

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ТРАКТОРІВ, СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ТА ТРАНСПОРТНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
«Тракторів, с.г. машин та тт»

В.М. Зубко В.М. Зубко

“ *07* ” *07* 2020 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
(СИЛАБУС)**

**ОК.11. Дослідження операцій у транспортних
системах**

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

Освітньо-професійна програма: «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

Кваліфікація: «Бакалавр з транспортних технологій»

Факультет: Інженерно-технологічний

2020 – 2021 навчальний рік

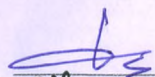
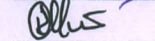
Робоча програма з дисципліни Дослідження операцій у транспортних системах для студентів, що навчаються за напрямом підготовки: 275 «Транспортні технології автомобільного транспорту».

Курс: 1 с.т. курс ТРТ

Розробники:

Д.т.н., професор

Старший викладач

 Гецович Е.М.
 Калнагуз О.М.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри тракторів, сільськогосподарських машин та транспортних технологій.

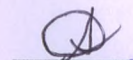
Протокол № 13 від "15" червня 2020 року.

Завідувач кафедри тракторів, сільськогосподарських машин та транспортних технологій.

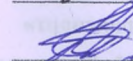
к.т.н., доцент  В.М. Зубко

Погоджено:

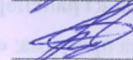
Гарант освітньої програми

 О.О. Соларьов

Декан ІТФ

 М.Я. Довжик

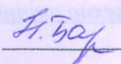
Декан ІТФ

 М.Я. Довжик

Зареєстровано в електронній базі: дата

«07» 07 2020 р.

Методист відділу якості освіти,
ліцензування та акредитації

 Г.Баранік

© СНАУ, 2020 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	денна форма навчання
Кількість кредитів - 4	Галузь знань: <u>27 «Транспорт»</u>	Обов'язкова ОК11	
Модулів – 2	Напрямок підготовки: 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»	Рік підготовки:	
Змістових модулів: 4		2020-2021-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання:		Курс	
		1 с.т.	
Загальна кількість годин – 120 годин		Семестр	
	2 (весна)		
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 46 години самостійної роботи студента – 74 годин	Освітній рівень: Бакалавр «Бакалавр з транспортних технологій»	Лекції	
		30	
		Практичні, семінарські	
		16	
		Самостійна робота	
74			
		Індивідуальні завдання:	
		Вид контролю: Комп'ютерне тестування, захист ЛПЗ, усне опитування, Іспит	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 55,2/67,7 (46 / 74)

88,8

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

«Дослідження операцій у транспортних процесів» є формування у студентів знань та вмінь щодо розробки і практичному застосуванню найбільш ефективних методів прийняття рішень з управління процесами в організаційних системах на транспорті, кількісне обґрунтування рішень в організації управління.

Завдання дисципліни – набути глибокі теоретичні знання і практичні навички з наступних питань: системного аналізу операцій; вибору раціональних критеріїв прийняття рішень; побудова математичних моделей; оцінки утворення черг та затримок; знаходження оптимального рішення.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен

знати:

- структуру проектів та принципи побудови математичних моделей дослідження операцій на транспорті;
- методи математичного програмування, теорії масового обслуговування, теорії графів, сіткового планування та управління, теорії ігор та прийняття рішень, теорії розкладів.

вміти:

