**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ФАКУЛЬТЕТ КОМП’ЮТЕРНИХ НАУК, ФІЗИКИ ТА МАТЕМАТИКИ**

**КАФЕДРА ФІЗИКИ ТА МЕТОДИКИ ЇЇ НАВЧАННЯ**

|  |  |
| --- | --- |
|  | ЗАТВЕРДЖЕНОна засіданні кафедри ….…протокол від 06.09. 2021 р. № 1 завідувач кафедри\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Сергій КУЗЬМЕНКОВ |

**СИЛАБУС ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ**

**ТЕОРІЯ ЙМОВІРНОСТЕЙ ТА МАТЕМАТИЧНА СТАТИСТИКА**

Освітня програма Середня освіта (Фізика)

першого (бакалаврського) рівня

Спеціальність 014.08 Середня освіта (Фізика)

Галузь знань 01 Освіта/Педагогіка

Херсон 2021

1. **Опис курсу**

|  |  |
| --- | --- |
| **Назва освітньої компоненти** | **Теорія ймовірностей та математична статистика** |
| **Тип курсу** | нормативна компонента |
| **Рівень вищої освіти** | Перший (бакалаврський) рівень освіти |
| **Кількість кредитів/годин** | 8 кредитів / 240 годин |
| **Семестр** | ІІ семестр |
| **Викладач** | Сергій Кузьменков (**Kuzmenkov Serhii),** доктор педагогічних наук, професор  |
| **Посилання на сайт** | <http://www.kspu.edu/About/Faculty/FPhysMathemInformatics/ChairPhysics/Staff/Kusmenkov.aspx> |
| **Контактний телефон, мессенджер** | (0552) 326768 |
| **Email викладача:** | ksg3.14159@gmail.com |
| **Графік консультацій** | за призначеним часом |
| **Методи викладання** | лекційні заняття, практичні заняття, презентації, тестові завдання, індивідуальні завдання |
| **Форма контролю** | Залік |

Силабус «Теорія ймовірностей та математична статистика» розроблено на основі авторської програми «Теорія ймовірностей та математична статистика», що внесена до Збірника авторських програм з дисциплін кафедри фізики та методики її навчання Херсонського державного університету для підготовки студентів на здобуття ступенів вищої освіти «бакалавр», «магістр». Свідоцтво про реєстрацію авторських прав № 79262 від 02.04.2018.

1. **Анотація дисципліни:** дисципліни «Теорія ймовірності та математична статистика» для підготовки бакалаврів за спеціальністю 014.08 Середня освіта (Фізика)

„Теорія ймовірностей та математична статистика” відноситься до дисциплін, які формують світогляд майбутніх фахівців із системного аналізу. Це – фундаментальна дисципліна, яка разом з курсом „Вища математика”, „Спеціальний курс з математики” є базовою для формування математичних знань та умінь, необхідних для вивчення відповідних спеціальних дисциплін на належному рівні.

1. **Мета та завдання дисципліни:**

**Метою дисципліни** є формування у студентів системи теоретичних знань та практичних навичок з основ імовірнісно-статистичного апарату в процесі розв’язування теоретичних і практичних задач системного аналізу, створювати теоретичний фундамент для побудови вузькоспеціальних моделей управління та розвивати логічне мислення.

**Завдання вивчення дисципліни:**

1. Розкрити місце і значення знань з теорії ймовірностей та математичної статистики в загальній і професійній освіті людини, з’ясувати психолого-педагогічні аспекти засвоєння предмету, взаємозв’язки курсу теорії ймовірностей з іншими навчальними предметами, зокрема математичним аналізом, аналітичною геометрією, алгеброю, загальною та теоретичною фізикою, особливо такими її розділами, як молекулярна, атомна, ядерна фізика, квантова механіка, статистична фізика та термодинаміка, астрономія.

2. Показати практичну значущість методів математичної статистики, їх застосовність для опрацювання і планування фізичного експерименту, до розв’язання найрізноманітніших наукових, технічних і гуманітарних проблем.

3. Забезпечити ґрунтовне вивчення студентами тих понять і методів теорії ймовірностей, які можуть бути використані ними під час викладання окремих тем шкільної фізики і відповідної їх інтерпретації; розуміння ідей використання методів теорії ймовірностей і математичної статистики як під час реалізації навчального процесу, так і для його дослідження з метою удосконалення і корегування.

