та його реалізація за допомогою симплекс-таблиць. Поняття про виродженість в лінійному програмуванні. Запобігання зациклюванню у випадку виродженості.

Тема 5. Теорія двоїстості в задачах лінійного програмування

Властивості двоїстих задач. Теорія двоїстості для випадку пари симетричних взаємно двоїстих задач. Знаходження розв'язку однієї пари симетричних взаємно двоїстих задач, коли відомий розв'язок іншої. Економічна інтерпретація теорем двоїстості; оптимальні значення двоїстих змінних, як оптимальної оцінки ресурсів в задачі оптимального планування виробництва. Теорія двоїстості для випадків, коли вихідною є загальна задача лінійного програмування або канонічна задача. Поняття про двоїстий симплекс метод.

Тема 6. Задачі оптимізації на мережах

Основні поняття та визначення. Визначення мережі та її елементів (вузли, ребра). Зв'язок мережі з теорією графів. Орієнтована та неорієнтовані мережі. Шлях, цикл, петля як елементи мережі. Зв'язана мережа, дерево – кістяк. Основні задачі оптимізації на мережах: постановка задач, особливості мережі, характеристика методів і алгоритмів розв'язування. Алгоритм побудови мінімального дерева. Знаходження потоку найменшої вартості. Зведення мережеских моделей до задач ЛП. Задача знаходження найкоротшого шляху. Задача про максимальний потік. Методи мережевого планування. Реалізація мережеских задач в Excel.

Тема 7. Цілочисельні задачі лінійного програмування

Цілочисельні задачі в плануванні та управлінні, поширені приклади (кадрова задача, задачі про інвестиції, розподіл обладнання). Математична постановка цілочисельних задач, геометрична інтерпретація їх розв'язків. Методи розв'язання задач цілочисельного програмування. Метод гілок та границь, метод відокремлюючих площин.

Тема 8. Задачі багатокритеріального програмування

Формулювання задач багатокритеріального програмування та їх геометричне розв'язування. Метод узагальненого критерія. Метод взаємних поступок. Розв'язування задач багатокритеріального програмування у середовищі Excel.

Тема 9. Задачі нелінійного програмування

Приклади задач нелінійного програмування. Функції Лагранжа. Умови Куна – Таккера. Задачі випуклого квадратичного програмування. Наближені методи розв'язування задач нелінійного програмування.

Тема 10. Задачі управління запасами

Система управління запасами, її функції і основні характеристики (система постачання, попит, поповнення складу, об'єм запасу, функції витрат, номенклатура запасу, структура складської системи, обмеження, стратегія управління запасами). Критерії ефективності управління запасами. Загальна постановка задачі управління запасами. Основне рівняння запасів. Види моделей управління запасами. Детерміновані моделі управління запасами. Статична детермінована модель без дефіциту. Статична детермінована модель з дефіцитом. Статична детермінована модель при змінних видатках на створення запасу. Стохастичні моделі управління запасами. «Рандомізована» модель управління запасами. Модель управління запасами з випадковим попитом.

Тема 11. Системи масового обслуговування

Система масового обслуговування: поняття, структура і основні характеристики (параметри). Призначення і області використання моделей масового обслуговування. Класифікація систем масового обслуговування.

Показники якості і ефективності систем масового обслуговування. Загальна постановка задачі масового обслуговування і методи її реалізації. Основні положення теорії масового обслуговування. Випадкові процеси. Системи масового обслуговування з відмовами. Визначення показників ефективності одноканальних систем з відмовами. Визначення показників ефективності багатоканальних систем з відмовами. Визначення показників ефективності одноканальних та багатоканальних систем з необмеженою та обмеженою чергою. Використання мови GPSS для імітаційного моделювання систем масового обслуговування.

