

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**КАФЕДРА ФІНАНСІВ, БАНКІВСЬКОЇ СПРАВИ ТА  
СТРАХУВАННЯ**

**РОБОЧА ПРОГРАМА ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСУ  
«ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ»**

<b>ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ</b>	<b>07 «Управління та адміністрування»</b>
<b>СПЕЦІАЛЬНІСТЬ</b>	<b>072 «Фінанси, банківська справа та страхування»</b>
<b>РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ</b>	<b>Перший (бакалаврський)</b>
<b>ФАКУЛЬТЕТ</b>	<b>Економічний</b>

**Інструментальні методи цифрової економіки.** Робоча програма факультативного курсу для здобувачів вищої освіти економічного факультету зі спеціальності 072 «Фінанси, банківська справа та страхування», перший (бакалаврський) рівень вищої освіти / Розробник О.М. Варченко. Біла Церква: БНАУ, 2021. 15 с.

**Розробник:** доктор екон. наук, професор Варченко О.М.

Робочу програму затверджено на засіданні кафедри фінансів, банківської справи та страхування  
(Протокол № 1 від 27.08.2021 р.)

В.о. завідувача кафедри фінансів,  
банківської справи та страхування,  
канд. екон. наук, доцент \_\_\_\_\_ І.В. Артімонова

Гарант ОПП «Фінанси, банківська справа та страхування»  
канд. екон. наук, доцент \_\_\_\_\_ К.В. Ткаченко

Схвалено методичною комісією економічного факультету  
(Протокол № 1 від 30 серпня 2021 р.)

Голова науково-методичної комісії,  
д-р екон. наук, професор \_\_\_\_\_ І.М. Паска

## ЗМІСТ

1. ОПИС ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСУ	4
2. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСУ	5
3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ	5
4. ПРОГРАМА ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСУ «ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ»	6
5. СТРУКТУРА ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСУ	9
6. ЗМІСТ ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСУ	10
6.1. Лекції	10
6.2. Практичні заняття	11
6.3. Самостійна робота	13
7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ	14
8. ЕЛЕМЕНТИ КОНТРОЛЮ	14
РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	15

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Згідно з навчальним планом на 2021–2022 навчальний рік на вивчення дисципліни «Інструментальні методи цифрової економіки» (факультатив, рекомендовано для третього, четвертого року навчання) для підготовки бакалавра виділено всього 45 академічних годин (1,5 кредитів ECTS), у т.ч. аудиторних – 30 години (лекції – 18, практичні заняття – 12), самостійна робота студентів – 15 годин.

Опис навчальної дисципліни за показниками та формами навчання наведено в таблиці:

Найменування показників	Шифр та найменування галузі знань, спеціальності, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів, відповідних ECTS – 1,5	Галузь знань 07 «Управління та адміністрування»	Факультатив	
Змістових модулів – 1,5	Спеціальність: 072 «Фінанси, банківська справа та страхування»	<i>Рік підготовки:</i>	
Загальна кількість академічних годин – 45		3-й; 4-й	
		<i>Семестр</i>	
		5-й; 7-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 1; самостійної роботи студента – 0,5	Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти	<i>Лекції</i>	
		18 год.	
		<i>Практичні</i>	
		12 год.	
		<i>Самостійна робота</i>	
15 год.			
		Підсумковий контроль: залік (сертифікат)	

Даний факультатив пропонується для здобувачів вищої освіти першого рівня підготовки спеціальності 072 «Фінанси, банківська справа та страхування», оскільки у сучасних умовах розвитку суспільства ми починаємо жити за умов цифрової економіки, тому кожен член суспільства повинен мати знання з основних інструментальних методів цифрової економіки. Даний факультатив покликаний заповнити прогалини у знаннях даної галузі. Теоретичні моделі, що вивчаються, супроводжуються численними практичними застосуваннями в різних галузях цифрової економіки, від ефективності банків до поліпшення ефективності торгівлі.

