



# ТЕОРІЯ ЙМОВІРНОСТЕЙ

## Робоча програма навчальної дисципліни “Теорія ймовірностей” (Силабус)

### РЕКВІЗИТИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<i>Рівень вищої освіти</i>	перший (бакалаврський)
<i>Галузь знань</i>	17 Електроніка та телекомунікації
<i>Спеціальність</i>	172 Телекомунікації та радіотехніка
<i>Освітня програма</i>	Інформаційно-комунікаційні технології
<i>Статус дисципліни</i>	нормативна
<i>Форма навчання</i>	очна (денна)
<i>Рік підготовки, семестр</i>	рік другий, семестр 3
<i>Обсяг дисципліни</i>	4,5 кредити ЄКТС (135 годин), з них лекції — 36 годин, практичні заняття — 36 годин, самостійна робота — 63 години.
<i>Семестровий контроль / контрольні заходи</i>	Модульна контрольна робота, РГР, залік
<i>Розклад занять</i>	Згідно з розкладом
<i>Мова викладання</i>	українська
<i>Інформація про керівника курсу / викладачів</i>	Арясова Ольга Вікторівна, професор ІКТС ІТС, д. ф.-м. н., ст. н. с, oaryasova@gmail.com <a href="https://ikts-its.kpi.ua/ariasova-olha-viktorivna/">https://ikts-its.kpi.ua/ariasova-olha-viktorivna/</a>
<i>Розміщення курсу</i>	Визначається лектором та доводиться до відома студентів на першому занятті

### ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

##### 1.1. Опис навчальної дисципліни

Вивчення основ теорії ймовірностей, математичної статистики, теорії випадкових процесів та застосування цих дисциплін для дослідження моделей масового обслуговування, що виникають в прикладних задачах, пов'язаних з телекомунікаційними системами і мережами.

##### 1.2. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів вміння застосовувати до практичних моделей основні поняття теорії ймовірностей, будувати і застосовувати ймовірнісні моделі до задач масового обслуговування.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів **компетентностей**:

- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
- Здатність використовувати нормативну та правову документацію, що стосується інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем (закони України, технічні регламенти, міжнародні та національні

*стандарти, рекомендації Міжнародного союзу електрозв'язку і т.п.) для вирішення професійних завдань*

- Здатність скласти нормативну документацію (інструкції) з експлуатаційнотехнічного обслуговування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, а також за програмами випробувань
- Здатність проводити роботи з керування потоками навантаження інформаційнотелекомунікаційних мереж
- Здатність до самостійного створення керованих інформаційних середовищ малих підприємств (SOHO – Small office, Home office), стартапів і бути готовими для проходження спеціалізованих курсів та здачі сертифікаційних випробувань зі створення та адміністрування мереж Microsoft Windows, розгортання служби Microsoft Active Directory, Linux Professional Institute Certification.
- Здатність розробляти на базі сучасних телекомунікаційних технологій відповідні програмно-апаратні платформи для безпроводових і мобільних мереж інфокомунікацій, здійснювати їх інтеграцію з іншими інфокомунікаційними мережами, зокрема мережами мобільного зв'язку 4-го і 5-го покоління
- Володіння сучасними підходами та технологіями для планування, проектування, використання та створення засобів для адміністрування інформаційно-комунікаційних мереж з використанням методів прихованої передачі інформації в телекомунікаційних мережах за рахунок вбудовування інформації в відео, аудіо, нерухомі зображення та мережеві заголовки (RTP, TCP та інші).
- Пояснювати принципи побудови й функціонування апаратно-програмних комплексів систем керування та технічного обслуговування для розробки, аналізу і експлуатації інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем
- Забезпечувати надійну та якісну роботу інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем
- Контролювати технічний стан інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних і радіотехнічних систем у процесі їх технічної експлуатації з метою виявлення погіршення якості функціонування чи відмов, та його систематична фіксація шляхом документування.
- Виконувати пошуково-дослідні роботи по вдосконаленню сучасних інфокомунікаційних технологій, провадити розрахунки необхідних параметрів проєктованих мереж; створювати та оформлювати проєктну і експлуатаційну документацію
- Вільно орієнтуватися в системі правового забезпечення телекомунікацій, використовувати знання законодавчих та нормативних актів для організації діяльності в галузі телекомунікацій і радіотехніки, вміння бачити перспективи розвитку правового регулювання в галузі телекомунікаційних технологій

### *1.3. Предмет вивчення дисципліни*

Предметом дослідження теорії ймовірності є особливі залежності, притаманні результатам масових однорідних (для яких зберігається комплекс умов S) випробувань.

