

# «ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»

КАФЕДРА комп'ютерних наук, інформаційних технологій та прикладної математики  
(повна назва кафедри)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з навчально-виховної  
роботи  
Галина ЄВССЄВА



«02» вересня 2021 року

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Математичні методи дослідження операцій

спеціальність	122 «Комп'ютерні науки»
освітньо-професійна програма	«Комп'ютерні науки»
освітній ступінь	бакалавр
форма навчання	денна
розробник	Вельмагіна Наталя Олександрівна

## 1. АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Математичні методи дослідження операцій» належить до переліку нормативних навчальних дисциплін, забезпечує професійний розвиток бакалавра та спрямована на формування в майбутнього фахівця основних понять, теоретичних положень і методів сучасної теорії оптимізації та вміння застосувати їх до розв'язання широкого спектру прикладних задач на екстремум. Програма курсу складається з наступних основних розділів: моделі і моделювання; типи задач оптимізації; двоїстість в ЛП; задачі транспортного типу; дискретне та стохастичне програмування.

## 2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

	Години	Кредити	Семестр	
			V	
Всього годин за навчальним планом, з них:	105	3,5	105	
<b>Аудиторні заняття, у т.ч:</b>	<b>44</b>	<b>1,5</b>	<b>44</b>	
лекції	30		30	
лабораторні роботи	-		-	

практичні заняття	14		14	
<b>Самостійна робота, у т.ч:</b>	<b>61</b>	<b>2</b>	<b>61</b>	
підготовка до аудиторних занять	10		10	
підготовка до контрольних заходів	15		15	
виконання курсового проекту або роботи	-	-	-	
опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	5		5	
підготовка до екзамену	30	1	30	
<b>Форма підсумкового контролю</b>			екзамен	

### 3. СТИСЛИЙ ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Мега дисципліни.** Метою викладання навчальної дисципліни «Математичні методи дослідження операцій» - сформувати у студентів цілісне уявлення про предмет; ознайомити з основними методами розв'язування екстремальних задач функцій однієї та багатьох змінних; виробити у студентів глибокі знання основ лінійного програмування та вміння застосовувати на практиці при дослідженні і розв'язанні конкретних задач.

**Завдання дисципліни.** Основними завданнями вивчення дисципліни «Математичні методи дослідження операцій» є вивчення основних принципів та інструментарію постановки задач, побудови оптимізаційних економіко-математичних моделей, методів їх розв'язання, моделей теорії дослідження операцій; удосконалення навичок програмування в середовищі MS Excel з метою реалізації цих моделей на комп'ютері, аналіз математичних моделей з метою використання в системі дисциплін професійного спрямування.

**Пререквізити дисципліни.** Успішне опанування курсу «Математичні методи дослідження операцій» передбачає знання та навички передбачає знання та навички з курсів «Лінійна алгебра та аналітична геометрія», «Математичний аналіз», «Диференціальні рівняння», «Чисельні методи».

**Постреквізити дисципліни.** Знання, які бакалаври отримають під час вивчення дисципліни «Математичні методи дослідження операцій», будуть використані при вивченні дисциплін спеціальності, а саме «Теорія прийняття рішень», «Моделювання систем», «Представлення знань в інформаційних системах», «Проектування інформаційних систем» та інших.

**Компетентності** (відповідно до освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки» СВО ПДАБА 1226 – 2019):

**ІК.** Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорії та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

**ЗК-1.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

**ЗК-2.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

**ЗК-6.** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

**СК-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.

**СК-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.

**Програмні результати навчання** (відповідно до освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки» СВО ПДАБА 1226 – 2019):

**ПР1.** Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.

**ПР2.** Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.

**ПР3.** Використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв'язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей.

**ПР4.** Використовувати методи обчислювального інтелекту, машинного навчання, нейромережевої та нечіткої обробки даних, генетичного та еволюційного програмування для розв'язання задач розпізнавання, прогнозування, класифікації, ідентифікації об'єктів керування тощо.

