

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка

Кафедра прикладної математики, статистики та економіки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

 (Авраменко О.В.)

«28» серпня 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Математичне моделювання детермінованих та стохастичних процесів

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Спеціальність 113 Прикладна математика

(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація _____

(назва спеціалізації)

освітня програма Прикладна математика

(назва)

Факультет фізико-математичний

(назва інституту, факультету, відділення)

форма навчання денна/заочна

(денна, заочна,)

Робоча програма «Математичне моделювання детермінованих та стохастичних процесів» для аспірантів за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Розробники:

Авраменко Ольга Валентинівна, професор, завідувач кафедри прикладної математики, статистики та економіки; доктор фізико-математичних наук.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри прикладної математики, статистики та економіки

Протокол № 1 від «28» серпня 2020 року

Завідувач кафедри прикладної математики,
статистики та економіки


_____ (підпис)

Авраменко О.В.
(прізвище та ініціали)

_____, 20__ рік
_____, 20__ рік

1. **Опис навчальної дисципліни**

| Найменування показників | Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти | Характеристика навчальної дисципліни |
|--|--|--------------------------------------|
| | | денна/заочна форма навчання |
| Кількість кредитів – 5 | Галузь знань <u>11 Математика та статистика</u> (шифр і назва) | Професійна наукова підготовка |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання: <u>Аналітичний звіт</u> (назва) | Спеціальність: <u>113 Прикладна математика</u> (шифр і назва) Спеціалізація | Рік підготовки |
| Загальна кількість годин – 150 | | 1-й |
| | | Семестр |
| | | 1, 2-й |
| | | Лекції |
| | | 30 год. |
| | | Практичні, семінарські |
| | | 16 год. |
| | | Лабораторні |
| | | 0 год. |
| | | Самостійна робота |
| | | 104 год. |
| | | Індивідуальні завдання: |
| | | 0 год. |
| | | Вид контролю: |
| | | Екзамен, Залік |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 4 | Рівень вищої освіти: <u>третій (освітньо-науковий)</u> | |

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Математичне моделювання детермінованих та стохастичних процесів» є:

- освітня (навчальна) – сприяти становленню сучасного всебічнорозвинутого висококваліфікованого фахівця, здатного на достатньому рівні володіти спеціалізованими знаннями і навичками, необхідними для розв’язання значущих проблем у сфері математичного моделювання детермінованих та стохастичних процесів;
- розвиваюча – розвивати критичний аналіз, оцінку і синтез нових та комплексних ідей, формувати здатність до започаткування, планування, реалізації та коригування послідовного процесу ґрунтовного наукового дослідження з дотриманням належної академічної доброчесності;
- виховна – формувати здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення, демонстрацію значної авторитетності, високого ступеню самостійності, академічної та професійної доброчесності, постійної відданості розвитку нових ідей.

Завдання курсу «Математичне моделювання детермінованих та стохастичних процесів»:

- узагальнення та поглиблення теоретичних засад у сфері математичного моделювання детермінованих та стохастичних процесів;
- набуття навичок розроблення та впровадження математичних моделей реальних явищ та процесів, що включає в себе: правильний вибір об’єкта дослідження, грамотний вибір гіпотез, коректну постановку задачі, вибір методів дослідження, чисельний аналіз результатів моделювання;
- оволодіння різними підходами до побудови математичних моделей та різними типами математичного моделювання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни у аспіранта мають бути сформовані такі компетентності:

Інтегральні компетентності:

Здатність застосовувати сучасні спеціалізовані уміння/навички та інноваційні методи, необхідні для розв’язання значущих проблем прикладної математики, а також для розширення та переоцінки цілісних знань і професійної практики у названій та суміжних галузях знань; критичний аналіз, оцінку і синтез нових та комплексних ідей у дослідницько-інноваційній та науково-педагогічній діяльності.

Фахові компетентності:

ФК 1. Здатність до обґрунтування на концептуальному рівні доцільності застосування математичного моделювання детермінованих та стохастичних процесів у різних сферах науки .

ФК 2. Здатність до виявлення об’єктів ґрунтовного наукового дослідження математичного моделювання та критичного аналізу основних елементів їх структури.