Тема 12. Елементи теорії ігор

Задачі в умовах невизначеності та конфлікту. Поняття невизначеності. Види невизначеності при прийнятті управлінського рішення. Поняття конфліктної ситуації і її особливості. Основні поняття і визначення. Прийняття рішень в умовах ризику. Методи прогнозування. Елементи теорії ігор. Класифікація ігор і загальні відомості про методи їх розв'язування. Матричні ігри двох гравців з нульовою сумою. Розв'язування матричних ігор в чистих стратегіях. Мінімаксні теореми. Оптимальні змішані стратегії та їх властивості. Методи розв'язування матричних ігор 2×2 , $2 \times n$, $m \times 2$, $m \times n$. Метод послідовного розігрування гри. Аналіз статистичних ігор.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

4.1. Структура навчальної дисципліни за формами навчання

Теми дисципліни	Обсяг у годинах																							
	денна форма												заочна форма											
	повна						скорочена						повна						скорочена					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі					усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		Л	СЗ	ПЗ	ЛЗ	СРС		Л	СЗ	ПЗ	ЛЗ	СРС		Л	СЗ	ПЗ	ЛЗ	СРС		Л	СЗ	ПЗ	ЛЗ	СРС
Тема 1. Предмет і завдання дисципліни	6	2		2		2	6	2		2		2						6						6
Тема 2. Основи лінійного програмування	14	2		4		8	14	2		4		8						14						14
Тема 3. Задачі та моделі оптимального розподілу ресурсів	14	2		2		10	14	2		2		10						14						14
Тема 4. Симплекс-метод рішення задач лінійного програмування	16	2		4		10	16	2		4		10						16	2		2			12
Тема 5. Теорія двоїстості в задачах лінійного програмування	14	2		2		10	14	2		2		10						14						14
Тема 6. Задачі оптимізації на мережах	16	2		4		10	16	2		4		10						16						16
Тема 7. Цілочисельні задачі лінійного програмування	16	2		4		10	16	2		4		10						16						16
Тема 8. Задачі багатокри-теріального програмування	14	2		2		10	14	2		2		10						14						14
Тема 9. Задачі нелінійного програ-мування	14	2		2		10	14	2		2		10						14						14
Тема 10. Задачі управління запасами	20	4		6		10	20	4		6		10						20	2		2			16
Тема 11. Системи масового обслуговування	20	4		6		10	20	4		6		10						20	2		2			16
Тема 12. Елементи теорії ігор	16	2		4		10	16	2		4		10						16						16
Усього годин / кредитів ECTS	180/6	28		42		110	180/6	28		42		110						180/6	6		6			168

4.2. Обсяги та структура навчальної дисципліни за навчальними роками

Форма навчання	Вид навчальних занять	Навчальні роки					
		2018/2019		2019/2020		2020/2021	
		осінь	весна	осінь	весна	осінь	весна
Денна повна	Лекційні заняття					28	
	Семінарські заняття						
	Практичні заняття					42	
	Лабораторні заняття						
	Курсова робота						
	Самостійна робота студентів					110	
	Усього годин					180	
Денна скорочена	Лекційні заняття	28					
	Семінарські заняття						
	Практичні заняття	42					
	Лабораторні заняття						
	Курсова робота (проект)						
	Самостійна робота студентів	110					
	Усього годин	180					
Заочна повна	Лекційні заняття						
	Семінарські заняття						
	Практичні заняття						
	Лабораторні заняття						
	Курсова робота (проект)						
	Самостійна робота студентів						
	Усього годин						
Заочна скорочена	Лекційні заняття		4	2			
	Семінарські заняття						
	Практичні заняття		2	4			
	Лабораторні заняття						
	Курсова робота (проект)						
	Самостійна робота студентів		84	84			
	Усього годин		90	90			