**ПР5.** Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій.

**ПР6.** Використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів.

**ПР7.** Розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно- та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування.

**ПР8.** Використовувати методологію системного аналізу об'єктів, процесів і систем для задач аналізу, прогнозування, управління та проектування динамічних процесів в макроекономічних, технічних, технологічних і фінансових об'єктах.

**ПР9.** Розробляти програмні моделі предметних середовищ, вибирати парадигму програмування з позицій зручності та якості застосування для реалізації методів та алгоритмів розв'язання задач в галузі комп'ютерних наук.

**ПР10.** Використовувати інструментальні засоби розробки клієнт-серверних застосувань, проектувати концептуальні, логічні та фізичні моделі баз даних, розробляти та оптимізувати запити до них, створювати розподілені бази даних, сховища та вітрини даних, бази знань, у тому числі на хмарних сервісах, із застосуванням мов веб-програмування.

**ПР11.** Володіти навичками управління життєвим циклом програмного забезпечення, продуктів і сервісів інформаційних технологій відповідно до вимог і обмежень замовника, вміти розробляти проектну документацію (техніко-економічне обґрунтування, технічне завдання, бізнес-план, угоду, договір, контракт).

**ПР12.** Застосовувати методи та алгоритми обчислювального інтелекту та інтелектуального аналізу даних в задачах класифікації, прогнозування, кластерного аналізу, пошуку асоціативних правил з використанням програмних інструментів підтримки багатовимірного аналізу даних на основі технологій DataMining, TextMining, WebMining.

**ПР13.** Володіти мовами системного програмування та методами розробки програм, що взаємодіють з компонентами комп'ютерних систем, знати мережні технології, архітектури комп'ютерних мереж, мати практичні навички технології адміністрування комп'ютерних мереж та їх програмного забезпечення.

**ПР14.** Володіти мовами системного програмування та методами розробки програм, що взаємодіють з компонентами комп'ютерних систем, знати мережні технології, архітектури комп'ютерних мереж, мати практичні навички технології адміністрування комп'ютерних мереж та їх програмного забезпечення.

**ПР15.** Застосовувати знання методології та CASE-засобів проектування складних систем, методів структурного аналізу систем, об'єктно-орієнтованої методології проектування при

розробці і дослідженні функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем.

**ПР16.** Розуміти концепцію інформаційної безпеки, принципи безпечного проектування програмного забезпечення, забезпечувати безпеку комп'ютерних мереж в умовах неповноти та невизначеності вихідних даних.

**ПР17.** Виконувати паралельні та розподілені обчислення, застосовувати чисельні методи та алгоритми для паралельних структур, мови паралельного програмування при розробці та експлуатації паралельного та розподіленого програмного забезпечення.

**Заплановані результати навчання:**

- знати основи дослідження операцій в обсязі, достатньому для використання математичного апарату в професійній діяльності;
- застосовувати базові знання з дисципліни під час розв'язання прикладних і наукових завдань;
- виконувати необхідні розрахунки в професійній діяльності.

**знати:**

- основні поняття дослідження операцій;
- відмінність у постановках і математичних моделях задач аналізу і синтезу;
- методи розв'язання розглянутих задач;
- засоби реалізації математичних моделей на комп'ютері.

**вміти:**

- оцінювати ефективність застосування різних математичних моделей і методів у конкретних ситуаціях;
- вибирати необхідне програмне забезпечення;
- вирішувати задачі на комп'ютері в середовищі електронних таблиць (пакет аналізу, надбудови «Поиск решения» та інші додатки Excel);
- аналізувати отримані результати дослідження.

**Методи навчання** – практичний, наочний, словесний, робота з книгою. Практичних навичок студенти набувають на аудиторних лекційних та практичних заняттях.