ФК 3. Здатність до синтезу нових та комплексних ідей у ході вибору та застосування методів математичного моделювання детермінованих та стохастичних процесів;

ФК 4. Здатність до професійної практичної реалізації комплексних прийомів математичного моделювання детермінованих та стохастичних процесів з використанням комп'ютерних технологій.

ФК 10. Здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення.

Програмні результати навчання:

ПРН 2.1. Уміння обґрунтовувати на концептуальному рівні доцільності застосування математичного моделювання детермінованих та стохастичних процесів у різних сферах науки .

ПРН 2.2. Виявляти об'єкти ґрунтового наукового дослідження математичного моделювання та критичного аналізу основних елементів їх структури.

ПРН 2.3. Уміння синтезувати нові та комплексні ідеї у ході вибору та застосування методів математичного моделювання детермінованих та стохастичних процесів;

ПРН 2.4. Уміння професійної практичної реалізації комплексних прийомів математичного моделювання детермінованих та стохастичних процесів з використанням комп'ютерних технологій.

ПРН 2.10. Безперервний саморозвиток та самовдосконалення.

3. Тематичний план навчальної дисципліни

Змістовий модуль №1.

Математичне моделювання як метод наукового пізнання економічних явищ та фізичних процесів

Тема 1: Фізичне та математичне моделювання. Класифікація математичних моделей. Етапи побудови математичної моделі. Перевірка коректності та адекватності моделей. Практичне застосування. [1, 18, 20]

Тема 2: Моделювання в умовах невизначеності: різні підходи. Моделювання в умовах стохастичної невизначеності. [3, 5]

Тема 3: Математичні моделі динамічних процесів із зосередженими та розподіленими параметрами. Дискретні та неперервні процеси. Фазовий стан і керування. [8, 17]

Тема 4: Методи ідентифікації параметрів математичних моделей та статистичного оцінювання параметрів моделей. Методи перевірки гіпотез. [9]

Тема 5: Методи оцінки фазового стану при неповних спостереженнях. Фільтри Калмана-Бьюсі для дискретних і неперервних систем. Методи ідентифікацій динамічних моделей при неповних спостереженнях. [8, 10]

Змістовий модуль №2.

Математичні моделі фізичних процесів на основі диференціальних рівнянь в частинних похідних.

Тема 6: Нелінійні хвилі в середовищах з дисипацією (рівняння Бюргерса) .

Приклади ударних хвиль. Стаціонарні нелінійні хвилі. [6, 11, 16, 19]

Тема 7: Модульовані хвилі в нелінійних середовищах. Нелінійне рівняння Шредінгера та метод багатьох масштабів. Нестійкість просторово-однорідного рішення. Трихвильова взаємодія у квадратично-нелінійному середовищі. [6, 11, 16, 19]

Тема 8: Нелінійні хвилі в середовищах з нестійкістю. Рівняння Гінзбург-Ландау. Аналіз на абсолютну та конвективну нестійкості. Модуляційна нестійкість. Конвекція Релея-Бенара. Про автоколивання в розподілених системах. Динамічна модель просторового розвитку турбулентності. [6, 11, 16, 19]

Тема 9: Моделювання стохастичних хвильових полів в рідких середовищах. Стаціонарна та нестаціонарна динаміка стохастичних поверхневих хвиль в рідині. [6, 11, 16, 19]

Тема 10: Точні методи інтегрування нелінійних рівнянь хвилі. Закони збереження рівняння КДВ та перетворення Міури. Метод зворотної задачі розсіювання для рівняння КДВ. Багатосолітонні розв'язки. Зворотна задача розсіювання у формулюванні Лакса. Подальше узагальнення методу зворотної задачі. Метод Хіроті та багатосолітонні розв'язки. Перетворення Беклунду. [6, 11, 16, 19]