#### 1.4. Результати навчання

Вільне володіння поняттями імовірність, випадкова величина, знання основних типів ймовірнісних розподілів і практичних моделей, що призводять до них, основних типів збіжностей випадкових величин: за ймовірністю, з ймовірністю одиниця, слабкої, у середньому.

Вміння застосовувати до практичних моделей основні поняття теорії ймовірностей (ймовірність, випадкова величина), основні граничні теореми (закони великих чисел, центральна гранична теорема), застосовувати методи й моделі теорії ймовірностей до задач теорії масового обслуговування.

### 2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Перелік дисциплін або знань та умінь, володіння якими необхідні здобувачу вищої освіти для успішного засвоєння дисципліни	Перелік дисциплін, які базуються на результатах навчання з даної дисципліни
Вища математика, Дискретна математика	Теорія масового обслуговування

### 3. Зміст навчальної дисципліни

#### Тема №1. Аксиоматика теорії ймовірностей.

Предмет і задача теорії ймовірностей. Ймовірнісний експеримент. Простір елементарних подій. Випадкові події. Дискретний ймовірнісний експеримент. Класичне визначення ймовірності. Геометричне визначення ймовірності, голка Бюффона, задача про зустріч. Аксиоми теорії ймовірностей і наслідки з них. Умовна ймовірність. Незалежні випадкові події. Формула повної ймовірності. Формула Байєса.

#### Тема №2. Випадкові величини та їх характеристики.

Математичне сподівання випадкової величини. Дисперсія випадкової величини. Моменти старших порядків. Незалежні випадкові величини. Властивості математичного сподівання і дисперсії. Біноміальний, геометричний, пуассонівський, рівномірний, показниковий, нормальний розподіли, розподіл Релея. Функція розподілу випадкового вектора. Щільність розподілу. Сумісний розподіл незалежних випадкових величин. Умовні розподіли випадкових величин. Розподіл суми, мінімуму, максимуму незалежних випадкових величин. Багатовимірний гауссів розподіл. Збіжність за ймовірністю і майже напевно. Збіжність у середньому випадкових величин. Співвідношення між різними видами збіжності. Слабка збіжність випадкових величин. Закон великих чисел. Моделювання випадкових величин. Метод Монте-Карло. Центральна гранична теорема. Застосування закону великих чисел та центральної граничної теореми до задач статистики

### 4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Арясова О. В., Пилипенко А. Ю. Теорія ймовірностей. Навчальний посібник. Електронне мережеве видання. — К. : НТУУ "КПІ", 2022, 134 с.
2. Гнеденко Б. В. Курс теорії ймовірностей. -- К.: ВПЦ Київський університет, 2010. -- 464 с.
3. Дороговцев А.Я., Скороход А.В., Сільвестров Д.С., Ядренко М.Й.. Теорія ймовірностей. Збірник задач. – К.: Вища школа, 1976.
4. Дорош А. К., Коханівський О. П. Теорія ймовірностей та математична статистика. Навч. посібник – К.: НТУУ "КПІ", 2006. — 268 с.
5. Турчин В. М. Теорія ймовірностей і математична статистика. Основні поняття, приклади, задачі. – Дніпропетровськ, ІМА-прес, 2014. 556 с.

6. Скороход А. В. Елементи теорії ймовірностей та випадкових процесів — К.: Вища школа, 1975. — 295 с.
7. V. P. Chistyakov, B. A. Sevastyanov, V. K. Zakharov, Probability theory for engineers. Optimization Software, Ins., New York, 1986, 147 pp.
8. Feller W. An Introduction to Probability Theory and Its Applications (Vol. 1, 2). John Wiley & Sons, Inc, 1968. 509 p., 669 p.
9. Grimmett, G. R., Stirzaker D. R. Probability and Random Processes. New York: Oxford University Press Inc., 2001. 596 p.
10. Grimmett, G. R., Stirzaker D. R. One Thousand Exercises in Probability. New York: Oxford University Press Inc., 2001. 438 p.
11. E. S. Wentzel. Probability theory (first steps). Moscow: Mir publishers, 1982.

## НАВЧАЛЬНИЙ КОНТЕНТ

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### 5.1. Лекційні заняття

**Лекція 1.** Предмет і задачі теорії ймовірностей. Ймовірнісний експеримент. Простір елементарних подій. Випадкові події.

**Лекція 2.** Елементи комбінаторики.

**Лекція 3.** Дискретний ймовірнісний експеримент. Класичне визначення ймовірностей. Геометричне визначення ймовірності, голка Бюффона, задача про зустріч. Література Л.1: с. 15-49.

