

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ СТАТИСТИКИ**



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Оптимізація процесів обслуговування
та керування запасами**

для студентів

галузь знань **12 «Інформаційні технології»**
спеціальність **124 «Системний аналіз»**
освітній рівень **бакалавр**
освітня програма **«Системний аналіз»**
вид дисципліни **вибіркова**

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	6
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач: **д.ф.-м.н., Олександр ВОЙНА** (лекції, практичні заняття)

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__ р.

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__ р.

КИЇВ – 2022

Розробник¹:

Олександр ВОЙНА доктор фіз.-мат. н., професор кафедри прикладної статистики КНУ

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

В.О.Зав. кафедри прикладної
статистики

_____ (Ірина РОЗОРА)

Протокол № ____ від « ____ » _____ 20__ р.

Схвалено Гарантом освітньо-наукової програми «**Системний аналіз**»

_____ Михайло ШАРАПОВ

« ____ » _____ 20__ року

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від « ____ » _____ 20__ року № ____

Голова науково-методичної комісії _____ Людмила ОМЕЛЬЧУК
(підпис)

« ____ » _____ 20__ року

¹ Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри (циклової комісії – для коледжів), науково-методичної комісії факультету/інституту (раді навчального закладу - коледжу), підписується завідувачем кафедри (головою циклової комісії), головою науково-методичної комісії факультету/інституту (головою ради) і затверджується заступником декана/директора інституту з навчальної роботи (заступником директора коледжу).

1. Мета дисципліни:

Метою навчальної дисципліни «Оптимізація процесів обслуговування та керування запасами», що є складовою частиною циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» освітньої програми «Системний аналіз», є одержання студентами базових знань, що стосуються функціонування логістичних систем в глобалізованій господарці. На прикладі аналізу конкретних моделей керування запасами студенти вчаться навичкам застосування набутих знань до моделювання та оптимізації логістичних процесів, а також управління ризиками, пов'язаним з їх безпекою.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Знати: Необхідна базова підготовка з основних математичних предметів, таких як основи аналізу функцій; теорії ймовірностей та математичної статистики; програмування; дослідження операцій, основи економічних знань.

Знання теоретичних основ: методів та математичних засобів будування формальних моделей для реальних процесів та інтерпретації отриманих результатів; методів встановлення головних чинників, що визначають ці процеси, методів їх імітаційного моделювання з використанням загальнодоступного комп'ютерного забезпечення.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Оптимізація процесів обслуговування та керування запасами» є вибірковою дисципліною освітньо-наукової програми «Системний аналіз» за *освітнім першим (бакалаврським) рівнем* вищої освіти, в *галузі знань* 12 «Інформаційні технології» за *спеціальністю* 124 «Системний аналіз».

Викладається у 6-му семестрі в **обсязі 90 год.**²,

(3 кредити ECTS), зокрема: лекції – **28 год.**, практичні заняття – **14 год.**, самостійна робота – **48 год.** У курсі передбачено 2 змістових частини. Завершується дисципліна – **заліком.**

В результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні:

знати: суть загальних проблем, пов'язаних з теоретичними та практичними аспектами функціонування логістичних систем в глобалізованій господарці, сучасні методами побудови відповідних математичних моделей та розв'язування оптимізаційних проблем керування запасами, вплив факторів невизначеності на управлінні запасами.

Вміти: кваліфіковано аналізувати реальні логістичні процеси, вибрати відповідні в конкретній ситуації підходи до прийняття рішень, спираючись на взаємозв'язки теорії управління запасами з іншими науковими дисциплінами, зокрема з теорією ризику.

Навчальна дисципліна «Оптимізація процесів обслуговування та керування запасами» є вибірковою дисципліною професійної підготовки фахівців *першого (бакалаврського) рівня* вищої освіти в рамках освітньо-наукової програми «Системний аналіз» та безпосередньо пов'язана із дисциплінами: «Теорія прийняття рішень», «Аналіз даних», «Теорія ймовірностей та математична статистика», «Вступ до дослідження операцій» «Системна оптимізація», «Інформаційні технології управління».