4. Структура навчальної дисципліни

| Назви розділів і тем | Кількість годин | | | |
|---|-----------------|--------------|------|----|
| | денна форма | | | |
| | усього | у тому числі | | |
| Л | | Пр | С.р. | |
| Змістовий модуль №1. Математичне моделювання як метод наукового пізнання економічних явищ та фізичних процесів. | | | | |
| Тема 1: Фізичне та математичне моделювання. Класифікація математичних моделей. Етапи побудови математичної моделі. Перевірка коректності та адекватності моделей. Практичне застосування. | 15 | 4 | | 11 |
| Тема 2: Моделювання в умовах невизначеності: різні підходи. Моделювання в умовах стохастичної невизначеності. | 16 | 4 | 2 | 10 |
| Тема 3: Математичні моделі динамічних процесів із зосередженими та розподіленими параметрами. Дискретні та неперервні процеси. Фазовий стан і керування. | 14 | 2 | 2 | 10 |
| Тема 4: Методи ідентифікації параметрів математичних моделей та статистичного оцінювання параметрів моделей. Методи перевірки гіпотез. | 14 | 2 | 2 | 10 |

| | | | | |
|--|------------|-----------|-----------|------------|
| Тема 5: Методи оцінки фазового стану при неповних спостереженнях. Фільтри Калмана-Бьюсі для дискретних і неперервних систем. Методи ідентифікації динамічних моделей при неповних спостереженнях. | 16 | 4 | 2 | 10 |
| Разом за змістовим модулем 1 | 75 | 16 | 8 | 51 |
| Змістовий модуль №2. Математичні моделі фізичних процесів на основі диференціальних рівнянь в частинних похідних. | | | | |
| Тема 6: Нелінійні хвилі в середовищах з дисипацією (рівняння Бюргерса) . Приклади ударних хвиль. Стаціонарні нелінійні хвилі. | 13 | 2 | | 11 |
| Тема 7: Модульовані хвилі в нелінійних середовищах. Нелінійне рівняння Шредінгера та метод багатьох масштабів. Нестійкість просторово-однорідного рішення. Трихвильова взаємодія у квадратично-нелінійному середовищі. | 14 | 2 | 2 | 10 |
| Тема 8: Нелінійні хвилі в середовищах з нестійкістю. Рівняння Гінзбург-Ландау. Аналіз на абсолютну та конвективну нестійкості. Модуляційна нестійкість. Конвекція Релея-Бенара. Про автоколивання в розподілених системах. Динамічна модель просторового розвитку турбулентності. | 17 | 4 | 2 | 11 |
| Тема 9: Моделювання стохастичних хвильових полів в рідких середовищах. Стаціонарна та нестаціонарна динаміка стохастичних поверхневих хвиль в рідині. [6, 11, 16, 19] | 14 | 2 | 2 | 10 |
| Тема 10: Точні методи інтегрування нелінійних рівнянь хвилі. Закони збереження рівняння КДВ та перетворення Міури. Метод зворотної задачі розсіювання для рівняння КДВ. Багатосолітонні розв'язки. Зворотна задача розсіювання у формулюванні Лакса. Подальше узагальнення методу зворотної задачі. Метод Хірої та багатосолітонні розв'язки. Перетворення Беклунду. | 17 | 4 | 2 | 11 |
| Разом за змістовим модулем 2 | 75 | 14 | 8 | 53 |
| Всього консультацій | | | | |
| Усього на курс | 150 | 30 | 16 | 104 |

5. Теми практичних (семінарських) занять

| № | Назва теми | Кількість |
|---|------------|-----------|
|---|------------|-----------|