**Лекція 4.** Аксиоми теорії ймовірностей і наслідки з них. Умовна ймовірність. Незалежні випадкові події.

**Лекція 5.** Формула повної ймовірності. Формула Байеса. Література Л.1: с. 50-81

**Лекція 6.** Поняття випадкової величини. Функція розподілу випадкової величини і її властивості. Дискретні й неперервні випадкові величини. Щільність розподілу. Змішані випадкові величини. Література Л.1: с. 82-106.

**Лекція 7.** Математичне сподівання випадкової величини. Незалежні випадкові величини. Математичне сподівання добутку незалежних випадкових величин.

**Лекція 8.** Дисперсія випадкової величини. Моменти старших порядків. Властивості математичного сподівання й дисперсії. Література Л.1: с. 107-128.

**Лекція 9.** Біноміальний, геометричний, пуассонівський, рівномірний, показниковий, нормальний розподіли. Література Л.1: с. 129-172.

**Лекція 10.** Функція розподілу випадкового вектора. Щільність розподілу. Сумісний розподіл незалежних випадкових величин.

**Лекція 11.** Багатовимірний гауссів розподіл.

**Лекція 12.** Умовні розподіли випадкових величин. Розподіл суми, мінімуму, максимуму незалежних випадкових величин. Література Л.1: с. 177-220, 362-378.

**Лекція 13.** Збіжність по ймовірності й майже напевно. Збіжність у середньому випадкових величин. Співвідношення між різними видами збіжності. Слабка збіжність випадкових величин.

**Лекція 14.** Нерівності Чебишова і Маркова. Закон великих чисел.

**Лекція 15.** Моделювання випадкових величин. Метод Монте-Карло.

**Лекція 16.** Локальна центральна гранична теорема Муавра-Лапласа. Центральна гранична теорема. Література Л.1: с. 399-430.

**Лекція 17.** Основні поняття і задачі математичної статистики.

**Лекція 18.** Застосування закону великих чисел і центральної граничної теореми до задач статистики.

## 5.2 Практичні заняття

**Практичне заняття 1.** Предмет і задача теорії ймовірностей. Ймовірнісний експеримент. Простір елементарних подій. Випадкові події.

**Практичне заняття 2.** Дискретний ймовірнісний експеримент. Класичне визначення ймовірностей. Геометричне визначення ймовірності, голка Бюффона, задача про зустріч.

**Практичне заняття 3.** Аксиоми теорії ймовірностей і наслідки з них. Умовна ймовірність. Незалежні випадкові події.

**Практичне заняття 4.** Формула повної ймовірності. Формула Байєса.

**Практичне заняття 5.** Поняття випадкової величини. Функція розподілу випадкової величини і її властивості. Дискретні й неперервні випадкові величини. Щільність розподілу. Змішані випадкові величини.

**Практичне заняття 6.** Поняття випадкової величини. Функція розподілу випадкової величини і її властивості. Дискретні й неперервні випадкові величини. Щільність розподілу. Змішані випадкові величини.

**Практичне заняття 7.** Основні числові характеристики випадкової величини.

**Практичне заняття 8.** Біноміальний, геометричний, пуассонівський, рівномірний, показниковий розподіли.

**Практичне заняття 9.** Одновимірний гауссів розподіл.

**Практичне заняття 10.** Функція розподілу випадкового вектора. Щільність розподілу. Сумісний розподіл незалежних випадкових величин.

**Практичне заняття 11.** Багатовимірний гауссів розподіл.

**Практичне заняття 12.** Умовні розподіли випадкових величин. Розподіл суми, мінімуму, максимуму незалежних випадкових величин.

**Практичне заняття 13.** Збіжність по ймовірності й майже напевно. Збіжність у середньому випадкових величин. Співвідношення між різними видами збіжності. Слабка збіжність випадкових величин. Нерівності Чебишова і Маркова.

**Практичне заняття 14.** Закон великих чисел. Моделювання випадкових величин. Метод Монте-Карло.

**Практичне заняття 15.** Локальна центральна гранична теорема Муавра-Лапласа. Центральна гранична теорема.

**Практичне заняття 16.** Основні задачі математичної статистики. Основи теорії оцінювання невідомих параметрів.

**Практичне заняття 17.** Оцінки математичного сподівання, дисперсії, параметрів функції розподілу та їх властивості.

**Практичне заняття 18.** Застосування закону великих чисел і центральної граничної теореми до задач статистики.

## 6. Самостійна робота здобувачів вищої освіти

До самостійної роботи студентів включається підготовка до аудиторних занять шляхом опанування матеріалів лекцій, вивчення базової, додаткової літератури, виконання практичних завдань.

## ПОЛІТИКА ТА КОНТРОЛЬ

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### 7.1. *Форми роботи*

Лекції проводяться з використанням наочних засобів представлення матеріалу та з використанням методичних матеріалів, доступ до яких наявний у здобувачів вищої освіти. Студенти отримують всі матеріали через Google class, кампус чи telegram-групу.