5. ТЕМИ ЛЕКЦІЙНИХ, СЕМІНАРСЬКИХ (ПРАКТИЧНИХ) І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

5.1. Теми лекційних занять

Тема дисципліни	Тема лекції	Обсяг у годинах	
		денна форма	заочна форма
Тема 1. Предмет і завдання дисципліни	Визначення дисципліни, етапи операційного дослідження	2	
Тема 2. Основи лінійного програмування	Загальна постановка задач лінійного програмування	2	
Тема 3. Задачі та моделі оптимального розподілу ресурсів	Характеристика основних типів задач оптимального розподілу ресурсів	2	
Тема 4. Симплекс-метод рішення задач лінійного програмування	Теоретичні основи симплекс-методу розв'язання задач лінійного програмування	2	2
Тема 5. Теорія двоїстості в задачах лінійного програмування	Властивості та рішення двоїстих задач	2	
Тема 6. Задачі оптимізації на мережах	Постановка задач оптимізації на мережах та характеристика методів їх розв'язування	2	
Тема 7. Цілочисельні задачі лінійного програмування	Математична постановка та методи розв'язання задач цілочисельного програмування	2	
Тема 8. Задачі багатокритеріального програмування	Формулювання задач багатокритеріального програмування та методи їх розв'язування	2	
Тема 9. Задачі нелінійного програмування	Наближені методи розв'язування задач нелінійного програмування	2	
Тема 10. Задачі управління запасами	Система управління запасами, її функції, основні характеристики та критерії ефективності	2	
	Види моделей управління запасами та методи їх рішення	2	2
Тема 11. Системи масового обслуговування	Поняття, структура й основні характеристики систем масового обслуговування	2	
	Імітаційне моделювання як метод рішення задач масового обслуговування	2	2
Тема 12. Елементи теорії ігор	Класифікація ігор і загальні відомості про методи їх розв'язування	2	
Усього		28	6

5.2. Теми практичних занять

Тема дисципліни	Тема практичного заняття	Обсяг у годинах	
		денна форма	заочна форма
Тема 1. Предмет і завдання дисципліни	Етапи операційного дослідження	2	
Тема 2. Основи лінійного програмування	Приклади моделей задач лінійного програмування	2	
	Геометрична інтерпретація задач лінійного програмування	2	
Тема 3. Задачі та моделі оптимального розподілу ресурсів	Задача оптимізації виробничої програми	2	
Тема 4. Симплекс-метод рішення задач лінійного програмування	Реалізація симплекс-методу за допомогою симплекс-таблиць	2	
	Рішення задач лінійного програмування за допомогою Excel	2	2
Тема 5. Теорія двоїстості в задачах лінійного програмування	Рішення двоїстих задач в пакеті Excel	2	
Тема 6. Задачі оптимізації на мережах	Задача знаходження найкоротшого шляху	2	
	Методи мережевого планування	2	
Тема 7. Цілочисельні задачі лінійного програмування	Цілочисельні задачі в плануванні та управлінні	2	
	Метод гілок та границь	2	
Тема 8. Задачі багатокритеріального програмування	Розв'язування задач багатокритеріального програмування у середовищі Excel	2	
Тема 9. Задачі нелінійного програмування	Рішення задач нелінійного програмування в Excel	2	
Тема 10. Задачі управління запасами	Детерміновані моделі управління запасами	2	2
	Стохастичні моделі управління запасами	2	
	Рішення задач управління запасами в Excel	2	
Тема 11. Системи масового обслуговування	Визначення показників ефективності одноканальних СМО	2	2
	Визначення показників багатоканальних СМО	2	
	Використання мови GPSS для імітаційного моделювання систем масового обслуговування	2	
Тема 12. Елементи теорії ігор	Прийняття рішень в умовах ризику	2	
	Розв'язування матричних ігор	2	
Усього		42	6

6. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Організація самостійної роботи студентів регламентується наступними нормативними документами:

- Положенням про самостійну роботу студентів Харківського торговельно-економічного-інституту КНТЕУ;
- Положенням про організацію освітнього процесу у Харківському торговельно-економічному інституті КНТЕУ.