| з/п | | годин |
|-------------------------------------|--|-----------|
| 1 | Моделювання в умовах невизначеності: різні підходи. Моделювання в умовах стохастичної невизначеності. | 2 |
| 2 | Математичні моделі динамічних процесів із зосередженими та розподіленими параметрами. Дискретні та неперервні процеси. Фазовий стан і керування. | 2 |
| 3 | Методи ідентифікації параметрів математичних моделей та статистичного оцінювання параметрів моделей. Методи перевірки гіпотез. | 2 |
| 4 | Методи оцінки фазового стану при неповних спостереженнях. Фільтри Калмана-Бьюсі для дискретних і неперервних систем. Методи ідентифікацій динамічних моделей при неповних спостереженнях. | 2 |
| Разом за змістовим модулем 1 | | 8 |
| 5 | Модульовані хвилі в нелінійних середовищах. Нелінійне рівняння Шредінгера та метод багатьох масштабів. Нестійкість просторово-однорідного рішення. Трихвильова взаємодія у квадратично-нелінійному середовищі. | 2 |
| 6 | Нелінійні хвилі в середовищах з нестійкістю. Рівняння Гінзбург-Ландау. Аналіз на абсолютну та конвективну нестійкості. Модуляційна нестійкість. Конвекція Релея-Бенара. Про автоколивання в розподілених системах. Динамічна модель просторового розвитку турбулентності. | 2 |
| 7 | Моделювання стохастичних хвильових полів в рідких середовищах. Стаціонарна та нестаціонарна динаміка стохастичних поверхневих хвиль в рідині. [6, 11, 16, 19] | 2 |
| 8 | Точні методи інтегрування нелінійних рівнянь хвилі. Закони збереження рівняння КДВ та перетворення Міури. Метод зворотної задачі розсіювання для рівняння КДВ. Багатосолітонні розв'язки. Зворотна задача розсіювання у формулюванні Лакса. Подальше узагальнення методу зворотної задачі. Метод Хіроти та багатосолітонні розв'язки. Перетворення Беклунду. | 2 |
| Разом за змістовим модулем 2 | | 8 |
| Всього на курс | | 16 |

6. Теми лабораторних занять

Даний вид роботи для курсу «Математичне моделювання детермінованих та стохастичних процесів» навчальним планом не передбачений.

7. Завдання для самостійної роботи

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------------------------------------|---|-----------------|
| 1 | Тема 1: Фізичне та математичне моделювання. Класифікація математичних моделей. Етапи побудови математичної моделі. Перевірка коректності та адекватності моделей. Практичне застосування. | 11 |
| 2 | Тема 2: Моделювання в умовах невизначеності: різні підходи. Моделювання в умовах стохастичної невизначеності. | 10 |
| 3 | Тема 3: Математичні моделі динамічних процесів із зосередженими та розподіленими параметрами. Дискретні та неперервні процеси. Фазовий стан і керування. | 10 |
| 4 | Тема 4: Методи ідентифікації параметрів математичних моделей та статистичного оцінювання параметрів моделей. Методи перевірки гіпотез. | 10 |
| 5 | Тема 5: Методи оцінки фазового стану при неповних спостереженнях. Фільтри Калмана-Бьюсі для дискретних і неперервних систем. Методи ідентифікацій динамічних моделей при неповних спостереженнях. | 10 |
| Разом за змістовим модулем 1 | | 51 |
| 6 | Тема 6: Нелінійні хвилі в середовищах з дисипацією (рівняння Бюргерса) . Приклади ударних хвиль. Стаціонарні нелінійні хвилі. | 11 |
| 7 | Тема 7: Модульовані хвилі в нелінійних середовищах. Нелінійне рівняння Шредінгера та метод багатьох масштабів. Нестійкість просторово-однорідного рішення. Трихвильова взаємодія у квадратично-нелінійному середовищі. | 10 |
| 8 | Тема 8: Нелінійні хвилі в середовищах з нестійкістю. Рівняння Гінзбург-Ландау. Аналіз на абсолютну та конвективну нестійкості. Модуляційна нестійкість. Конвекція Релея-Бенара. Про автоколивання в розподілених системах. Динамічна модель просторового розвитку турбулентності. | 11 |
| 9 | Тема 9: Моделювання стохастичних хвильових полів в рідких середовищах. Стаціонарна та нестаціонарна динаміка стохастичних поверхневих хвиль в рідині. [6, 11, 16, 19] | 10 |
| 10 | Тема 10: Точні методи інтегрування нелінійних рівнянь хвилі. Закони збереження рівняння КДВ та перетворення Міури. Метод зворотної задачі розсіювання для рівняння КДВ. Багатосолітонні розв'язки. Зворотна задача розсіювання у формулюванні Лакса. Подальше узагальнення методу зворотної задачі. Метод Хіроти та багатосолітонні розв'язки. Перетворення Беклунду. | 11 |
| Разом за змістовим модулем 2 | | 53 |

| | |
|-----------------------|------------|
| Всього на курс | 104 |
|-----------------------|------------|

8. Індивідуальні завдання (Аналітичний звіт)

I семестр

Провести огляд математичних моделей, що відповідають тематиці дисертаційного дослідження. Побудувати математичну модель задачі описаної в дисертаційному дослідженні аспіранта.