- формалізувати об'єкт дослідження у термінах математики;
- формалізувати алгоритми роботи та цілі управління транспортних систем, представляти їх у вигляді графів переходів та відповідних аналітичних формулювань, прийнятих в галузі дослідження операцій;
- формулювати задачі лінійного програмування з обмеженнями у вигляді рівнянь та у вигляді нерівностей стосовно транспортних систем;
- за допомогою методів математичного програмування вирішувати різноманітні задачі оптимізації вантажопотоків;
- вирішувати проблеми оптимізації перевезень неподілених об'єктів в умовах цілочисельності як результату розрахунків, так і цільової функції;
- отримувати розв'язок багатокрокових транспортних задач методом динамічного програмування;
- будувати лінійні графіки виконання комплексів робіт з визначенням критичних шляхів та можливих резервів часу для некритичних робіт;
- здійснювати оптимізацію виконання всього комплексу робіт з метою мінімізації або терміну виконання усіх робіт або витрат коштів на їх виконання;
- визначати оптимальні (з різних критеріїв оцінки) стратегії прийняття рішення в іграх різної розмірності, застосовувати ітеративні методи розв'язування задач теорії ігор;
- застосовувати методи теорії графів для визначення найкоротшої зв'язуючої мережі, найкоротшого кільцевого маршруту, найкоротших відстаней та максимального потоку на транспортних мережах;
- описувати в аналітичній формі вхідні та вихідні потоки системи масового обслуговування (СМО);
- класифікувати різноманітні транспортні системи масового обслуговування за видами потоків та каналів обслуговування, вибирати показники ефективності роботи в конкретних умовах, складати графи станів системи масового обслуговування;
- розраховувати вибрані показники ефективності, виконувати порівняльний їх аналіз та вибирати найбільш раціональний режим роботи та структуру розімкнутих, замкнених та змішаних транспортних систем масового обслуговування;
- здійснювати за допомогою стандартного чи спеціалізованого програмного забезпечення комп'ютерної техніки, моделювання процесу обслуговування з розрахунками необхідних показників ефективності функціонування станів системи масового обслуговування;
- визначати оптимальний порядок виконання робіт у транспортно-технологічних процесах методами теорії розкладів.

3. Програма навчальної дисципліни (Вчена рада СНАУ, протокол №6 від 27.04.2017)

Модуль 1.

- Тема 1. Класифікація задач прийняття рішень.
- Тема 2. Застосування математичного моделювання.
- Тема 3. Прийняття рішень в умовах невизначеності.
- Тема 4. Прийняття рішень за законами і параметрами потоків.
- Тема 5. Прийняття рішень за величиною ризику.
- Тема 6. Поняття про математичне моделювання.
- Тема 7. Поняття операцій.
- Тема 8. Визначення структурних елементів задачі ДО. Приклад формалізації задачі ДО. Стисла характеристика математичних методів, які використовують для рішення задач ДО.
- Тема 9. Визначення показників ефективності операції. Обернення показників ефективності операції.
- Тема 10. Постановка типових задач дослідження операцій: управління запасами; - розподілу ресурсів; - ремонту та заміни обладнання; - масового обслуговування; впорядкування (календарного планування, складання розкладів); - сіткового планування; - вибору маршрутів: комбіновані задачі Критерії оптимальності кожної задачі.
- Тема 11. Прийняття рішення в умовах визначеності. Методики визначення корисності. Методика Акофа Черчмена.
- Тема 12. Детермінований випадок задачі ДО. Стисла характеристика методів математичного програмування.
- Тема 13. Прийняття рішення в умовах невизначеності. Задачі гри з розумним противником. Визначення максимуму, мінімуму, оптимальних стратегій. Матрична гра двох гравців з нульовою сумою. Спрощення ігор. Приклад визначення оптимальної стратегії підприємства.
- Тема 14. Матрична гра двох гравців з нульовою сумою. Спрощення ігор. Приклад визначення оптимальної стратегії підприємства.
- Тема 15. Класифікація задач прийняття рішень.
- Тема 16. Застосування математичного моделювання.
- Тема 17. Прийняття рішень в умовах невизначеності.
- Тема 18. Прийняття рішень за законами і параметрами потоків.
- Тема 19. Прийняття рішень за величиною ризику.

Модуль 2.

- Тема 20. Лінійне і нелінійне програмування.
- Тема 21. Задачі планування комплексу робіт.
- Тема 22. Визначення часових параметрів сіткового графіка.
- Тема 23. Оптимізація сіткових графіків.
- Тема 24. Замкнені СМО з очікуванням.
- Тема 25. Функціонування СМО.
- Тема 26. Параметри і показники роботи СМО.
- Тема 27. Розімкнені СМО з очікуванням.
- Тема 28. Імітаційне моделювання руху щільного транспортного потоку. Графічний аналіз характеристик ТП.
- Тема 29. Визначення характеристик потоку заявок і параметрів СМО. Найпростіший потік заявок. Структурна схема СМО

Тема 30. Математичні залежності для розрахунку параметрів, усереднених та імовірнісних характеристик одно- та багатоканальної СМО з очікуванням, з пуассонівським вхідним потоком, експоненціальною тривалістю обслуговування в ustalеному режимі.