Цілями освоєння факультативного курсу «Інструментальні методи цифрової економіки» є ознайомлення студентів з основними методами аналізу даних, математичного моделювання та прийняття рішень стосовно вирішення завдань у соціально-економічній, фінансовій та банківській сферах.

## **2. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ**

Факультативний курс «Інструментальні методи цифрової економіки» є важливим інструментарієм для формування у здобувачів навичок використання сучасних комп'ютерних технологій в розробці та обґрунтуванні управлінських рішень.

## **3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**

- знати етапи процесу прийняття рішень;
- вміти визначити тип критерію (кількісний або якісний), знати які операції можна проводити з цими типами та які перетворення допустимі для цих типів;
- знати та вміти застосовувати різні методи вирішення багатокритеріальних завдань;
- знаходження безліч Парето-оптимальних точок у багатокритеріальній задачі;
- знати властивості бінарних відносин та функцій вибору, вміє їх перевіряти
- знати основні класи бінарних відносин, їх зв'язок із раціональним вибором;
- знати основні класи процедур колективного вибору, вміти застосовувати процедури голосування та перевіряти їх властивості;
- знати методи агрегування експертних суджень;
- знати та вміти перевіряти властивості справедливого розподілу;
- знати і вміти застосовувати процедури розподілу «діли-і-вибирай», «переможець, що підлаштовується», «чітка черговість» і «збалансована черговість», знає їх обмеження;
- вміти оцінювати вплив учасників групи за допомогою індексів впливу Банцафа, Джонстона, Шеплі-Шубіка, Дігена-Пакела, альфа-індексів (із урахуванням переваг створення коаліцій);
- вміти будувати формальні математичні моделі задачі оптимізації;
- вміти вирішувати завдання оптимізації у MS EXCEL;
- вміти вирішувати дискретні завдання динамічного програмування з допомогою принципу Беллмана;

- знати та вміти застосовувати різні методи прийняття рішень у багатокритеріальних задачах.

#### **4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ»**

##### **Теми лекційних занять:**

##### ***Тема 1. Методи прийняття рішень у сучасних економічних системах***

1. Процес прийняття рішень, його учасники та етапи.
2. Теорія ухвалення рішень, дослідження операцій, системний аналіз; їхній взаємозв'язок.
3. Математична модель проблемної ситуації.
4. Класифікація завдань прийняття рішень. Приклади реальних прикладних проектів.
5. Багатокритеріальні завдання прийняття рішень.

##### ***Тема 2. Методи вирішення багатокритеріальних завдань***

1. Метод головного критерію.
2. Метод послідовних поступок.
3. Зведення багатокритеріальних завдань до однокритеріальних (згортання критеріїв).
4. Методи SMART, SMARTS.
5. Цільове програмування (GP).
6. Цільова множина, ідеальна точка, віддаленість векторної оцінки варіанта від цільової множини.
7. Оболонковий аналіз даних (DEA). Оцінка ефективності фірм, банків, університетів.
8. Розрахунки з DEA у MS Excel.

##### ***Тема 3. Моделювання переваг***

1. Математична модель переваг; функції цінності та корисності, бінарні відносини переваги та байдужості.
2. Бінарні відносини та їх властивості. Операції над бінарними відносинами.
3. Спеціальні класи бінарних відносин: частковий порядок, слабкий, лінійний порядок.
4. Модель ординальної корисності.

5. Уявлення про інтервальний вибір.
5. Функції вибору та його властивості. Суперпозиція функцій вибору та її застосування для аналізу великих даних.

#### *Тема 4. Колективні рішення та експертні оцінки*

1. Процедури побудови колективних рішень у групах.
2. Класи процедур побудови колективних рішень.
3. Властивості процедур.
4. Експертні оцінки, узгодження експертних думок. Методи проведення експертиз. Компетентність експертів.
5. Індивідуальні оцінки та колективні рішення.
6. Інтервальні оцінки у експертизі.