4. Виховати у майбутніх вчителів творчий підхід до розв’язання проблем викладання фізики і астрономії.

**Предметом дисципліни** є випадкові події, випадкові величини, їх властивості, операції над ними, закони і правила, яким вони підкоряються, статистичні гіпотези, статистичні критерії, методи статистичної обробки експериментальних даних.

**Міждисциплінарні зв’язки.** Даний курс має тісні зв’язки з вищою математикою (математичний та функціональний аналіз, теорія множин, алгебра логіки), фізикою (статистична фізика, квантова механіка, фізика атомного ядра та елементарних частинок), астрономією.

**Очікувані результати навчання**

**Студент розуміє:** поняття ймовірності,правила додавання та множення ймовірностей (класичної, статистичної, геометричної), формули повної ймовірності, Бейєса, Бернуллі, Пуассона, Муавра-Лапласа, поняття випадкової величини (дискретної, неперервної), функції розподілу та щільності ймовірностей, закони розподілу випадкової величини (біномний, Пуассона, рівномірний, експоненціальний, нормальний), граничні теореми теорії ймовірностей, предмет та задачі математичної статистики, способи оцінювання числових характеристик випадкових величин, метод найменших квадратів, найбільш поширені методи перевірки статистичних гіпотез.

**Студент усвідомлює:** місце і значення знань з теорії ймовірностей та математичної статистики в професійній освіті людини, взаємозв’язки курсу теорії ймовірностей з іншими навчальними предметами, зокрема математичним аналізом, аналітичною геометрією, алгеброю, загальною та теоретичною фізикою, особливо такими її розділами, як молекулярна, атомна, ядерна фізика, квантова механіка, статистична фізика та термодинаміка, астрофізика; необхідність введення числових характеристик випадкової величини (математичне сподівання, дисперсія); практичну значущість методів математичної статистики, їх застосовність для опрацювання і планування фізичного експерименту, до розв’язання найрізноманітніших наукових, технічних і гуманітарних проблем.

**Студент готовий:** знаходити ймовірність випадкової події, застосовувати закони та правила теорії ймовірностей, оцінювати числові характеристики випадкової величини, виконувати статистичну обробку експериментальних даних, перевіряти статистичні гіпотези.

1. **Програмні компетентності та результати навчання**

**Після успішного завершення дисципліни здобувач формуватиме наступні програмні компетентності та результати навчання:**

**Інтегральна компетентність** - Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в галузі середньої освіти, що передбачає застосування теорій та методів освітніх наук та фізики і характеризується комплексністю та невизначеністю педагогічних умов організації освітнього процесу в основній (базовій) середній школі.

**Загальні компетентності**:

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та специфіки професійної діяльності.

ЗК2. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).

ЗК3. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК6. Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях.

ЗК7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК8. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК9. Здатність використовувати знання іноземної мови в освітній діяльності.

ЗК10. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

**Фахові компетентності**:

ФК1. Здатність використовувати систематизовані теоретичні та практичні знання з фізики та методики навчання фізики при вирішенні професійних завдань.

ФК2. Володіння математичним апаратом фізики.

ФК3. Здатність формувати в учнів предметні компетентності.

ФК4. Володіння основами цілепокладання, планування та проектування процесу навчання фізики у закладах загальної середньої освіти.

ФК5. Здатність до організації і проведення освітнього процесу з фізики у закладах загальної середньої освіти.

ФК6. Здатність здійснювати об’єктивний контроль і оцінювання рівня навчальних досягнень учнів з фізики .

ФК7. Здатність до організації і проведення позакласної та позашкільної роботи з фізики у закладах загальної середньої освіти.

ФК8. Здатність керувати дослідницькою діяльністю учнів з фізики на уроках і в позакласній роботі (навчальна практика, МАН та інші форми).

ФК9. Здатність до рефлексії та самоорганізації професійної діяльності.

ФК10. Здатність забезпечувати охорону життя і здоров'я учнів у освітньому процесі та позаурочній діяльності.

ФК11. Здатність застосовувати знання з психолого-педагогічних дисциплін у навчанні і вихованні учнів середньої школи.

ФК12. Здатність характеризувати досягнення фізичної науки та її роль у житті суспільства.