**Форми навчання** – аудиторна, позааудиторна, індивідуальна.

#### 4. СТРУКТУРА (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб.	с.р
<b>Змістовий модуль 1. Лінійне та нелінійне програмування</b>					
Моделі і моделювання.	5	2			3
Задачі оптимізації та їх основні властивості.	7	2	2		3
Методи розв'язання задач оптимізації.	9	4	2		3
Двоїстість в лінійному програмуванні.	10	4	2		4
Транспортна задача.	9	4	2		3
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>40</b>	<b>16</b>	<b>8</b>		<b>16</b>
<b>Змістовий модуль 2. Дискретне та стохастичне програмування</b>					
Задачі дискретної оптимізації.	7	2	2		3
Стохастичне програмування.	5	2			3
Нелінійне програмування.	7	2	2		3
Динамічне програмування.	7	4			3
Задачі багатокритеріальної оптимізації.	9	4	2		3
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>35</b>	<b>14</b>	<b>6</b>		<b>15</b>
<b>Підготовка до екзамену</b>	<b>30</b>				<b>30</b>
<b>Усього годин</b>	<b>105</b>	<b>30</b>	<b>14</b>		<b>61</b>

## 5. ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1	<b>Моделі і моделювання.</b> Предмет, мета і зміст курсу. Основи побудови економіко-математичних моделей. Класифікація математичних моделей. Етапи процесу створення і моделювання математичної моделі на комп'ютері. Постановка задач аналізу і синтезу.	2
2	<b>Задачі оптимізації та їх основні властивості.</b> Постановка загальної задачі математичного програмування. Класифікація задач математичного програмування.	2
3-4	<b>Методи розв'язання задач на прикладі задачі оптимізації виробничого плану підприємства.</b> Постановка задачі оптимізації виробничого плану підприємства. Математична модель задачі. Графічний метод розв'язання задач лінійного програмування (ЛП).	4
5-6	<b>Двоїстість в лінійному програмуванні.</b> Основні теореми двоїстості та аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач. Практичне застосування теорем двоїстості	4
7-8	<b>Транспортна задача.</b> Постановка транспортної задачі. Математична модель задачі. Методи розв'язання транспортної задачі. Алгоритм послідовного поліпшення плану. Метод потенціалів. Розв'язання транспортної задачі в середовищі ЕТ. Виробничо-транспортна задача.	4
9	<b>Задачі дискретної оптимізації.</b> Цілочислове програмування. Задача про призначення. Види моделей задачі про призначення. Розв'язання задачі в середовищі ЕТ.	2
10	<b>Стохастичне програмування.</b> Загальні положення. Формування оптимального портфелю інвестиційних проектів в умовах ризику. Постановка задачі. Математичні моделі. Реалізація моделей в середовищі ЕТ.	2
11	<b>Нелінійне програмування.</b> Загальні положення. Класичний метод визначення умовного екстремуму. Метод множників Лагранжа. Розв'язання задач НЛП в середовищі ЕТ.	2
12-13	<b>Динамічне програмування.</b> Загальна постановка задач динамічного програмування. Застосування методу до розв'язання задачі про найкоротший (найвигідніший) шлях. Задача реконструкції підприємства.	4
14-15	<b>Задачі багатокритеріальної оптимізації.</b> Основні поняття, постановка та розв'язання. Метод мінімального відхилення. Двокритеріальна задача про призначення.	4

## 6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1	Задачі оптимізації та їх основні властивості.	2
2	Методи розв'язання задач оптимізації.	2
3	Двоїстість в задачах лінійного програмування.	2
4	Транспортна задача.	2
5	Задачі дискретної оптимізації. Задача про призначення.	2
6	Нелінійне програмування. Розв'язання задач НЛП в середовищі ЕТ.	2
7	Задачі багатокритеріальної оптимізації. Двокритеріальна задача про призначення. Розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації в середовищі ЕТ.	2

## 7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Лабораторні заняття навчальним планом не передбачені.

## 8. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ п/п	Вид роботи / Назва теми	Кількість годин
1	підготовка до аудиторних занять	30
2	підготовка до контрольних заходів	20
3	виконання курсового проєкту або роботи	-
4	опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях: - Класифікація математичних моделей. - Види моделей транспортної задачі. - Інтерпретація двоїстих оцінок. - Розв'язання задачі про розподіл ресурсу. - Метод поступок.	1 2 2 2 2
5	підготовка до екзамену	30

## 9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Письмовий, усний, практична перевірка.

## 10. ПОРЯДОК ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Контроль успішності студента здійснюється за допомогою 100-бальної системи оцінювання, що має відповідні оцінки в національній шкалі і шкалі ECTS.