#### *Тема 5. Оптимізаційні моделі*

1. Математичні моделі економіки. Основні уявлення про статичну задачу оптимізації.
2. Інструментальні змінні та параметри математичної моделі.
3. Критерій вибору розв'язання та цільова функція. Лінії рівня цільової функції.
4. Формулювання детермінованої статичної задачі оптимізації.
5. Невизначеність у параметрах та її вплив на рішення. Глобальний максимум та локальні максимуми.
6. Достатня умова існування глобального максимуму (теорема Вейерштраса).
7. Причини відсутності оптимального рішення. Максимуми у внутрішніх та граничних точках допустимої множини.
8. Формулювання задачі лінійного програмування (ЛП). Приклади задач ЛП.
9. Приклади спеціальних завдань лінійного програмування (транспортне, виробничо-транспортне і т.д.). Лінійне програмування в MS Excel. DEA аналіз (оболонковий аналіз даних).
10. Побудова межі ефективності. Оцінка ефективності фірм, банків, університетів.

#### **Теми практичних занять:**

*Тема 1. Вплив у групах. Аналіз розподілу впливу у парламентах, банках, МВФ*

1. Розподіл впливу груп та фракцій у парламенті. Коаліція. Голосування із квотою.
2. Індекс впливу Банцафа, індекс Шеплі-Шубіка, індекс Джонстона, індекс Дігена-Пакела.
3. Голосування у Раді Безпеки ООН. Оцінка впливу країн – учасниць у Раді міністрів Євросоюзу.
4. Індокси впливу з урахуванням переваг учасників щодо створення коаліцій.
5. Кардинальні та ординальні індокси.

### *Тема 2. Методи аналізу даних в економічних задачах*

1. Введення у аналіз даних. Бази даних та їх атрибути.
2. Класифікація видів даних.
3. Способи візуального представлення даних.
4. Методи попередньої обробки даних.
5. Методи класифікації даних.
6. Лінійні моделі. Древа рішень та алгоритми побудови.
7. Методи кластеризації даних. Виділення ознак та завдання зменшення розмірності.
8. Аналіз патернів.
9. Застосування методів класифікації та кластерного аналізу в Python.

### *Тема 3. Оптимізаційні моделі на графах*

1. Мережеве планування в управлінні проектами.
2. Побудова граф робіт по проєкту. Пошук критичного шляху.
3. Побудова діаграми Ганта. Знаходження спільних та вільних резервів щодо робіт у проєкті.
4. Планування робіт із проєкту за допомогою Microsoft Project. Пошук найкоротшого шляху у графі.
5. Алгоритм Дейкстри. Прикладні завдання, що зводяться до пошуку найкоротшого шляху: планування заміни обладнання та планування виробництва.
5. Максимальний потік у мережі: зв'язок з мінімальним розрізом, зведення до задачі лінійного програмування, сенс двоїстих змінних.

### *Тема 4. Динамічна оптимізація*

1. Динамічна оптимізація та завдання оптимального управління.
2. Управління та змінна станів в динамічних моделях.



3. Завдання критерію в динамічних задачах оптимізації.
4. Принципи побудови динамічного управління: побудова програмної траєкторії та використання зворотного зв'язку.
5. Принцип оптимальності.
6. Функція Беллмана. Рівняння Беллмана у багатокрокових задачах оптимізації.
7. Розв'язання задач динамічного програмування.

### **Тема 5. Виявлення переваг споживачів, просторовий аналіз, геомаркетинг**

1. Суспільні блага. Оцінка готовності людей платити за суспільні блага. методи виявлених та методи оголошених переваг.
2. Методи виявлення переваг з опитувань громадської думки: метод умовних оцінок, експерименти дискретного вибору. Переваги та недоліки методів.
3. Кластерний аналіз гетерогенної вибірки респондентів. Приклади завдань виявлення переваг.
4. Оцінка потоків споживачів та відвідуваності.
5. Модель роздрібної гравітації Рейлі.
6. Гравітаційна модель Хаффа для вибору стратегії розміщення бізнесу в місті. Модель Наканіші-Купера.
7. Приклади задач геомаркетингу. Ефективність функціонування та розташування відділень банку. Розміщення нових відділень, оптимізація мережі.