² Зазначається загальна кількість годин, які виділено на дану дисципліну згідно навчального плану відповідного освітньо-кваліфікаційного рівня.

4. Завдання (навчальні цілі)

набуття знань, умінь та навичок (компетентності) на рівні новітніх досягнень в галузі функціонування логістичних систем, управління ризиками, пов'язаним з їх безпекою та оптимізації моделей керування запасами, відповідно до освітньої кваліфікації «*Бакалавр з системного аналізу*». Зокрема, розвивати:

- Здатність до абстрактного мислення, розуміння принципів аналізу та синтезу.
 - Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
 - Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
 - Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
 - Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
 - Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
 - Здатність бути критичним і самокритичним.
 - Здатність розробляти проекти та управляти ними.
 - Здатність приймати обґрунтовані рішення.
 - Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
 - Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.
-
- Здатність до ідентифікації та аналізу проблем, формування варіантів рішень та їх оцінки, оцінки ризиків та їх наслідків при прийнятті управлінських рішень в різних галузях, опанування теоретичних і прикладних аспектів систем прийняття рішень та інформаційно-аналітичних систем.
 - Здатність з позицій системного аналізу ідентифікувати моделі складних систем і бізнес процесів, розробляти нові та застосовувати відомі методи і засоби моделювання та дослідження та науково-технічного супроводження технічних, економічних та соціальних систем і бізнес процесів в умовах невизначеності.
 - Здатність передбачати довгострокові бізнес-вимоги, впливати на покращення ефективності організаційного процесу, ефективно керувати фінансовими, людськими, технічними та іншими проектними ресурсами задля забезпечення успішності бізнес процесів, проектів, розробки інформаційно-аналітичних систем.
 - Творчість у застосуванні знань, здатність критично переосмислювати наявні інформаційні технології та відстежувати тенденції їх розвитку, що необхідно при реалізації бізнес процесів.
 - Здатність досліджувати питання управління запасами при розробці та супроводженні бізнес процесів, їх впровадженні в інформаційно-аналітичних системах підтримки прийняття рішень.

5. Результати навчання за дисципліною

Результат навчання (1. знати; 2. Вміти; 3. Комунікація; 4. Автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
PH1.1	Знає та розуміє суть загальних проблем, пов'язаних з теоретичними та практичними аспектами функціонування логістичних систем в глобалізованій господарстві.	<i>Лекція, практичні заняття, самостійна робота</i>	<i>Поточне оцінювання, контрольні роботи, іспит</i>	15%
PH1.2	Знає загальні підходи та володіє конкретними методами побудови відповідних математичних моделей та розв'язування оптимізаційних проблем керування запасами.	<i>Лекція, практичні заняття, самостійна робота</i>	<i>Поточне оцінювання, контрольні роботи, іспит</i>	15%
PH1.3	Знає та розуміє роль факторів невизначеності при управлінні запасами та побудові відповідних математичних моделей, усвідомлює взаємозв'язки теорії управління запасами з іншими науковими дисциплінами, зокрема з теорією ризику.	<i>Лекція, практичні заняття, самостійна робота</i>	<i>Поточне оцінювання, контрольні роботи, іспит</i>	15%
PH2.1	Вміти кваліфіковано аналізувати реальні логістичні процеси, ефективно використовувати існуючі та створювати нові інформаційно-математичні засоби оптимізації систем забезпечення. Вміти вибрати відповідні підходи до прийняття рішень, спираючись на знання класичних моделей управління запасами. Вміти розв'язувати практичні задачі, використовуючи необхідний математичний інструментарій та інформаційно-комп'ютерне забезпечення	<i>Лекція, практичні заняття, самостійна робота</i>	<i>Поточне оцінювання, контрольні роботи, іспит</i>	25%
PH3.1	Обґрунтовувати власний погляд на задачу, спілкуватися з колегами з питань формалізації задач в області логістики і управління запасами та вибору методів їх розв'язання; складати письмові звіти, демонструвати навички взаємодії з іншими людьми, уміння працювати в командах..	<i>Самостійна робота</i>	<i>Поточне оцінювання.</i>	20%
PH.4.1	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість та своєчасну звітність.. Організувати свою самостійну роботу, здобувати та вдосконалювати свої знання в області логістики і управління запасами.	<i>Самостійна робота</i>	<i>Поточне оцінювання.</i>	10%