Тема 31. Приклади розрахунків параметрів - чистої СМО з очікуванням, - змішаної СМО з обмеженням за довжиною черги, одно- і багатоканальної СМО з відмовами, одно- і багатоканальної замкненої СМО

Тема 32. Визначення параметрів та усереднених та характеристик одно- та багатоканальної СМО з очікуванням, з пуассонівським вхідним потоком, експоненціальною тривалістю обслуговування в ustalеному режимі з дисципліною обслуговування FIFO та дисципліною черги "перша заявка прямує до першого звільненого каналу". Побудова графіків імовірнісних характеристик

Тема 33. Зведення ЗЛП до канонічної форм». Визначення сумісності СЛР. Побудова ОДР ЗЛП. Знаходження оптимального рішення ОЗЛП графо-аналітичним методом. Знаходження рішення ОЗЛП симплекс- методом: перерозв'язання Системи рівнянь для одержання додатних коефіцієнтів в рівнянні цільової функції, поки не буде знайдено оптимальне рішення, при якому цільова функція досягає мінімуму.

Тема 34. Комбінаторні задачі. Постановка задачі про призначення. Алгоритм угорського методу. Постановка задачі про комівояжера. Алгоритм методу гілок та меж. Схема гілкування.

Тема 34. Розрахунок параметрів системи управління запасами з фіксованим розміром замовлення. Графічне моделювання роботи системи управління запасами.

Тема 35. Поняття про математичне моделювання.

Тема 36. Основні поняття системи масового обслуговування (СМО).

Тема 37. Класифікація СМО.

Тема 38. Функціонування СМО.

Тема 39. Параметри і показники роботи СМО.

Тема 40. Розімкненні СМО з очікуванням.

Тема 41. Замкнені СМО з очікуванням.

Тема 42. Основи теорії графів.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна форма навчання)							
	денна форма (весна) 1 с.т. курсу (2 семестр)							
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
лк		пз	с.р.	лк		пз	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Модуль 1. Дослідження операцій як інструмент прийняття рішень								
Змістовий модуль 1.								
Тема 1. Місце дослідження операцій у системах теоретичних дисциплін.	10	2	2	6				
Тема 2. Поняття операцій.	8	2	-	6				
Тема 3. Основні етапи операційних досліджень.	10	2	2	6				
Тема 4. Класифікація задач прийняття рішень.	8	2	-	6				
Разом за змістовим модулем 1	36	8	4	24				
Змістовий модуль 2.								
Тема 5. Прийняття рішень в умовах невизначеності.	10	2	2	6				
Тема 6. Прийняття рішень за законами і параметрами потоків.	8	2	-	6				
Тема 7. Прийняття рішень за величиною ризику.	10	2	2	6				
Разом за змістовим модулем 2	28	6	4	18				
Модуль 2. Елементи математичного програмування								
Змістовий модуль 3.								
Тема 8. Поняття про математичне моделювання.	8	2	-	6				
Тема 9. Застосування математичного моделювання.	10	2	2	6				
Тема 10. Лінійне і нелінійне програмування.	8	2	-	6				
Тема 11. Задачі планування комплексу робіт.	4	2	-	2				
Тема 12. Визначення часових параметрів сітьового графіка та оптимізація.	6	2	2	2				
Разом за змістовим модулем 3	36	10	4	22				
Змістовий модуль 4.								
Тема 13. Замкнені СМО з очікуванням.	6	2	2	2				
Тема 14. Функціонування СМО.	2	-	-	2				
Тема 15. Параметри і показники роботи СМО.	6	2	2	2				
Тема 16. Розімкненні СМО з очікуванням.	6	2	-	4				
Разом за змістовим модулем 4	20	6	4	10				
Усього годин	120	30	16	74				

5. Теми та план лекційних занять.