## **5. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

№ п/п	Теми	Всього, годин	Аудиторні			СРС
			Разом	З них		
				Лекції	Практичні	
1	Тема 1. Методи прийняття рішень у сучасних економічних системах	9	6	4	2	3
2	Тема 2. Методи вирішення багатокритеріальних завдань	11	8	4	4	3
3	Тема 3. Моделювання переваг	8	5	3	2	3

4	Тема 4. Колективні рішення та експертні оцінки	8	5	3	2	3
5	Тема 5. Оптимізаційні моделі	9	6	4	2	3
<b>Всього</b>		<b>45</b>	<b>30</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>15</b>

Примітка: СРС – самостійна робота студентів

## 6. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 6.1. Лекції

Тема і зміст лекції	К-ть годин
<b>Тема 1. Методи прийняття рішень у сучасних економічних системах.</b> Розглянути алгоритм процесу прийняття рішень, його учасники та етапи; висвітлити існуючі теорії ухвалення рішень, дослідження операцій, системний аналіз, їхній взаємозв'язок; окреслити математичну модель проблемної ситуації; деталізувати ознаки класифікації завдань прийняття рішень; розглянути приклади реальних прикладних проектів; особливості багатокритеріальних завдань прийняття рішень.	4
<b>Тема 2. Методи вирішення багатокритеріальних завдань.</b> Обґрунтувати метод головного критерію, метод послідовних поступок; представити підхід зведення багатокритеріальних завдань до однокритеріальних (згортання критеріїв); дати характеристику методам SMART, SMARTS; висвітлити особливості цільового програмування (GP); висвітлити поняття: цільова множина, ідеальна точка, віддаленість векторної оцінки варіанта від цільової множини; властивості оболонкового аналізу даних (DEA); методичні підходи до оцінка ефективності фірм, банків, університетів; провести розрахунки аналізу за методом DEA у MS Excel.	4
<b>Тема 3. Моделювання переваг.</b> Окреслити властивості математичної моделі переваг; функції цінності та корисності, бінарні відносини переваги та байдужості; понятті бінарних відносин та їх властивості; дати характеристику операцій над бінарними відносинами; розглянути спеціальні класи бінарних відносин: частковий порядок, слабкий, лінійний порядок; особливості моделі ординальної корисності; розглянути уявлення про інтервальний вибір; розглянути функції вибору та його властивості, суперпозиція функцій вибору та її застосування для	3

аналізу великих даних.	
<b>Тема 4. Колективні рішення та експертні оцінки.</b> Розглянути алгоритм процедури побудови колективних рішень у групах; обґрунтувати класи процедур побудови колективних рішень; систематизувати властивості процедур; дати характеристику експертним оцінкам, методам узгодження експертних думок та проведення експертиз; встановлення рівня компетентності експертів; використання індивідуальних оцінок та колективних рішень; особливості використання інтервальних оцінок у експертизі.	3
<b>Тема 5. Оптимізаційні моделі.</b> Висвітлити характеристики математичних моделей в економіці., представити основні уявлення про статичну задачу оптимізації; деталізувати інструментальні змінні та параметри математичної моделі; критерій вибору розв'язання та цільова функція, властивості лінії рівня цільової функції; формулювання детермінованої статичної задачі оптимізації; невизначеність у параметрах та її вплив на рішення, поняття глобальний максимум та локальні максимуми; охарактеризувати поняття достатня умова існування глобального максимуму (теорема Вейерштраса); розглянути причини відсутності оптимального рішення, максимуми у внутрішніх та граничних точках допустимої множини; формулювання задачі лінійного програмування (ЛП), розглянути приклади задач ЛП, спеціальних завдань лінійного програмування (транспортне, виробничо-транспортне і т.д.); провести розгляд задачі лінійного програмування в MS Excel, DEA аналіз (оболонковий аналіз даних); ознайомити із особливостями побудови межі ефективності. Оцінка ефективності фірм, банків, університетів.	4
<b>Всього</b>	<b>18</b>