**- з поточного контролю (з окремих змістових модулів):**

Кожен змістовий модуль оцінюється з розрахунку 100 балів. Ця максимальна кількість балів може бути отримана, якщо всі практичні роботи виконані і захищені в строки. За кожен модуль нараховуються бали з розрахунку максимум 100 балів.

Змістовий модуль 1 Лінійне та нелінійне програмування:

- практична робота 1 «Математичні моделі задач оптимізації та їх розв'язання»;
- практична робота 2 «Двоїстість в задачах оптимізації»;
- практична робота 3 «Транспортна задача».

Змістовий модуль 2 Дискретне та стохастичне програмування:

- практична робота 4 «Задачі дискретної оптимізації»;
- практична робота 5 «Задачі нелінійної оптимізації»;
- практична робота 6 «Задачі багатокритеріальної оптимізації».

Бали за змістові модулі 1 і 2 нараховуються як середньоарифметичне практичних робіт, які виконували студенти протягом кожного змістового модуля.

**Практична робота** (максимальна кількість балів – 100):

- оцінювання виконання роботи та її оформлення 60 балів:
  - 60 балів ставиться, якщо студент у відведений час повністю виконав роботу згідно з передбаченим варіантом; практичні розрахунки виконані послідовно; проведено аналіз результатів; практична робота виконана охайно;
  - 50-59 балів ставиться, якщо студент у відведений час повністю виконав роботу згідно з передбаченим варіантом; практичні розрахунки виконані, але порушена послідовність виконання завдання; не проведено аналіз результатів; практична робота виконана охайно;

- 40-49 балів ставиться, якщо студент у відведений час повністю виконав роботу згідно з передбаченим варіантом; при виконанні практичних розрахунків допущені помилки, але отримано в цілому правильні результати; аналіз результатів відсутній;
- 30-39 балів ставиться, якщо студент у відведений час не повністю виконав роботу згідно з передбаченим варіантом; при виконанні практичних розрахунків допущені помилки, але отримано в цілому правильні результати; не проведено аналіз результатів; практична робота виконана неохайно;
- 20-29 балів ставиться, якщо студент у відведений час не повністю виконав роботу згідно з передбаченим варіантом; при виконанні практичних розрахунків допущені помилки та порушена послідовність виконання завдання; не всі отримані результати є правильними; практична робота виконана неохайно;
- 10-19 балів ставиться, якщо студент у відведений час не повністю виконав роботу згідно з передбаченим варіантом; наявне порушення послідовності розрахунків і мають місце помилки у розрахунках; майже всі отримані результати є неправильними; практична робота виконана неохайно;
- 1-9 балів ставиться, якщо студент у відведений час не повністю виконав роботу згідно з передбаченим варіантом; наявне порушення послідовності розрахунків і мають місце помилки у розрахунках; всі отримані результати є неправильними; практична робота виконана неохайно;

– відповідь на теоретичні питання 40 балів (20 балів×2 питання):

- 20 балів ставиться за змістовну, логічно послідовну, правильну відповідь на теоретичне питання;
- 13-19 балів ставиться за змістовну, логічно послідовну, загалом правильну відповідь на теоретичне питання, але окремі пункти відповіді не повністю розкривають суть питання і потребують уточнень;
- 7-12 балів ставиться за відповідь на теоретичне питання, в якій не повністю розкривається суть поставленого питання; в визначеннях та доказах відсутня логічна послідовність, що свідчить про недостатнє засвоєння студентом теоретичного матеріалу;
- 1-6 балів ставиться за відсутність конкретних відповідей на питання, в представленій відповіді відсутня доказова база, також відповідь носить безсистемний характер і свідчить про відсутність у студента мінімум знань з дисципліни.