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів:

Семестрове оцінювання:

Максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом: **60 балів**:

1. Контрольні роботи №1 – 2: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1: – **25 балів**.
2. Контрольні роботи №3 – 4: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1, РН3.1, РН4.1: – **25 балів**.
3. Поточне оцінювання: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1, РН3.1, РН4.1: – **10 балів**.

Підсумкове оцінювання (залік):

- максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом: **40 балів**.
- результати навчання, які оцінюються: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1, РН3.1, РН4.1
- форма проведення: письмова робота.
- види завдань: 4 письмових завдання (2 теоретичних питання та 2 практичні завдання).
- для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за залік повинна бути не меншою ніж 24 бали.
- студент не допускається до заліку, якщо протягом семестру він набрав менше ніж 36 балів
- студент не допускається до заліку, якщо протягом семестру він не виконав та не здав 100% контрольних робіт передбачених планом.

Критерії оцінювання на заліку.

Завдання	Тема завдання	Максимальний відсоток від 40 балів	Всього відсотків
Завдання 1	Питання з теоретичного матеріалу	20%	20%
Завдання 2		20%	20%
Завдання 3	Практичне завдання на основі теоретичного матеріалу	30%	30%
Завдання 4		30%	30%

Контрольні запитання до змісту предмету.

1. Основні поняття та історія становлення «Логістики».
2. Початки «Логістики».
3. Області функціонування логістики
4. Системний підхід до вивчення логістики
5. Структура та завдання логістичної системи.
6. Схема підприємства як складної системи певних дій.
7. Схема системи логістики підприємства.
8. Модель управління запасами, як підсистема моделі логістичної системи.
9. Головні елементи моделі управління запасами: система постачання.
10. Головні елементи моделі управління запасами: попит на предмети постачання.
11. Головні елементи моделі управління запасами: можливість наповнення запасів.
12. Головні елементи моделі управління запасами: функції витрат.
13. Головні елементи моделі управління запасами: обмеження.
14. Головні елементи моделі управління запасами: прийнята стратегія управління запасами.
15. Модель управління запасами з замовленням ресурсу зовнішньому постачальнику.
16. Лінійна модель зі сталими параметрами: загальне визначення та параметри.
17. Цільова функція лінійної моделі.
18. Лінійна модель зі сталими параметрами: оптимальний обсяг замовлення.
19. Модель управління, що враховує знижку за об'єм замовлення: рівні, які порушують ціну.
20. Лінійна модель, що передбачає можливість дефіциту: припущення моделі.
21. Модель, що передбачає реалізацію незадоволеного дефіциту.