## 6.2. Практичні заняття

Тема і зміст заняття	К-ть годин
----------------------	---------------

<p><b>Тема 1. Вплив у групах. Аналіз розподілу впливу у парламентах, банках, МВФ.</b> Розкрити особливості розподілу впливу груп та фракцій у парламенті, коаліція, голосування із квотою; розрахунок індексів впливу Банцафа, індекс Шеплі-Шубіка, індекс Джонстона, індекс Дігена-Пакела та їх практичне використання; особливості голосування у Раді Безпеки; визначення впливу країн – учасниць у Раді міністрів Євросоюзу; розрахунок індексів впливу з урахуванням переваг учасників щодо створення коаліцій; дати характеристику кардинальним та ординальним індексам.</p>	2
<p><b>Тема 2. Методи аналізу даних в економічних задачах.</b> Розкрити поняття бази даних та їх атрибути; деталізувати ознаки класифікації видів даних, систематизувати способи візуального представлення даних; розглянути методи попередньої обробки даних та класифікації; лінійні моделі, дерева рішень та алгоритми побудови, дати характеристику методам кластеризації даних; виділення ознак та завдання зменшення розмірності; аналіз патернів; розглянути застосування методів класифікації та кластерного аналізу в Python.</p>	4
<p><b>Тема 3. Оптимізаційні моделі на графах.</b> Розглянути можливості використання мережевого планування в управлінні проектами; побудова граф робіт по проекту, пошук критичного шляху; побудова діаграми Ганта, знаходження спільних та вільних резервів щодо робіт у проекті; планування робіт із проекту за допомогою Microsoft Project, пошук найкоротшого шляху у графі; розглянути властивості алгоритм Дейкстри. Прикладні завдання, що зводяться до пошуку найкоротшого шляху: планування заміни обладнання та планування виробництва, пошук мінімального кістякового дерева; розглянути ситуацію максимального потоку у мережі: зв'язок з мінімальним розрізом, зведення до задачі лінійного програмування, сенс двоїстих змінних; особливості потоку мінімальної вартості: зв'язок із транспортним завданням, зведення до завдання лінійного програмування.</p>	2
<p><b>Тема 4. Динамічна оптимізація.</b> Охарактеризувати динамічну оптимізацію та завдання оптимального управління (завдання про рюкзаки, завдання про заміну обладнання, завдання розподілу ресурсів); процес управління та зміна станів в динамічних моделях,</p>	2

<p>виділити завдання критерію в динамічних задачах оптимізації; роз'яснити принципи побудови динамічного управління: побудова програмної траєкторії та використання зворотного зв'язку, поняття принципу оптимальності; властивості функції Беллмана, рівняння Беллмана у багатокрокових задачах оптимізації, провести розв'язання задач динамічного програмування.</p>	
<p><b>Тема 5. Виявлення переваг споживачів, просторовий аналіз, геомаркетинг.</b> Узагальнити понятійний апарат: суспільні блага, оцінка готовності людей платити за суспільні блага. методи виявлених та методи оголошених переваг; детально розглянути методи виявлення переваг з опитувань громадської думки: метод умовних оцінок, експерименти дискретного вибору. Переваги та недоліки методів, кластерний аналіз гетерогенної вибірки респондентів, практичні кейси; систематизувати підходи до оцінки потоків споживачів та відвідуваності; розкрити властивості моделі роздрібно-гравітації Рейлі, гравітаційної моделі Хаффа для вибору стратегії розміщення бізнесу в місті, моделі Наканіші-Купера, практичні приклади задач геомаркетингу, що визначення ефективності функціонування та розташування відділень банку, розміщення нових відділень, оптимізація мережі.</p>	2
<p><b>Всього</b></p>	<b>12</b>