**- екзамену (максимальна кількість балів – 100):**

Екзамен проводиться в письмовій формі у вигляді відповідей на білети, що містять теоретичні і практичні запитання з вивченого матеріалу дисципліни. Білет містить чотири питання (два теоретичних і два практичних завдання).

– відповідь на теоретичне питання 56 бала (28 балів×2 питання):

- 28 балів ставиться за змістовну, логічно послідовну, правильну відповідь на теоретичне питання;
- 20-27 балів ставиться за змістовну, логічно послідовну, загалом правильну відповідь на теоретичне питання, але окремі пункти відповіді не повністю розкривають суть питання і потребують уточнень;
- 10-19 ставиться за відповідь на теоретичне питання, в якій не повністю розкривається суть поставленого питання; в визначеннях та доказах відсутня логічна послідовність, що свідчить про недостатнє засвоєння студентом теоретичного матеріалу;

- 1-9 балів ставиться за відсутність конкретних відповідей на питання, в представленій відповіді відсутня доказова база, також відповідь носить безсистемний характер і свідчить про відсутність у студента мінімум знань з дисципліни;
- виконання практичних завдань 44 бала (22 бала×2 питання):
  - 20-22 балів ставиться, якщо студент у відведений час повністю виконав завдання; практичні розрахунки виконані послідовно; проведено аналіз результатів; завдання виконана охайно;
  - 13-19 балів ставиться, якщо студент у відведений час повністю виконав завдання, але допущені помилки при виконанні практичних розрахунків або порушена послідовність виконання завдання; отримано в цілому правильні результати та проведено їх аналіз;
  - 7-12 балів ставиться, якщо студент у відведений час не повністю виконав завдання, допущені помилки при виконанні практичних розрахунків або порушена послідовність виконання завдання; отримано в цілому правильні результати;
  - 1-6 балів ставиться, якщо студент у відведений час не повністю виконав завдання; наявні порушення послідовності розрахунків і мають місце помилки у розрахунках; майже всі отримані результати є неправильними.

**Підсумкова оцінка** з дисципліни визначається як середня між підсумковою оцінкою змістових модулів 1 та 2 та оцінкою екзамену.

## 11. ПОЛІТИКА КУРСУ

Порядок зарахування пропущених занять:

- пропущена лекція відпрацьовується підготовкою конспекту відповідно до теми пропущеного заняття та його захистом.
- пропущені практичні заняття відпрацьовуються студентами виконанням відповідної практичної роботи самостійно та її захистом.

Зміни в нарахуванні балів у випадках несвоєчасного виконання завдань не відбувається.

Дотримання академічної доброчесності студента передбачає:

- самостійне та добросовісне виконання завдань, в тому числі поточного та підсумкового контролю;
- відповідальне ставлення до своїх обов'язків;
- повага до честі й гідності інших осіб;
- посилання на джерела інформації у разі запозичення ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- використання при виконанні завдань лише перевірених та достовірних джерел інформації.

За порушення академічної доброчесності студент може бути притягнутий до академічної відповідальності (повторне проходження оцінювання). Також неприємним у навчальній діяльності студентів є академічний плагіат, самоплагіат, фальсифікація та інші види академічної нечесності.