Здобувачі вищої освіти залучаються до обговорення лекційного матеріалу та задають питання, щодо його сутності.

На практичних заняттях застосовуються форми індивідуальної та колективної роботи для реалізації завдань викладача на набуття навичок самостійної практичної роботи.

### 7.2. Правила відвідування занять

Заняття можуть проводитись в навчальних аудиторіях згідно розкладу. Також заняття можуть проводитись онлайн в синхронному режимі з використанням засобів відеозв'язку за умови однозначної ідентифікації здобувача вищої освіти. Проведення занять онлайн повинне бути передбачене відповідним наказом по КПІ ім. Ігоря Сікорського.

За наявності поважних причин здобувач вищої освіти повинен завчасно (за 1 день) повідомити викладача про причини можливого пропуску контрольного заходу.

Якщо завчасно повідомити не вдалось, здобувач вищої освіти протягом одного тижня має зв'язатись із викладачем для погодження форми і порядку усунення заборгованості.

Якщо аудиторне заняття випадає на неробочий день (святковий, пам'ятний тощо), то матеріал такого заняття частково переходить в категорію «Самостійна робота здобувачів вищої освіти», а частково додається до наступного заняття.

### 7.3. Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

#### Заохочувальні бали за:

+5 балів – за активну роботу щонайменше на 5-ти лекціях і/або практичних заняттях (запитання, прохання уточнити аспекти лекційного матеріалу, конструктивне заперечення викладеної інформації та участь в дискусіях, розв'язування задач біля дошки);

Сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів.

Штрафні бали: -2 бали за відсутність відповіді на питання експрес-опитування.

## 8. Політика університету

### 8.1. Політика щодо академічної доброчесності

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

### 8.2. Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

## ОЦІНЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ

Головна частина рейтингу студента формується через активну участь у практичних заняттях та отримання результатів модульної контрольної роботи.

### 9. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

#### 9.1. Види контролю

<i>Вид контролю</i>	<i>Спосіб контролю</i>
<i>Поточний контроль</i>	Частина 1. Перевірка підготовки до практичних занять (експрес-опитування, тестування) Частина 2. Перевірка виконання практичних занять відповідно до розкладу занять, модульна контрольна робота, РГР
<i>Календарний контроль</i>	Проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу

<i>Вид контролю</i>	<i>Спосіб контролю</i>
Семестровий контроль	Залік

## 9.2. Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Головна частина рейтингу студента формується через активну участь у практичних заняттях та отримання результатів контрольних робіт.

### 1) Поточний контроль

Проводяться експрес-опитування за темою заняття. За правильну відповідь студент отримує +2 бали.

Оцінювання здобувача вищої освіти проводиться на практичних заняттях

<i>Контрольний захід</i>	<i>Ваговий бал</i>
Модульна контрольна робота. Ч.1 . Аксиоматика теорії ймовірностей.	40
Модульна контрольна робота. Ч.2 Випадкові величини та їх характеристики	40
РГР	20
Всього за модульну контрольну роботу	80

**Загальний рейтинговий бал дисципліни «Теорія ймовірностей» (максимум 100 балів):**

$$R_{\Sigma} = R_{МКР1} + R_{МКР2} + R_{+} + R_{РГР} + R_{опит},$$

де

$R_{МКР1}$  та  $R_{МКР2}$  – рейтингові бали за 1-шу і 2-гу частини модульної контрольної роботи,

$R_{опит}$  — рейтингові бали за експрес опитування.

$R_{+}$  — заохочувальні бали,

$R_{РГР}$  — бали за РГР.

Остаточний рейтинг не може перевищувати 100 балів.

### 2) Календарний контроль

Здійснюється двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу

<i>Критерій</i>	<i>Перший</i>	<i>Другий</i>
<i>Термін</i>	<i>8-й тиждень</i>	<i>14-й тиждень</i>
Умови отримання позитивного результату	якщо поточний рейтинговий бал складає не менше 50% від максимально можливого балу на момент календарного контролю	якщо поточний рейтинговий бал складає не менше 50% від максимально можливого балу на момент календарного контролю

### 3) Залік

Залік виставляється по сумі балів, набраних протягом семестру.

### 4) таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

<b>Кількість балів</b>	<b>Оцінка</b>
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено:** професор кафедри ІКТС ІТС д. ф.-м. н., с. н. с. Арясова Ольга Вікторівна

**Ухвалено:** засіданням кафедри ІТМ ІТС (протокол №14 від 19.05.2023).

**Погоджено:**

Методичною комісією ІТС (протокол № 4 від 08.06.2023).