Основні види самостійної роботи, які запропоновані студентам:

1. Вивчення лекційного матеріалу.
2. Робота з опрацювання та вивчення рекомендованої літератури.
3. Вивчення основних термінів та понять рекомендованої літератури.
4. Підготовка до практичних занять, дискусій, роботи в малих групах, тестування.
5. Контрольна перевірка кожним слухачем особистих знань, запитання для самоконтролю, вирішення задач.

Питання навчальної дисципліни, які пропонуються для самостійного вивчення:

- | | |
|---------|---|
| Тема 1. | 1. Роль дисципліни в управлінні організаційними системами.
2. Операції та їх ефективність. |
| Тема 2. | 1. Задача оптимального використання сировини.
2. Правила переходу від загальної задачі лінійного програмування до канонічної та стандартної. |
| Тема 3. | 1. Задача про призначення.
2. Задача про оптимальний розподіл інвестиційних ресурсів. |
| Тема 4. | 1. Ознаки оптимальності або необмеженості цільової функції.
2. Правило покращення неоптимального допустимого базису.
3. Поняття про виродженість в лінійному програмуванні. |
| Тема 5. | 1. Економічна інтерпретація теорем двоїстості.
2. Поняття про двоїстий симплекс метод. |
| Тема 6. | 1. Зв'язок мережі з теорією графів.
2. Орієнтовані та неорієнтовані мережі.
3. Зведення мережевих моделей до задач ЛП.
4. Задача про максимальний потік. |
| Тема 7. | 1. Геометрична інтерпретація розв'язків задач цілочисельного програмування. |

2. Метод відокремлюючих площин.

- Тема 8. 1. Геометричне розв'язування задач багатокритеріального програмування.
 2. Метод узагальненого критерія.
 3. Метод взаємних поступок.
- Тема 9. 1. Задачі випуклого квадратичного програмування.
 2. Функції Лагранжа.
 3. Умови Куна – Таккера.
 4. Задачі випуклого квадратичного програмування.
- Тема 10. 1. Основне рівняння запасів.
 2. Статична детермінована модель при змінних видатках на створення запасу.
 3. Модель управління запасами з випадковим попитом.
- Тема 11. 1. Системи масового обслуговування з відмовами.
 2. Визначення показників ефективності систем з необмеженою чергою.
 3. Визначення показників ефективності систем з обмеженою чергою.
- Тема 12. 1. Види невизначеності при прийнятті управлінського рішення.
 2. Методи прогнозування.
 3. Матричні ігри двох гравців з нульовою сумою.
 4. Мінімаксні теореми.
 5. Метод послідовного розігрування гри.
 6. Аналіз статистичних ігор.

7. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ, ПЕРЕДБАЧЕНІ НАВЧАЛЬНИМ ПЛАНОМ

Не передбачено навчальним планом.

8. СХЕМА НАРАХУВАННЯ БАЛІВ

8.1. Схема нарахування балів для студентів денної форми навчання

Навчальні роки	Поточний контроль (максимум 60 балів, мінімум 34)												Підсумковий контроль	Сума	
	усього	у тому числі за темами													
		Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7	Тема 8	Тема 9	Тема 10	Тема 11			Тема 12
2018/2019	60	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	40	100

8.2. Схема нарахування балів для студентів заочної форми навчання

Навчальні роки	Поточний контроль (максимум 60 балів, мінімум 34)			Підсумковий контроль	Сума
	усього	у тому числі за видами активності			
		вид 1	вид 2		
2018/2019	60	50	10	40	100

Види активності студента з навчальної дисципліни протягом семестру:

1. Самостійне опрацювання тестів відповідно до тем курсу
2. Відвідування аудиторних занять

9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Для визначення рівня засвоювання студентами навчального матеріалу використовуються такі форми та методи оцінювання:

Поточний контроль:

- для студентів денної форми навчання: оцінювання роботи на семінарських заняттях, поточне тестування в системі дистанційного навчання ХТЕІ КНТЕУ, оцінювання відвідування аудиторних занять, виконання аудиторної контрольної роботи;
- для студентів заочної форми навчання: тестування в системі дистанційного навчання ХТЕІ КНТЕУ.