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1. Дослідження операцій як інструмент прийняття рішень		
1	Тема 1. Місце дослідження операцій у системах теоретичних дисциплін. Логістичні аспекти функціонування транспорту. План 1. Роль транспорту в ланцюзі постачання продукції 2. Сутність і завдання транспортної логістики 3. Особливості використання різних видів магістрального транспорту 4. Логістичні процедури при організації транспортування.	2
2	Тема 2. Поняття операцій. Організація перевезень автомобільним транспортом. План: 1. Особливості організації автомобільних перевезень 2. Транспортно-експедиційне обслуговування в структурі транспортних процесів	2
3	Тема 3. Основні етапи операційних досліджень. План: 1. Організація праці та оплати праці водіїв 2. Перевезення небезпечних вантажів	2
4	Тема 4. Класифікація задач прийняття рішень. Упакування, маркування і пломбування вантажів в транспортній логістиці. План 1. Споживча та промислової упаковка продукції. 2. Стандарти укрупнені вантажні одиниці.	2
5	Тема 5. Прийняття рішень в умовах невизначеності. План 1. Маркування вантажів. 2. Пломбування вантажів.	2
6	Тема 6. Прийняття рішень за законами і параметрами потоків. Вантажопереробка в транспортній логістиці План: 1. Вантажопереробка як логістична функція. 2. Транспортно-складське обладнання підприємств.	2
7	Тема 7. Прийняття рішень за величиною ризику. План: 1. Рациональна організація транспортних процесів на складах підприємств. 2. Крос-докінг.	2
Модуль 2. Елементи математичного програмування		
8	Тема 8. Поняття про математичне моделювання. Інформаційне забезпечення транспортних процесів. План 1. Інформаційні потоки в транспортних системах. 2. Використання сучасних інформаційних технологій в транспортній логістиці.	2
9	Тема 9. Застосування математичного моделювання. План 1. Транспортна документація.	2
10	Тема 10. Лінійне і нелінійне програмування. Митні та страхові аспекти логістики при транспортуванні. План 1. Страхування при здійсненні транспортних перевезень.	2

	2. Митні режими в Україні.	
11	Тема 11. Задачі планування комплексу робіт. План 1. Особливості перетину кордону при транспортуванні вантажів різними видами транспорту.	2
12	Тема 12. Визначення часових параметрів сітьового графіка та оптимізація. Ефективність транспортного забезпечення. План. 1. Транспортні тарифи. 2. Показники оцінки транспортних процесів.	2
13	Тема 13. Замкнені СМО з очікуванням. План. 1. Управління ефективністю доставки вантажів.	2
14	Тема 15. Параметри і показники роботи СМО. План 1. Транспортно-логістичні центри.	2
15	Тема 16. Розімкнені СМО з очікуванням. Міжнародні транспортно-логістичні системи. План 1. Міжнародні аспекти транспортної логістики. 2. Міжнародні транспортні коридори та транзитний потенціал України. 3. Діяльність міжнародних логістичних операторів в Україні.	2
Всього		30

6. Теми практичних занять.

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Практичне заняття № 1.</i> Стисла характеристика математичних методів, які використовують для рішення задач ДО. Аналіз ринку автотранспортних послуг.	2
2	<i>Практичне заняття № 2.</i> Визначення структурних елементів задачі ДО. Приклад формалізації задачі ДО. Аналіз конкурентів	2
3	<i>Практичне заняття № 3.</i> Обернення показників ефективності операції. Аналіз конкурентоздатності	2
4	<i>Практичне заняття № 4.</i> Визначення показників ефективності операції. Маркетингові дослідження ринку потенційних транспортних послуг технологічним методом	2
5	<i>Практичне заняття № 5.</i> Постановка типових задач дослідження операцій: управління запасами; розподілу ресурсів; - ремонту та заміни обладнання; масового обслуговування; впорядкування (календарного планування, складання розкладів); сітьового планування; вибору маршрутів. Дослідження тенденцій зміни і коливань попиту.	2
6	<i>Практичне заняття № 6.</i> Комбіновані задачі Критерії оптимальності кожної задачі. Прогнозування попиту та добових коливань.	2
7	<i>Практичне заняття № 7.</i> Прийняття рішення в умовах визначеності. Методики визначення корисності. Методика Акофа-Черчмена. Розрахунок прибутку АТП в умовах ризику.	2
8	<i>Практичне заняття № 8.</i> Детермінований випадок задачі ДО. Стисла характеристика методів математичного програмування.	2
		16

7. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Процес прийняття рішень	6
2	Тема 2. Класифікація задач прийняття рішень	6
3	Тема 3. Застосування математичного моделювання	6
4	Тема 4. Прийняття рішень в умовах невизначеності	6
5	Тема 5. Прийняття рішень за законами і параметрами потоків	6
6	Тема 6. Прийняття рішень за величиною ризику	6
7	Тема 7. Поняття про математичне моделювання	6
8	Тема 8. Основні поняття СМО	6
9	Тема 9. Класифікація СМО	6
10	Тема 10. Функціонування СМО	6
11	Тема 11. Параметри і показники роботи СМО	2
12	Тема 12. Розімкненні СМО з очікуванням	2
13	Тема 13. Замкненні СМО з очікуванням	2
14	Тема 14. Основи теорії графів	2
15	Тема 15. Параметри і показники роботи СМО.	2
16	Тема 16. Розімкненні СМО з очікуванням.	4
Всього		74