ФК13. Розуміння та обґрунтування доцільності реалізації стратегії сталого розвитку людства і шляхи вирішення глобальних проблем.

ФК14. Здатність використовувати інформаційні та інноваційні технології у навчанні учнів фізики.

ФК15. Здатність використовувати теоретичні знання й практичні навички для оволодіння основами теорії і методів фізичних досліджень.

**Програмні результати навчання:**

ПРЗ1. Демонструє знання та розуміння основ загальної та теоретичної фізики.

ПРЗ2. Знає загальні питання методики навчання фізики, методики шкільного фізичного експерименту та методики розв’язування фізичних задач, методики вивчення окремих тем шкільного курсу фізики.

ПРЗ3. Знає й розуміє математичні методи фізики та розділів математики, що є основою вивчення курсів загальної та теоретичної фізики.

ПРЗ4. Знає основні психолого-педагогічні теорії навчання, інноваційні технології навчання фізики, актуальні проблеми розвитку педагогіки та методики навчання фізики.

ПРЗ5. Знає форми, методи і засоби контролю та корекції знань учнів з фізики.

ПРЗ6. Знає зміст та методи різних видів позакласної та позашкільної роботи з фізики.

ПРЗ7. Знає основи безпеки життєдіяльності, безпечного використання обладнання кабінету фізики.

ПРУ1. Аналізує фізичні явища і процеси з погляду фундаментальних фізичних теорій, принципів і знань, а також на основі відповідних математичних методів.

ПРУ2. Володіє методикою проведення сучасного фізичного експерименту, здатний застосовувати всі його види у освітньому процесі з фізики.

ПРУ3. Розв’язує задачі різних рівнів складності шкільного курсу фізики.

ПРУ4. Користується математичним апаратом фізики, використовує математичні та числові методи, які часто застосовуються у фізиці.

ПРУ5. Проектує різні типи уроків і конкретну технологію навчання фізики та реалізує їх на практиці із застосуванням сучасних інформаційних технологій, розробляє річний, тематичний, поурочний плани.

ПРУ6. Застосовує методи діагностування досягнень учнів з фізики, добирає й розробляє завдання для тестів, самостійних і контрольних робіт, індивідуальної роботи.

ПРУ7. Уміє знаходити, обробляти та аналізувати інформацію з різних джерел, насамперед за допомогою інформаційних технологій.

ПРУ8. Самостійно опрацьовує нові питання фізики та методики навчання фізики за різноманітними інформаційними джерелами.

ПРУ9. Формує в учнів основи цілісної природничо-наукової картини світу через міжпредметні зв’язки з хімією, біологією, географією, екологією відповідно до вимог державного стандарту.

ПРУ10. Дотримується правових норм і законів, нормативно-правових актів України, усвідомлює необхідність їх дотримання.

ПРК1. Володіє основами професійної мовленнєвої культури при навчанні фізики в школі.

ПРК2. Пояснює фахівцям і не фахівцям стратегію сталого розвитку людства і шляхи вирішення його глобальних проблем.

ПРА1. Усвідомлює соціальну значущість майбутньої професії, сформованість мотивації до здійснення професійної діяльності.

ПРА2. Відповідально ставиться до забезпечення охорони життя і здоров'я учнів у освітньому процесі та позаурочній діяльності з фізики.

1. **Структура курсу**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Кількість кредитів/годин** | **Лекції (год.)** | **Практичні заняття (год.)** | **Лабораторні заняття (год)** | **Самостійна робота (год.)** |
| 6 кредитів / 180 годин | 42 | 36 | - | 68 |

1. **Технічне й програмне забезпечення/обладнання**

Навчальні заняття проводяться в спеціалізованої лабораторії «Фізики та освітніх технологій» №426, оснащеної комп’ютерною та проекційною технікою. Студенти забезпечуються електронними планшетами та іншими навчально методичними засобами.

Сайт кафедри фізики та методики її навчання <http://www.kspu.edu/About/Faculty/FPhysMathemInformatics/ChairPhysics/Teaching_methodically_zabezpechennya_dist.aspx>

1. **Політика курсу**

Для успішного складання підсумкового контролю з дисципліни вимагається 100% відвідування очне або дистанційне відвідування всіх лекційних занять. Пропуск понад 25% занять без поважної причини буде оцінений як FX.