### 6.3. Самостійна робота

Самостійна робота здобувачів освіти, зорієнтована на вивчення та поглибленні знань, а також розвиток практичних вмінь щодо практичного використання інструментальних методів цифрової економіки та полягає в наступному:

- в опрацюванні студентами лекційного матеріалу, пошуку та аналізі наукової літератури та електронних джерел інформації за цією проблематикою;
- у виконанні практичних завдань щодо використання інструментальних методів цифрової економіки.

## **7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ**

I. Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

1) За джерелом інформації: Словесні: лекція (традиційна, проблемна, лекція-прес-конференція) із застосуванням комп'ютерних інформаційних технологій (PowerPoint-презентація), лабораторні роботи, пояснення, розповідь, бесіда.

Наочні: спостереження, ілюстрація, демонстрація.

Практичні: вправи. 2) За логікою передачі і сприймання навчальних матеріалів: індуктивні, дедуктивні, аналітичні, синтетичні. 3) За ступенем самостійності мислення: репродуктивні, пошукові, дослідницькі. 4) За ступенем керування навчальною діяльністю: під керівництвом викладача; самостійна робота студентів: з книгою; виконання індивідуальних навчальних проектів.

II. Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності: навчальні дискусії; створення ситуації пізнавальної новизни; створення ситуацій зацікавленості (метод цікавих аналогій тощо). Вивчення дисципліни здійснюється за машинним варіантом з організацією занять у спеціалізованих комп'ютерних залах, де кожний студент отримує можливість навчатись безпосередньо на індивідуальному робочому місці, обладнаному персональним комп'ютером. 1

Практичні заняття проводяться у вигляді семінарів-практикумів з розглядом кейсів.

## **8. ЕЛЕМЕНТИ КОНТРОЛЮ**

Аудиторна робота.

Домашні завдання.

Презентація.

## РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

### Основна література:

1. Дубовой В.М. Моделювання та оптимізація системи: підручник / Дубовой В.М., Кветний Р.Н., Михальов О.І., Усова А.В. – Вінниця: ПП «ТД Едельвейс», 2017. – 804 с.

2. Моделювання процесів і систем: комп'ютерний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. освітньої програми «Інтегровані інформаційні системи» спеціальності «Інформаційні системи та технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.А. Яланецький. – Електронні текстові дані (1 файл: 1.5 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 134 с.

4. Математичне моделювання систем і процесів навч. посібник / П. М. Павленко, С. Ф. Філоненко, О. М. Чередніков, В. В. Трейтяк. – К.: НАУ, 2017. – 392 с.

### Додаткова:

1. Департамент промисловості, інновації та науки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://industry.gov.au>

2. Дмитренко В. І. Нормативно-правове регулювання впровадження електронного урядування на місцевому рівні в Україні. Право та державне управління. № 4 (29). Том 2. 2017. С. 55-61.

3. Зайцев, С.В. Оптимизация технических систем: учеб. пособие / С.В. Зайцев, М.Ю. Тимофеев. – М.: МАДИ, 2019. – 124 с.

4. Индустрия 4.0: интеллектуальное управление данными для устойчивого развития производства [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bmw.auto/centre.ua/news/praktika/industriya/40/intellektualnoe/upravlenie/dannymi/dlya/ustoychivogo/razvitiya/proizvodstva/63405.html>

5. Математичні методи дослідження операцій: підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрик та ін. – Суми: Сумський державний університет, 2017. – 212 с.

6. Industrie 4.0 in a Global Context Strategies for Cooperating with International Partners / H. Kagermann, R. Anderl, J. Gausemeier, G. Schuh, W. Wahlster (Eds.); acatech STUDY. Herbert Utz Verlag GmbH, 2016. 74 p.