8. Методи навчання

1. При вивченні предмета застосовуються такі класичні методи навчання:

1. Методи навчання за джерелом знань:

1.1. **Словесні:** розповідь, пояснення, бесіда (евристична і репродуктивна), лекція, інструктаж, робота з книгою (читання, переказ, виписування, складання плану, рецензування, конспектування, виготовлення таблиць, графіків, опорних конспектів тощо).

1.2. **Наочні:** демонстрація, ілюстрація, спостереження.

1.3. **Практичні:** лабораторний метод, практична робота, вправа, виробничо-практичні методи.

2. Методи навчання за характером логіки пізнання.

2.1. **Аналітичний** (суть: розклад цілого на частини з метою вивчення їх суттєвих ознак).

2.2. **Методи синтезу** (суть: з'єднання виділених аналізом елементів чи властивостей предмета, являючи в одне ціле).

2.3. **Індуктивний метод** (суть: вивчення предметів чи явищ від одиничного до загального).

2.4. **Дедуктивний метод** (суть: вивчення предметів чи явищ від загального до одиничного).

2.5. **Традуктивний метод** (суть: це висновки від загального до загального, від часткового до часткового, від одиничного до одиничного).

3. Методи навчання за характером та рівнем самостійної розумової діяльності студентів.

3.1. **Проблемний** (проблемно-інформаційний)

3.2. **Частково-пошуковий** (евристичний)

3.3. **Дослідницький**

3.4. **Репродуктивний** (суть: можливість застосування вивченого на практиці).

3.5. **Пояснювально-демонстративний**

4. **Активні методи навчання (наприклад)**- використання технічних засобів навчання, мозкова атака, рішення кросвордів, конкурси, диспути, круглі столи, бінарні заняття, ділові та рольові ігри, ток-шоу, тренінги, використання проблемних ситуацій, екскурсії, заняття на виробництві, групові дослідження, самооцінка знань, імітаційні методи навчання (побудовані на імітації майбутньої професійної діяльності), використання навчальних та контролюючих тестів, використання опорних конспектів лекцій *та інші*

5. **Інтерактивні технології навчання (наприклад)** - використання мультимедійних технологій, інтерактивної дошки та електронних таблиць, case-study (метод аналізу конкретних ситуацій), діалогове навчання, співробітництво студентів (кооперація) *та інші*.

9. Методи контролю

1. Рейтинговий контроль за 100-бальною шкалою оцінювання ЄКТС
2. Проведення проміжного контролю протягом семестру (проміжна атестація)
3. Полікритеріальна оцінка поточної роботи студентів: рівень знань, продемонстрований на практичних, лабораторних та семінарських заняттях; активність під час обговорення питань, що винесені на заняття; результати виконання та захисту лабораторних робіт; експрес-контроль під час аудиторних занять; самостійне опрацювання теми в цілому чи окремих питань; виконання аналітично-розрахункових завдань; написання рефератів, есе, звітів; результати тестування; письмові завдання при проведенні контрольних робіт; виробничі ситуації, кейси тощо.
4. Пряме врахування у підсумковій оцінці виконання студентом певного індивідуального завдання : *(при необхідності)*
 - курсова робота (проект);
 - науково-дослідна робота;
 - навчально-дослідна робота;
 - навчально-практичне дослідження із презентацією результатів тощо.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

при формі контролю «іспит»

Поточне тестування та самостійна робота																С Р С	Разом за модулі та СРС	Атестація	Підсумковий тест - екзамен	Сума
Модуль 1 (20 балів)								Модуль 2 (20 балів)												
Змістовий модуль 1 0-10 балів				Змістовий модуль 2 0-10 балів				Змістовий модуль 3 0-10 балів				Змістовий модуль 4 0-10 балів								
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16					
2	4	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	15	55 (40+15)	15	30	100

Розподіл балів системи ЄКТС за результатами навчання і семестровій (підсумковій) атестації у формі екзамену:

на денній формі навчання

до 40 балів – за результатами модульного контролю протягом семестру;