Для успішного складання підсумкового контролю з дисципліни (екзамен) необхідно протягом семестру набрати мінімум 40 балів (максимум 60 балів) за такі види діяльності як: робота на лекції, розв’язування задач на практичних заняттях, виконання лабораторних робіт, а також розв’язування домашніх контрольних робіт. 40 балів студент має можливість набрати під час екзамену в кінці семестру.

До всіх студентів освітньої програми відбувається абсолютно рівне ставлення.

Високо цінується академічна доброчесність. Від усіх студентів вимагається дотримання кодексу академічної доброчесності ХДУ. Виявлення порушення є серйозним проступком, який може призвести до несправедливого перерозподілу оцінок і, як наслідок, загального рейтингу студентів. Результатом виявлення плагіату під час виконання практичних та лабораторних завдань, контрольних робіт чи тестів зі сторони студента завдання буде нульове оцінювання цього завдання з послідовним зниженням підсумкової оцінки дисципліни принаймні на одну літеру. Будь ласка, поставтесь до цього питання серйозно та відповідально.

1. **Схема курсу**

**Змістовий модуль 1. Тема: Випадкові події. Означення ймовірності. Випадкові величини**

Лекційний модуль (18 год)

1. Вступ. Випадкові події та операції над ними (2 год).

2. Означення ймовірності (2 год).

3. Аксіоми теорії ймовірностей (2 год).

4. Повна ймовірність. Формула Бейєса (2 год).

5. Повторні незалежні випробування. Формула Бернуллі. Формула Пуассона (2 год).

6. Дискретні випадкові величини (4 год).

7. Неперервні випадкові величини (4 год).

Практичний модуль (14 год)

1. Випадкові події та операції над ними (2 год).

Задачі: 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.9, 1.10, 1.11 [7].

2. Означення ймовірності (2 год).

Задачі: 2.1, 2.2, 2.3, 2.6, 2.8, 3.5, 3.6, 3.9 [7].

3. Ймовірність суми та добутку подій (2 год).

Задачі: 4.1, 4.2, 4.3, 4.5, 4.7, 4.8, 4.12, 4.13 [7].

4. Повна ймовірність. Формула Бейєса (2 год).

Задачі: 5.1, 5.3, 5.5, 5.7, 5.13 [7].

5. Повторні незалежні випробування. Формула Бернуллі. Формула Пуассона (2 год)

Задачі: 6.2, 6.3, 6.8, 6.13, 6.16 [7].

6. Дискретні випадкові величини (2 год).

Задачі: 7.1, 7.2, 7.11, 7.12 [7].

7. Неперервні випадкові величини (2 год).

Задачі: 8.1, 8.2, 8.5, 8.8, 8.16 [7].

Модуль самостійної роботи

1. Розміщення і сполучення з повтореннями.

2. Розв’язування задач з теми: «Випадкові події та операції над ними».

Задачі: 1.6, 1.7, 1.8, 1.12 [7].

3. Розв’язування задач з теми: «Класичне означення ймовірності».

Задачі: 2.4, 2.5, 2.7, 2.9, 2.12, 2.13, 2.14, 2.16, 2.17 [7].

4. Розв’язування задач з теми: «Геометрична ймовірність».

Задачі: 3.1, 3.7, 3.10, 3.11, 3.13 [7].

5. Розв’язування задач з теми: «Ймовірність суми подій. Умовні ймовірності. Ймовірність добутку подій».

Задачі: 4.5, 4.6, 4.9, 4.10, 4.11, 4.14, 4.15, 4.17, 4.18, 4.19, 4.20, 4.22 [7].

6. Розв’язування задач з теми: «Формула повної ймовірності. Формула Бейєса».

Задачі: 5.4, 5.6, 5.8, 5.14, 5.17 [7].

7. Розв’язування задач з теми: «Повторні незалежні випробування. Формула Бернуллі. Формула Пуассона».

Задачі: 6.4, 6.6, 6.9, 6.11, 6.12, 6.14, 6.15 [7].

8. Граничні теореми для схеми Бернуллі. Локальна гранична теорема Муавра-Лапласа. Інтегральна гранична теорема Муавра-Лапласа.