II семестр

Провести огляд методів дослідження (методів розв'язання математичних моделей), що відповідають тематиці дисертаційного дослідження. Обрати оптимальний метод розв'язку математичної моделі задачі побудованої в дисертаційному дослідженні аспіранта.

9. Методи навчання

Основні форми навчального процесу при вивченні дисципліни «Математичне моделювання детермінованих та стохастичних процесів»: аудиторні заняття, самостійна робота аспірантів, робота в науковій бібліотеці ЦДПУ імені В. Винниченка та мережі Інтернет, контрольні заходи.

Види навчальної роботи аспірантів:

- лекція;
- практичне заняття;
- консультація;
- екзамен/залік.

Під час викладання дисципліни «Математичне моделювання детермінованих та стохастичних процесів» передбачається використання наступних методів навчання: вивчення та закріплення нового матеріалу, творчі завдання, дискусія.

10. Методи контролю

Теоретичний модуль: усне опитування на практичних заняттях.

Практичний модуль: захист проектів, доповідь на тему.

11. Схема нарахування балів, які отримують студенти

Екзамен (1 семестр)

| Поточне тестування та самостійна робота | | | | | | | Індивідуальне завдання | Відповідь на екзамені | Усього |
|---|----|----|----|----|----|----|------------------------|-----------------------|--------|
| T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | | | |
| 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 40 | 40 | 100 |

Залік (2 семестр)

| Поточне тестування та самостійна робота | | | | | | Індивідуальне завдання | Колоквіум | Усього |
|---|----|-----|-----|-----|-----|------------------------|-----------|--------|
| T8 | T9 | T10 | T11 | T12 | T13 | | | |
| 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 40 | 20 | 100 |

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка за національною шкалою | |
|--|--|---|
| | для екзамену, курсового проекту (роботи), практики | для заліку |
| 90-100 | відмінно | зараховано |
| 82-89 | добре | |
| 74-81 | | |
| 64-73 | | |
| 60-63 | задовільно | |
| 35-59 | незадовільно з можливістю повторного складання | не зараховано з можливістю повторного складання |
| 1-34 | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