Умовою допуску до підсумкового контролю є виконання програми дисципліни (відпрацювання всіх практичних занять) і отримання оцінки за виконання завдань поточного контролю не менше 34 балів.

Підсумковий контроль:

- для студентів денної форми навчання: письмовий екзамен;
- для студентів заочної форми навчання: письмовий екзамен.

Організація та проведення контрольних заходів регламентується наступними нормативними документами:

- Положенням про оцінювання результатів навчання студентів;
- Положенням про організацію освітнього процесу у Харківському торговельно-економічному інституті КНТЕУ.

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА (ОСНОВНА, ДОПОМІЖНА)

10.1. Основна література

1. Математичні методи дослідження операцій : підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрик та ін. – Суми : СДУ, 2017. – 212 с.
2. Катренко А. В. Дослідження операцій : підручник / А. В. Катренко. – Львів : Магнолія плюс, 2005. – 549 с.
3. Кутковецький В. Я. Дослідження операцій : навчальний посібник / В. Я. Кутковецький. – Київ : Професіонал, 2005. – 264 с.

10.2. Допоміжна література

4. Карагодова О. О. Дослідження операцій : навчальний посібник / О. О. Карагодова, В. Р. Кігель, В. Д. Рожок. – Київ : Центр учбової літератури, 2007. – 256 с.
5. Кучма М. І. Математичне програмування. Приклади і задачі : навчальний посібник / М. І. Кучма. – Львів : Новий світ – 2000, 2007. – 344 с.
6. Бредюк В. І. Дослідження операцій. Теоретичні засади : навчальний посібник / В. І. Бредюк. – Рівне: НУВГП, 2009. – 268 с.
7. Бредюк В. І. Дослідження операцій. Приклади і задачі : навчальний посібник / В. І. Бредюк. – Рівне: НУВГП, 2009. – 270 с.
8. Бартіш М. Я. Дослідження операцій. Ч. 1. Лінійні моделі / М. Я. Бартіш, І. М. Дудзяний. – Львів : Видавничий центр Львівського національного університету ім. І. Франка, 2007. – 168 с.
9. Бартіш М. Я. Дослідження операцій. Ч. 2. Алгоритми оптимізації на графах / М. Я. Бартіш, І. М. Дудзяний. – Львів : Видавничий центр Львівського національного університету ім. І. Франка, 2007. – 120 с.
10. Бартіш М. Я. Дослідження операцій. Ч. 3. Ухвалення рішень і теорія ігор / М. Я. Бартіш, І. М. Дудзяний. – Львів : Видавничий центр Львівського національного університету ім. І. Франка, 2009. – 277 с.
11. Бартіш М. Я. Дослідження операцій. Ч. 4. Нелінійне моделювання / М. Я. Бартіш, І. М. Дудзяний. – Львів : ЛНУ, 2011. – 207 с.
12. Бартіш М. Я. Дослідження операцій. Ч. 5. Моделі з чинником часу / М. Я. Бартіш, І. М. Дудзяний. – Львів : ЛНУ, 2012. – 256 с.

11. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

13. Дослідження операцій / [Електронний ресурс]: Стаття на Вікіпедії. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Дослідження_операцій. – Станом на 30.08.18. – Назва з екрану.
14. Теорія ігор / [Електронний ресурс]: Стаття на Вікіпедії. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Теорія_ігор. – Станом на 30.08.18. – Назва з екрану.
15. Математичне програмування. / [Електронний ресурс]: Стаття на Вікіпедії. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Математичне_програмування. – Станом на 30.08.18. – Назва з екрану.
16. Теорія масового обслуговування / [Електронний ресурс]: Стаття на Вікіпедії. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Теорія_масового_обслуговування. – Станом на 30.08.18. – Назва з екрану.
17. Імітаційне моделювання / [Електронний ресурс]: Стаття на Вікіпедії. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Імітаційне_моделювання. – Станом на 30.08.18. – Назва з екрану.