22. Цільова функція моделі, що передбачає реалізацію незадоволеного дефіциту.
23. Модель, що передбачає дефіцит: параметри моделі та задача їх оптимізації.
24. Модель, що передбачає дефіцит: оптимальна стратегія управління.
25. Модель в якій попит на запасений продукт невизначений.
26. Модель, що гарантує відсутність дефіциту на встановленому рівні певності.
27. Багаторівнева модель повторного замовлення: нормальний розподіл попиту.
28. Багаторівнева модель повторного замовлення: величина резервного запасу.
29. Модель рівня повторного замовлення, обумовленого затратами: припущення, параметри та цільова функція.
30. Модель рівня повторного замовлення, обумовленого затратами: модель з рівномірним розподілом попиту.
31. Метод аналітичного комп'ютерного моделювання.
32. Модель дефіциту обумовленого затратами: математичне сподівання нестачі запасів.
33. Аналітичне комп'ютерне моделювання: наближене обчислення величини резервного запасу.
34. Алгоритм наближеного обчислення оптимальної величини резервного запасу.
35. Використання функція Лапласа для наближеного обчислення величини резервного запасу.
36. Алгоритм розрахунку оптимальної величини резервного запасу з використанням функція Лапласа.
37. Багаторівнева модель повторного замовлення: модель з статистичною оцінкою попиту.
38. Модель з статистичною оцінкою попиту: алгоритм розрахунку рівня повторного замовлення.
39. Управління запасами як розділ теорії випадкових процесів.
40. Стохастичні моделі логістичних процесів.
41. Основні принципи моделювання стохастичних систем.
42. Моделювання випадкових величин.
43. Базова випадкова величина.
44. Розподіл, рівномірний на проміжку $[a, b]$.
45. Генерування розподілів відмінних рівномірного. Перетворення Смирнова.
46. Алгоритм методу.
47. Показниковий розподіл з параметром λ .
48. Генерування розподілів на підставі гістограми.
41. Моделювання випадкових процесів.
50. Умови, що визначають найпростіший потік $\mathcal{I}(t)$.
51. Властивості розподілу ймовірностей потоку подій $\mathcal{I}(t)$.
52. Математична формалізація припущень щодо потоку $\mathcal{I}(t)$.
53. Розподіл Пуасонівського процесу $\mathcal{I}(t)$.
54. Формальний вигляд класичних моделей керування запасами.
55. Основні задачі теорії керування запасами.
56. Класичні моделі керування запасами: модель «фізичної можливості» задоволення попиту.
57. Модель типу (s, S) : динаміка величини «запасу».
58. Модель типу (s, S) : цикл замовлення.
59. Модель типу (s, S) : розподіл розміру запасу Z_n .
60. Модель типу (s, S) : граничний розподіл розміру запасу Z_n .
61. Модель типу (s, S) : раціональна поведінка; оптимальне рішення.
62. Дискретні випадкові величини. Розподіл і параметри.
63. Засоби статистичного аналізу аркушу «Excel»: спеціальні статистичні функції аркушу «Excel».
64. Засоби статистичного аналізу аркушу «Excel»: процедура «Описові статистики» аркушу «Excel».
65. Засоби статистичного аналізу аркушу «Excel»: програми «Аналіз даних» модуля «Дані».
66. Засоби імітаційного моделювання аркушу «Excel»: програма «Генерування псевдовипадкових чисел».
67. Базові дискретні розподіли: $(B(n, p))$, та його властивості.

68. Квантилі x_ε біноміального розподілу.
69. Параметри біноміального розподілу: прості та центральні моменти.
70. Параметри концентрації та асиметрії для біноміального розподілу.
71. Непараметричне оцінювання для біноміального розподілу.
72. Параметричне оцінювання для біноміального розподілу.
73. Базові дискретні розподіли: Розподіл Пуассона та його властивості.
74. Квантилі x_ε розподілу Пуассона.
75. Параметри розподілу Пуассона: прості та центральні моменти.
76. Параметри концентрації та асиметрії для розподілу Пуассона.
77. Непараметричне оцінювання для розподілу Пуассона.
78. Параметричне оцінювання для розподілу Пуассона.
79. Моделювання процесів індивідуальних позовів та оцінювання ризику банкрутства.
80. Нормальний розподіл та функція Лапласа. Відповідні функції аркушу «Excel».
81. Моделювання багаторівневої моделі повторного замовлення: величина резервного запасу.
82. Статистичне дослідження ризику в багаторівневій моделі повторного замовлення.
83. Моделювання Пуасонівського процесу.
84. Статистичне дослідження моделі запасання з Пуасонівським потоком запитів на ресурс.