до 15 балів – за результатами проміжної атестації;

до 15 балів – за виконання самостійної роботи;

до 30 балів – за результатами семестрової (підсумкової) атестації;

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
75 – 81	C		
69 – 74	D	задовільно	
60 – 68	E		
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Рекомендована література

Базова

1. Акоф Р. Основы исследования операций / Р. Акоф, М. Сасени. – Москва : Мир, 1971. – 534 с.
2. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах / И. Л. Акулич. – Москва : Высшая школа, 1986. – 319 с.
3. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс / Б. Банди; пер. с англ. – Москва: Радио и связь, 1988. – 128 с.
4. Бех О. В. Математичне програмування: навч. посіб. / О. В. Бех, Т. А. Городня, А. Ф. Щербак. – Львів : Магнолія-2006, 2014. – 200 с.
5. Венцель Е. С. Исследование операций / Е. С. Венцель. – Москва: Высшая школа, 2000. – 552 с.
6. Венцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология / Е. С. Венцель. – Москва : Высш. шк., 2001. – 208 с.
7. Вітлінський В. В. Математичне програмування: навч.-метод. посіб. для сам. вивчення дисципліни / В. В. Вітлінський, С. І. Наконечний, Т. О. Терещенко. – Київ : КНЕУ, 2001. – 248 с.
8. Гермейер Ю.Б. Введение в теорию исследования операций / Ю. Б. Гермейер. – Москва : Наука, 1971. – 383 с.
9. Исследование операций в экономике: учеб. пособие для вузов / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путько, И. М. Тришин, М.Н. Фридман; под ред. проф. Н. Ш. Кремера. – Москва: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. – 407 с.
10. Детьяков Ю.В. Исследование операций / Ю.В. Детьяков. – Москва : Высш. шк., 1986. – 320 с.
11. Дзюбан І. Ю. Методи дослідження операцій / І.Ю. Дзюбан, О.Л. Жиров, О.Г. Охріменко. – Київ: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2005. – 108 с.
12. Дослідження операцій в економіці: підручник / за ред. І. К. Федоренко, О. І. Черняка. – Київ : Знання, 2007. – 558 с. – (Вища освіта XXI століття).
13. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій. Підручник / Ю. П. Зайченко. – 7-ме вид., переробл. та допов. – Київ : Видавничий дім «Слово», 2006. – 816 с.
14. Казарезов А. Я. Дослідження операцій: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти. Ч. 1. Математичне програмування / А. Я. Казарезов, Ю. Ю. Верланов ; Миколаїв. держ. гуманіт. ун-т ім. П. Могили. – Миколаїв, 2003. – 83 с.
15. Карпенко А.Ф. Практикум по математическому моделированию экономических агропромышленных процессов в сельском хозяйстве / А. Ф. Карпенко. – Москва: Финансы и статистика, 1985. – 136 с.
16. Крушевський А. В. Математичне програмування в економіці та управлінні: навч.-метод. посіб. / А. В. Крушевський, М. Ф. Тимчук. – Київ: ІММБ, 2001. – 107с.
17. Курицкий Б.Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0 / Б.Я. Курицкий. – Санкт-Петербург: ВHV – Санкт-Петербург, 1997. – 384с.: ил. 208
18. Курносов А.П. Вычислительная техника и экономико-математические методы в сельском хозяйстве / А.П. Курносов. – Москва: Финансы и статистика, 1991. – 344 с.
19. Ларіонов Ю.І. Дослідження операцій в інформаційних системах: навч. посібник / Ю. І. Ларіонов, В. М. Левикін, М. А. Хажмуратов. – 2-ге вид. – Харків : Компанія СМІТ, 2005. – 364 с.
20. Леоненков А.В. Решение задач оптимизации в среде MS Excel / А. В. Леоненков. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2005. – 704 с.
21. Мазаракі А.А. Математичне програмування в Excel: навч. посібник для студ. екон. спец. вузів / А.А. Мазаракі, Ю.А. Толбатов. – Київ: Четверта хвиля, 1998. – 207 с.
22. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / [А.М. Гатаулин, Г.В. Гаврилов, Т.М. Сорокина и др.]; под ред. А.М. Гатаулина. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 432 с.
23. Лавров С. А. Математичне програмування: навч. посіб. / С.А. Лавров, Л.П. Перхун, В.А. Сергієнко; за ред. С.А. Лаврова. – Суми: ПП Вінниченко М.Д., ФОП Литовченко С. Б., 2013. – 256 с.
24. Методи синтезу та оптимізації: конспект лекцій для студ. напряму підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки» / В.В. Шендрік, Ю.В. Парфененко. – Суми: СумДУ, 2014. – 148 с.
25. Наконечний С. І. Математичне програмування: навчальний посібник / С.І. Наконечний, С.С. Савіна. – Київ: КНЕУ, 2003. – 452 с.
26. Нефьодов Ю.М. Методи оптимізації в прикладах і задачах: навчальний посібник / Ю. М. Нефьодов, Т.Ю. Балицька. – Київ: Кондор, 2011. – 324 с.
27. Таха Х. Введение в исследование операций: в 2 кн. / Х. Таха. – Москва : Мир, 1985. – 479 с.
28. Толбатов Ю.А. Математичне програмування: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Ю. А. Толбатов, С.Ю. Толбатов. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2008. – 432 с.
29. Віртуальна лабораторія математичного моделювання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mathmod.narod.ru>.
30. Електронні підручники з математичного програмування [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.is.vsvitonline.com/vcg/maternal.html#mathprog>