## 12. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Математичні методи дослідження операцій : підручник / С. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрик та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 212 с
2. Бех О. В. Математичне програмування : навч. посіб. / О. В. Бех, Т. А. Городня, А. Ф. Щербак. – Львів : Магнолія-2006, 2014. – 200 с.
3. Дослідження операцій в економіці : підручник / за ред. І. К. Федоренко, О. І. Черняка. – Київ : Знання, 2007. – 558 с. – (Вища освіта ХХІ століття).
4. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій. Підручник / Ю. П. Зайченко. – 7-ме вид., переробл. та допов. – Київ : Видавничий дім «Слово», 2006. – 816 с.
5. Казарзев А. Я. Дослідження операцій : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти. Ч. 1. Математичне програмування / А. Я. Казарзев, Ю. Ю. Верланов ; Миколаїв. держ. гуманіт. ун-т ім. П. Могили. – Миколаїв, 2003. – 83 с.
6. Мазаракі А. А. Математичне програмування в Excel : навч. посібник для студ. екон. спец. вузів
7. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учеб. пособие для ВУЗов/ В.В. Федосеев, А.Н. Гармаш, Д.М. Дайитбегов и др.; Под ред. В.В. Федосеева. – М.: ЮНИТИ, 2002. – 391с.
8. Шелобаев С.И. Экономико-математические методы и модели: Учеб. пособие для ВУЗов. М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 287с.
9. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология: уч. пос. для ВУЗов. – М.: Дрофа, 2006. – 206с.
10. Афанасьев М.Ю., Багряновский К.А., Матюшок В.М. Прикладные задачи исследования операций: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 009. – 352с
11. Уокенбах Дж. Формулы в Microsoft Excel 2010.
12. Грешилов А.А. Прикладные задачи математического программирования: Уч. Пос. – М.: ЛОГОС, 2006. – 288с.
13. Леоненков А.В. Решение задач оптимизации в среде MS Excel. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 705с.

### Допоміжна

1. 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.
2. Дзюбан І. Ю. Методи дослідження операцій / І. Ю. Дзюбан, О. Л. Жиров, О. Г. Охріменко. – Київ : ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2005. – 108 с.
3. Нефьодов Ю. М. Методи оптимізації в прикладах і задачах : навчальний посібник / Ю. М. Нефьодов, Т. Ю. Балицька. – Київ : Кондор, 2011. – 324 с.
4. Афанасьев М.Ю., Багряновский К.А., Матюшок В.М. Прикладные задачи исследования операций: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 009. – 352с.
5. Минько А.А. Принятие решений с помощью Excel. Просто как дважды два. – М.: Эксмо, 2007. – 240 с.
6. Синюк В. Г. Использование информационно-аналитических технологий при принятии управленческих решений: Учебное пособие / В. Г. Синюк, А. В. Шевырев – М.: Издательство «Экзамен», 2003. – 160 с.

### 13. INTERNET-РЕСУРСИ

1. Прикладні економіко-математичні моделі  
// [http://stud.com.ua/9254/ekonomika/ekonomiko-matematichni\\_metodi\\_i\\_prikladni\\_modeli](http://stud.com.ua/9254/ekonomika/ekonomiko-matematichni_metodi_i_prikladni_modeli) -
2. Теоретичні основи кількісних методів моделювання та прогнозування економічних процесів // [http://bookss.co.ua/book\\_medoti-ekonomyko-statestichnih-doslidzhen\\_806/3\\_1.-teoretichn-osnovi-klksnih-metodv-modelyuvannya-taprognozuvannya-ekonomichnih-procesv](http://bookss.co.ua/book_medoti-ekonomyko-statestichnih-doslidzhen_806/3_1.-teoretichn-osnovi-klksnih-metodv-modelyuvannya-taprognozuvannya-ekonomichnih-procesv).
3. Сучасні та перспективні методи і моделі управління в економіці. Монографія // [http://www.uabs.edu.ua/images/stories/docs/K\\_F/Уеріфанов\\_16.pdf](http://www.uabs.edu.ua/images/stories/docs/K_F/Уеріфанов_16.pdf) -.
4. Електронні підручники з математичного програмування [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.is.svitonline.com/vcg/materrals.html#mathprog>
5. Віртуальний читальний зал ДВНЗ ПДАБА. <https://pgasa365.sharepoint.com/sites/e-library>

Розробник \_\_\_\_\_ (Наталя ВЕЛЬМАГІНА)

(підпис)

Гарант освітньої програми \_\_\_\_\_ (Наталя ВЕЛЬМАГІНА)

(підпис)

Силабус затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних наук, інформаційних технологій та прикладної математики

Протокол від «30» серпня 2021 року № 1