9. Випадкові блукання. Симетричне випадкове блукання на прямій, що відповідає схемі Бернуллі. Симетричні випадкові блукання на площині і у просторі.

1. Дискретні випадкові величини.

Задачі: 7.4, 7.5, 7.6, 7.13, 7.14, 7.15, 7.16 [7].

2. Неперервні випадкові величини.

Задачі: 8.6, 8.7, 8.9, 8.10, 8.12, 8.17 [7].

**Змістовий модуль 2. Тема: Випадкові вектори. Функції від випадкових величин. Математична статистика**

Лекційний модуль (16 год)

1. Випадкові вектори (2 год).

2. Функції від випадкових величин. Граничні теореми теорії ймовірностей (2 год).

3. Основні поняття математичної статистики (2 год).

4. Статистичне оцінювання параметрів. Точкове та інтервальне оцінювання (2 год).

5. Основи кореляційного аналізу (2 год).

6. Основи регресійного аналізу. Метод найменших квадратів (2 год).

7. Перевірка статистичних гіпотез (4 год).

Практичний модуль (16 год)

1. Випадкові вектори (2 год)..

Задачі: 9.1, 9.3, 9.5, 9.8, 9.10 [7].

2. Функції від випадкових величин. Граничні теореми теорії ймовірностей (2 год).

Задачі: 10.1, 10.4, 10.13, 11.1, 11.2, 11.5, 11.7 [7].

4. Основні поняття математичної статистики (2 год).

Задачі: 202, 203 (а), 204, 207 [8].

5. Статистичне оцінювання параметрів. Точкове та інтервальне оцінювання (2 год).

Задачі: 209, 211, 213, 219, 221, 223 [8].

6. Основи кореляційного аналізу (2 год).

Задачі: 225, 226 [8].

7. Основи регресійного аналізу. Метод найменших квадратів (2 год).

Задачі: 228 [8].

8. Перевірка статистичних гіпотез (4 год).

Задачі: 231, 232 [8].

Модуль самостійної роботи

1. Випадкові вектори.

Задачі: 9.2, 9.9, 9.11, 9.12, 9.15 [7].

2. Функції від випадкових величин.

Задачі: 10.2, 10.3, 10.5, 10.6, 10.7, 10.8, 10.14, 10.21 [7].

3. Граничні теореми теорії ймовірностей.

Задачі: 11.3, 11.4, 11.6, 11.9, 11.10 [7].

4. Теорія ймовірностей і статистична фізика. Ймовірність розподілу частинок по комірках у статистиках Больцмана, Бозе-Ейнштейна, Фермі-Дірака, Лінден-Белла. Канонічний розподіл Гіббса. Розподіл Максвела. Флуктуації фізичних величин. Ентропія та ймовірність.

5. Вибірка. Емпірична функція розподілу. Побудова полігонів, гістограм за вибіркою.

Задачі: 203 (б), 205, 206 [8].

6. Точкові оцінки невідомих параметрів.

Задачі: 210, 212, 214 [8].

7. Інтервальні оцінки невідомих параметрів. Малі вибірки.

Задачі: 218, 220, 222 [8].

8. Основи кореляційного аналізу (2 год).

Задачі: 225, 226 [8].

9. Метод найменших квадратів.

Задачі: 227, 230 [8].

10. Застосування методу найменших квадратів для нелінійних моделей.

11. Перевірка статистичних гіпотез. Критерій χ2.

Задачі: 233, 235 [8].

12. Перевірка статистичних гіпотез. Порівняння двох дисперсій нормальних генеральних сукупностей. Порівняння двох середніх нормальних генеральних сукупностей. Критерій Колмогорова-Смірнова для однієї вибірки.

13. Критерій Вілкоксона для парних вибіркових спостережень. Рівність (нерівність) двох коефіцієнтів кореляції. Перевірка гіпотези про значимість вибіркового коефіцієнту кореляції. Непараметричний критерій некорельованності. Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена.

14. Перевірка гіпотези про розподіл генеральної сукупності за біномним законом. Перевірка гіпотези про розподіл генеральної сукупності за законом Пуассона. Перевірка гіпотези про рівномірний розподіл генеральної сукупності. Перевірка гіпотези про експоненціальний розподіл генеральної сукупності.