12. Рекомендована література

Основна

1. Белов П. Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование в 3 ч. Часть 1 : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / П. Г. Белов. — Москва : Издательство Юрайт, 2017. — 211 с.
2. Дубовой В. М. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів і систем керування : навчальний посібник / В. М. Дубовой. — Вінниця : ВНТУ, 2012. — 308 с.
3. Жлуктенко В. І. Стохастичні процеси та моделі в економіці [Електронний ресурс] : навч. посіб. / В. І. Жлуктенко, Л. Г. Тарасова, Ю. В. Ігнатова. — К. : КНЕУ, 2014. — 230 с.
4. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень / [під заг. ред. Р. Н. Кветного] — Вінниця : ВНТУ, 2012. — ч. 1— 196 с.; ч. 2 — 230 с.
5. Кушлик-Дивульська О.І., Кушлик Б.Р. Основи теорії прийняття рішень. — К., 2014. — 94с.,
6. Лайтхилл Дж. Волны в гидкостях Пер. с англ. — М.: Мир, 1981. — 598 с.,
7. Математичне моделювання: навчальний посібник / В.Г. Маценко. —Чернівці: Чернівецький національний університет, 2014.—519 с.
8. Математичні методи ідентифікації динамічних систем : навчальний посібник / Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, О. Б. Мокін. — Вінниця : ВНТУ, 2010. — 260 с.,
9. Методи аналізу даних : навчальний посібник для студентів / В.Є. Бахрушин. — Запоріжжя : КПУ, 2011. — 268 с.
10. Методи і моделі упорядкування експериментальної інформації для ідентифікації і прогнозування стану безперервних процесів: монографія. Херсон: Книжкове видавництво ПП Вишемирський В. С., 2020. 174 с.
11. Методи ідентифікації параметрів математичних моделей коливальних процесів : монографія / І. В. Павленко, В. І. Симоновський. — Суми : Сумський державний університет, 2020. — 145 с.
12. Моделювання та оптимізація систем: підручник / [Дубовой В. М., Кветний Р. Н., Михальов О. І., А.В.Усов А. В.] —Вінниця : ПП «ТД«Еднльвейс», 2017. — 804 с.
13. Полников, Владислав Гаврилович (1947-). Нелинейная теория случайного поля волн на воде / В. Г. Полников. - Москва : URSS, 2007. - 404 с. : ил., табл.; 22 см.,
14. Прийняття рішень в управлінні розгалуженими технологічними процесами : монографія / В. М. Дубовой, Г. Ю. Дерман, І. В. Пилипенко, М. М. Байас. — Вінниця : ВНТУ, 2013. — 223 с.
15. Прикладна математика. Підручник. Засуха В.А., Лисенко В.П., 2006. — 376 с.
16. Рыскин Н.М., Трубецков Д.И. Нелинейные волны. // Учеб. пособие для вузов. —М.: Наука. Физматлит, 2000. —272 с.,
17. Теорія систем керування: підручник / В.І. Корнієнко, О.Ю. Гусев, О.В. Герасіна, В.П. Щокін; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. — Дніпро: НГУ, 2017. — 497 с.
18. Усов А. В. Математичні методи моделювання : підручник / А. В. Усов, О. С. Савельєва, І. І. Становська — Одеса : Пальміра, 2011. — 500 с.
19. Чалий О. В., Лукомський В. П., Ганджа І.С. та ін."Нелінійні процеси у фізиці: коливання, хвилі, самоорганізація" К., Наукова думка, 2004 р. 356 с.,
20. Шарапов О. Д., Дербенцев В. Д., Семьонов Д. Є. Системний аналіз: Навч.-метод. посібник для самот. вивч. дисц. — К.: КНЕУ, 2003. — 154 с.

Допоміжна

21. Авраменко О. В. Аналіз поширення слабконелінійних хвиль в двошаровій рідині з вільною поверхнею / О.В. Авраменко, В.В. Наратовий // Восточно-европейский журнал передовых технологий. — 2015. — 4, №7 (76). — С. 39-45.
22. Авраменко О. Модуляційна стійкість хвильових пакетів у тришаровій гідродинамічній системі / О. Авраменко, М. Луньова // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Математика. Механіка. — 2019. — Вип. 1. — С. 30-35.