7.2 Організація оцінювання

Терміни проведення оцінювання

Контрольні роботи №1 – 2: до 7 тижня,

Контрольні роботи №3 – 4: до 13 тижня.

Поточне оцінювання: протягом семестру.

За відсутності студента з поважних причин він має право здати контрольні роботи у встановлений викладачем термін протягом навчального семестру.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і практичних занять.

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	практичні	С/Р
Частина I. Системний підхід до аналізу логістичних процесів.				
1	Логістика: математичні моделі, методи побудови та оптимізації. Основні поняття та коротка історія становлення.	2		4
2	Класифікація логістичних систем та їх завдання. Логістичне планування. Математична економіка запасів та методи аналізу логістичних процесів. Моделювання логістичних процесів та систем.	2		4
3	Невизначеність при управлінні запасами. Ризик та безпека логістичних систем: задачі та підходи до їх розв'язку. Інформатизація логістичних процесів.	2		4
4	Головні елементи прикладних систем керування запасами та основні задачі, що виникають при їх аналізі (на прикладі детермінованих моделей).	2	2	4
5	Приклади використання методів оптимізації в моделях керування запасами: нелінійна оптимізація в економетричних моделях процесу продукції; транспортна та задача максимального потоку в системах постачання	2	2	4
6	Детерміновані моделі управління запасами. Лінійна модель зовнішніх замовлень, модель, яка передбачає можливість дефіциту. Аналіз та моделювання.	2	2	4
Частина II. Теоретичні та практичні аспекти оптимального керування запасами.				
7	Управління запасами в умовах невизначеності та стохастичні моделі. Математичний інструментарій: випадкові величини та їх параметри. Головні розподіли математичної статистики та їх властивості.	4	2	4
8	Моделювання випадкових величин та випадкових процесів з допомогою загальнодоступного комп'ютерного забезпечення. Генератори псевдовипадкових чисел. Моделювання головних розподілів і марківських систем.	4	2	4
9	Системи обслуговування, властивості випадкових потоків, граничні теореми для сумарних потоків, Процес Пуассона: властивості, застосування, аналіз, моделювання.	2	2	4
10	Управління запасами в умовах невизначеності. Багаторівнева модель повторного замовлення. Метод аналітичного комп'ютерного моделювання.	2	2	4
11	Деякі класичні стохастичні задачі керування запасами: модель типу s - S ; модель створення запасів зерна; модель водосховища Морана. модель з поповненням, модель запасних частин Тейлора. Аналіз та моделювання.	2		4
12	Процеси запасання з неперервним часом: водосховище з Пуассонівським та гамма поповненням. Моделі з напівмарківським вхідним потоком та оптимальне регулювання типу регенерації в марківських моделях.	2		4
	ВСЬОГО	28	14	48

Загальний обсяг 90 год.³,

Лекцій – 28 год, лабораторні заняття – 14

Самостійна робота – 48 год.

³ Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. В.М. Марченко, В.В. Шутюк: «Логістика»: – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 314 с.
2. І.П. Васильченко, З.М. Васильченко: «Фінансова математика». – Київ. Кондор, 2012. – 250 с.
3. В.С. Григорків: «Оптимальне керування в економіці»: – Чернівці. Черн. нац. ун-т, 2011. – 200 с.
4. М.П. Галушак, Т.І. Кужда: «Економічне прогнозування»: – Тернопіль: ТНТУ, 2012. – 160 с.
5. Н. Прабху: «Методы теории массового обслуживания и управления запасами»: – М., 1969. – 356 с.
6. Х.А. Таха: «Введение в исследование операций» (Пер. с англ.): – М. : Вильямс, 2005. – 912 с.
7. Ю.И. Рыжиков. «Логистика, очереди и управление запасами: Учебное пособие». – СПб.: ГУАП, Ин-т информатики РАН, 2011. – 477 с.
8. Р. Дорф, Р. Бишоп: «Современные системы управления» (Пер. с англ.): – М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. – 832 с.
9. О.А Война: «Економетричне прогнозування та стохастичне моделювання Частина 1»: – Кошалін, ПК, 2007. 309 с.
10. О.А Война: *Статистичний аналіз та прогнозування в економічних моделях*. Частина 2. Методи та знаряддя прогнозування економічних явищ. – Кошалін, ПК, 2004. – 240 с.
11. Korczak J.: «Logistyka. Systemy. Modelowanie. Informatyzacja.» –Politechnika Koszalińska, Koszalin, BEL Studio, Warszawa 2010 r. – 316 s.
12. Анисимов В.В., Война А.А. *Марковские и полумарковские процессы*. Учебное пособие. -К.: Изд-во при Киев. ун-те. -1986. -88с.
13. V. S. Blanchard. *Logistics engineering and management*. – Pearson Prentice Hall, New York. 2004.
14. D. F. Ross. *The Intimate Supply Chain*. – CRC Press, London 2008.
15. В. В. Анисимов, О. Л. Закусило, В. С. Донченко: *Элементы теории массового обслуживания и асимптотического анализа систем*. – К., 1987, – 248 с.
16. В. В. Анисимов, Е. А. Лебедев: *Стохастические сети обслуживания. Марковские модели*. Учеб. пособие. – К.: Либідь, 1992. – 206 с.

Додаткова література

1. Война А. А. *Одна модель оптимального регулирования запасами*. // Доклады АН УССР. Сер.А. - 1983.- №1.-С.11-14.
2. Война А. А. *Об одной модели оптимального управления запасами*. // Исследование операций и АСУ. - 1984. -Вып.23. -С.3-8.
3. Война А. А. *Модель управления запасами с полумарковским входным потоком*. // Исследование операций и АСУ. -1987. -Вып.29. -С.10-18.
4. Война О. А. *Оптимальне регулювання регенеративного типу в Марковських моделях*. // Дослідження операцій та АСУ. -1992. -вип.39. -С.3-10.
5. Война А. А., Клодзинська А. *Функция риска в многомерных моделях управления запасами, функционирующих в случайной Марковской среде*. // Кибернетика и системный анализ. N. 4. 2004. с. 150 - 155.
6. Wojna A. Kłodzińska A. *Wielowymiarowe modele sterowania zapasami i ich zastosowanie*. // – Wrocław: *Vad. Oper. i dec.* (2005), No. 2. s. 83 – 90.
7. Война О. А. *Керування ризиком в багатовимірних моделях страхування*. // Журнал обчислювальної та прикладної математики. № 2(95). 2007, с. 13 – 23.
8. Война А. А. *Асимптотическая оптимизация для стохастических моделей, построенных на основании сложного пуассоновского процесса*. // Кибернетика и системный анализ. (Україна) – 2011. – № 4. – С. 165 – 175.
9. Война А. А., Война А. А. *Динамическое управление риском в многомерных марковских моделях*. // Кибернетика и системный анализ. – 2018. – № 2. – с. 45 – 54.
10. Война А. А., Война А. А. *Математические модели управление риском для марковских процессов регенерирующего типа* // Кибернетика и системный анализ. – 2019. – № 5. – с. 128 – 142.
11. Война А. А. *Використання прихованих марковських моделей в оцінюванні параметрів ієрархічних систем* // Кибернетика та системний аналіз, 2021, том 57, № 5. С. 72-83.

Матеріали з Інтернет – джерел, що стосуються сучасного стану в області ймовірнісних та статистичних методів і моделей функціонування логістичних систем в глобалізованій господарці, оптимізації логістичних процесів, а також управління ризиками, пов'язаним з їх безпекою. *Самостійне* опрацювання ряду відповідних додаткових літературних позицій.