**8. Система оцінювання та вимоги: форма (метод) контрольного заходу та вимоги до оцінювання програмних результатів навчання**

Остаточна оцінка за курс розраховується наступним чином:

Види оцінювання % від остаточної оцінки

Опитування під час занять – усно 40

Модуль 1 – модульна контрольна робота 30

Модуль 2 – модульна контрольна робота 30

Залік – практичні завдання, теоретичні питання 60



**9. Список рекомендованих джерел (наскрізна нумерація)**

**Основна література**

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: Высшая школа, 1999. – 576с.
2. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике / В.Е. Гмурман – М.: Высшая школа, 2000. – 400с.
3. Голомозий В.В. Збірник задач з теорії ймовірностей та математичної статистики : навч. посібник / В.В. Голомозий, М.В. Карташов, К.В. Ральченко. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2015. – 366 с.
4. Єжов С.М. Теорія ймовірностей, математична статистика i випадкові процеси: Навчальний посібник / С.М. Єжов. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2001. – 140 с.
5. Жалдак М.І. Збірник задач і вправ з теорії ймовірностей і математичної [для студ. ф.-м. спец. педаг. універс.] / М.І. Жалдак, Н.М. Кузьміна, Г.О. Михалін. – Полтава. «Довкілля-К», 2010.  – 728 с.
6. Жалдак М.І. Теорія ймовірностей і математична статистика: підручник [для студентів фізико-математичних спеціальностей педагогічних університетів]. − Вид. 2, перероб. і доп. / М.І. Жалдак, Н.М. Кузьміна, Г.О. Михалін. − Полтава : «Довкілля-К», 2009. − 500 с.
7. Кузьменков С.Г. Збірник задач з теорії ймовірностей для фізиків/ С.Г. Кузьменков. – Херсон. Видавництво ХДПУ, 2002. – 112с.
8. Агапов Г.И. Задачник по теории вероятностей/ Г.И. Агапов. – М.: Высш.шк., 1986. – 80с.

**Додаткова література**

1. Барковський В.В. Теорія ймовірностей та математична статистика / В.В. Барковський, Н.В.Барковська, О.К. Лопатін. – Київ : ЦУЛ, 2002. - 448 с.
2. Бобик О.І. Теорія ймовірностей і математична статистика: підручник / О.І. Бобик, Г.І. Берегова, Б.І. Копитко. - К.:ВД «Професіонал», 2007. – 560 с.
3. Волощенко А.Б. Теорія ймовірностей та математична статистика: Навч.-метод. посібник [для самост. вивч. дисц.] / А.Б.Волощенко, І.А. Джалладова – К.: КНЕУ, 2003. – 256 с.
4. Донченко В. С. Теорія ймовірностей та математична статистика для соціальних наук : навч. посіб. / В.С. Донченко, М.В. Сидоров. – К. : ВПЦ «Київський університет», 2015. – 400 с.
5. Жильцов О.Б. Теорія ймовірностей та математична статистика у прикладах і задачах: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О.Б. Жильцов; за ред. Г.О. Михаліна. – К.: Київ. ун-т ім. Б. Грінченка, 2015. – 336 с
6. Кармелюк Г.І. Теорія ймовірностей та математична статистика. Посібник з розв'язування задач : Навч. посібник. / Г.І. Кармелюк. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 576 с.
7. Огірко О.І. Теорія ймовірностей та математична статистика: навчальний посібник / О. І. Огірко, Н. В. Галайко. – Львів: ЛьвДУВС, 2017. – 292 с.
8. Кушлик-Дивульська О.І. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посіб./ О. І. Кушлик-Дивульська, Н. В. Поліщук, Б. П. Орел, П. І. Штабалюк. – К: НТУУ «КПІ», 2014. – 212 с.

**Інтернет-ресурси**

Тичинська Л.М. Теорія ймовірностей / Л.М. Тичинська, А.А. Черепащук. - Електронний ресурс. – Режим доступу: <http://posibnyky.vntu.edu.ua/t_i/z.htm>

Руденко М. Математичка статистика [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pidruchniki.com/1584072030679/statistika/matematichna_statistika>

Wolfram|Alpha. Statistics & Data Analysis. Examples [Електронний ресурс].- Режим доступу: <https://www.wolframalpha.com/examples/Statistics.html>. – Назва з екрана.