23. Авраменко О.В. Аналіз форми хвильових пакетів у тришаровій гідродинамічній системі «півпростір – шар – шар з твердою кришкою» / О.В. Авраменко, М.В. Луньова // . Мат. методи та фіз.-мех. поля. 2019. – 62, № 3. – С. 1-16.
24. Авраменко О.В. Умови поширення хвиль у напівнескінченній тришаровій гідро-динамічній системі з твердою кришкою / О.В. Авраменко, М.В. Луньова, В.В. Наратовий, І.Т. Селезов // Мат. методи та фіз.-мех. поля. 2017. – 60, № 4. – С. 137-151.
25. Авраменко О.В. Характерные свойства распространения волновых пакетов в двухслойной жидкости / О.В. Авраменко, Ю.В. Гуртовий, И.Т. Селезов // Прикладна гідромеханіка. – 2009. – Т. 11, № 4. – С. 3-8.
26. Анисимов В.В., Закусило О.К., Донченко В.С. Элементы теории массового обслуживания и асимптотического анализа систем. – К.: Вища школа, 1987.
27. Борисов К.И. Теория массового обслуживания. М.: Наука, 2001.
28. Глибовець М.М., Отецький О.В. Штучний інтелект: Підручник для студентів вищих навчальних закладів, що навчаються за спеціальністю „Комп’ютерні науки” та „Прикладна математика”. - К., 2002.
29. Закревский А. Д. Алгоритмы синтеза дискретных автоматов. - М.: Наука, 1971, 511 с.
30. Исследование операций в экономике / Под ред. Н.Ш.Кремера. – М.: ЮНИТИ, 2001.
31. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. Перевод с английского М. А. Зуева Под редакцией Ф. И. Горлина. - М.: “Радиосвязь” 1990 г. 540 с.
32. Лимарченко О.С. Зародження кругової хвилі на вільній поверхні рідини в рухомому еліпсоїді/ О. С. Лимарченко, І. С. Рудницький // Вісник КНУ. Серія фізико–математичні науки – 2009.– №4. – С. 43 – 46.
33. Математическая теория логического вывода. Сб. Переводов, - М., 1967 г.
34. Моклячук М. П. Варіаційне числення. Екстремальні задачі. – Київ, 2004. – 384 с.
35. Моклячук М. П., Ямненко Р. Є. Лекції з теорії вибору та прийняття рішень. – Київ, ВПЦ "Київський університет", 2007. – 256 с.
36. Нічуговська Л.І. Математичне моделювання в системі економічної освіти. Монографія.- Полтава, 2003.
37. Основа теории полета космических аппаратов. Под редакцией Г. С. Нариманова и М. К. Тихонравова. - М.: Издательство “Машиностроение”, Москва, 1972 г.
38. Охоцимский Д. У., Сихарулидзе Ю. Б. Основы механики космического полета. - М.: Издательство “Наука”, Главная редакция физико-математической литературы. 1990 г., 445 с.
39. Перевозчикова О.Л. Основы системного анализа объектов і процесів комп’ютеризації.- К.- 2003.
40. Перестюк М. О., Станжицький О. М., Капустян О. В. Екстремальні задачі. Навчальний посібник – К.: ТВіМС, 2008. – 80 с.
41. Перестюк М. О., Станжицький О. М., Капустян О. В. Задачі оптимального керування. Навчальний посібник – К.: ТВіМС, 2004. – 55 с.
42. Рабочая книга по прогнозированию. Отв. редактор Н. В. Бестужев-Лада , - М.: “Мысль”, 1982 г.
43. Рябинин И. А., Черкасов Г. Н. Логико-вероятностные методы исследования надежности структурно-сложных систем.
44. Селезов І.Т. Нелінійна стійкість розповсюдження хвильових пакетів в двошаровій рідині. / І.Т. Селезов, О.В. Авраменко, Ю.В. Гуртовий // Прикладна гідромеханіка. – 2006. – Том 8 (80). № 4. – С.60-65.
45. Стеценко О.Г. Нестационарный рух точкового вихору в шарі стратифікованої рідини скінченої товщини / О.Г. Стеценко // Прикладна гідромеханіка. – 2012. – Т. 14, № 4. – С. 65-74.
46. Стеценко О.Г. Нестационарный рух точкового вихору у двошаровій рідині / О.Г. Стеценко // Прикладна гідромеханіка. – 2012. – Т. 14, № 2. – С. 70-79.

47. Стеценко О.Г. Поверхневі хвилі за рухомою областю поверхневого тиску в каналі з трапецієвидним поперечним перерізом / О.Г. Стеценко, В.М. Ільченко // Прикладна гідромеханіка. – 2014. – Т. 16, № 4. – С. 66-78.
48. Тимченко А.А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів.- К.- 2003
49. Федоренко І. К, Черняк О. Л, Карагодова О. О. та ін. Дослідження операцій в економіці. — К.: Знання, 2006. — 720 с.
50. Фридман А. Л. Основы объектно-ориентированной разработки программных систем, - М.: “Финансы и статистика”, 2000 г., 192 с.
51. Худсон Д. Статистика для физиков. Лекции по теории вероятностей и элементарной статистике. - М.: Издательство “Мир” , 1970 г., 296 с.
52. Цаленко М. Ш. Моделирование семантики в базах данных. - М.: Издательство “Наука”, Главная редакция физико-математической литературы. 1989 г., 286 с.
53. Юдин Д.Б. Задачи и методы стохастического программирования. Красанд, 2009. 394с.

13. Інформаційні ресурси