Допоміжна

1. Дослідження операцій і методи оптимізації: Навч. посіб. / М.С. Корольов, В.І. Павленко, О.В. Савіна, А.Г. Тимошенко.— К.: Університет «Україна», 2007.— 177 с.
2. Математичне програмування: Навчальний посібник / За загальною редакцією В.М. Михайленка. – 3-є видання, виправлене і доповнене. – К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2007. – 497 с.
3. Галабурда В.Г., Соколов Ю.И., Королькова Н.В. Управление транспортной системой. Учебник. — М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2016. — 343 с. <https://www.twirpx.com/file/2521526/>
4. Герами В.Д., Колик А.В. Управление транспортными системами. Транспортное обеспечение логистику. Учебник и практикум. — М.: Издательство Юрайт, 2015. — 510 с. <https://www.twirpx.com/file/1633282/>
5. Горбачев П.Ф., Дмитриев И.А. Основы теории транспортных систем. Учебное пособие. — Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2002. — 202 с.
6. Григорьян Т.А., Карамышева И.И. Планирование на автотранспортном предприятии. Учебное пособие. Изд-во ТюмГНГУ, 2008. – 138 с.
7. Четверухин Б.М. Дослідження операцій в транспортних системах. Частина 1. Методи лінійного програмування та їх застосування. Навчальний посібник. –К.: УТУ, 2000. –100 с.
8. Четверухин Б.М., Бакуліч О.О., Радкевич С.Д. Дослідження операцій в транспортних системах. Частина 2. Системи масового обслуговування. Навчальний посібник. –К.: НТУ, 2001. –141с.

12. Інформаційні ресурси

1. КЛАСИФІКАЦІЯ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ. https://stud.com.ua/163946/informatika/klasifikatsiya_modeley_sistem_masovogo_obsługovuvannya.
2. ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ В ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ. http://eprints.kname.edu.ua/18462/1/%D0%A0%D0%9F_%D0%9D%D0%9E%D0%92%D0%90%D0%AF_%D0%94%D0%9E_%D0%A2%D0%A1.pdf
3. Дослідження операцій в транспортних системах. <http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/21523/1/%D0%9B%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%96%20%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B8%20%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0.pdf>
4. Основи дослідження. http://eadnurt.diti.edu.ua/bitstream/123456789/8967/1/Kozachenko_textbook.pdf
5. Дослідження операцій в транспортних системах. <https://allbest.ru/o-2c0b65635b2bd68b5c43a88521306d37.html>
6. Кунда Н.Т. Дослідження операцій у транспортних системах. <https://www.twirpx.com/file/1625621/>
7. Основи дослідження операцій у транспортних системах: приклади та задачі. <https://profbook.com.ua/doslidzennya-operacij-transport.html>
8. Дослідження операцій у транспортних системах. Книга 3. <https://nashformat.ua/products/doslidzennya-operatsij-u-transportnyh-systemah.-knyga-3-500859>.
9. ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ У ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ. https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/4_kafedru/kmm/kontrolna_robota_dlya_sluhachiv_z_aochnovi_ormi_navchannya.pdf
10. Единая транспортная система. <https://profbook.com.ua/yedyna-transportna-sistema.html>.