

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ  
Кафедра «Автоматизація виробничих процесів»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”  
Ректор ДДМА  
В.Д. Ковалев  
“ 04 ” 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
„ТЕОРІЯ ЙМОВІРНОСТЕЙ,  
ЙМОВІРНІСНІ ПРОЦЕСИ І МАТЕМАТИЧНА СТАТИСТИКА”  
(назва дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»

Спеціальність 123 «Комп’ютерна інженерія»

Освітній рівень – перший (бакалаврський)

ОПП «Комп’ютерні системи та мережі»

Факультет «Машинобудування»

(назва інституту, факультету, відділення)


КРАМАТОРСЬК, 2020

Робоча програма навчальної дисципліни «Теорія ймовірностей, ймовірнісні процеси і математична статистика» для студентів галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія».

Розробник: **Власенко К.В.**, доктор педагогічних наук, професор


Погоджено з групою забезпечення освітньої програми (для обов'язкових дисциплін).

Керівник групи забезпечення:

  
\_\_\_\_\_ О.В. Суботін, к.т.н., доцент


Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри «Автоматизація виробничих процесів», протокол № 10 від 22.06.2020 року.

Завідувач кафедри АВП:

  
\_\_\_\_\_ Г.П. Клименко, д.т.н., професор

Розглянуто і затверджено на засіданні Вченої ради факультету машинобудування, протокол № 01 від 31.08.2020 року.  
20/08

Голова Вченої ради факультету:

  
\_\_\_\_\_ В.Д. Кассов, д.т.н., професор

## І ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1. Актуальність вивчення дисципліни у зв'язку із завданнями професійної діяльності та навчання.

Ймовірнісні методи досить широко використовуються в сучасній електротехніці, радіотехніці, теорії зв'язку, теорії автоматичного регулювання, кібернетиці, обчислювальній техніці, теорії електромеханічних систем й автоматизованих систем управління. Крім того, робота будь-якої автоматизованої системи чи технічного пристрою здійснюється в умовах впливу випадкових факторів та супроводжується випадковими похибками вимірювання тих чи інших параметрів, похибками виконання команд тощо. Проектування подібних систем і вибір їхніх параметрів також не можливі без урахування випадкових факторів. У зв'язку з цим, бакалаврам зі спеціальності «Комп'ютерна інженерія» для дослідження властивостей інформаційних процесів і можливості впливу на них, а також прогнозування результатів такого впливу необхідно бути обізнаними в сфері теорії ймовірностей та випадкових процесів.

1.2. Мета дисципліни – формування когнітивних, афективних та психомоторних компетентностей в сфері навчання студентів ймовірнісно-статистичних методів та методів аналізу випадкових процесів, що пов'язані з дослідженням математичних моделей об'єктів інформатизації й автоматизації виробництва у різних предметних галузях.

1.3. Завдання дисципліни полягає у формуванні здатностей студентів:

– до математичного та логічного мислення, формулювання та досліджування ймовірнісних моделей, обґрунтування вибору ймовірнісно-статистичних методів та методів аналізу випадкових процесів для розв'язування теоретичних і прикладних задач в галузі автоматизації та приладобудування, інтерпретування отриманих результатів в різних предметних галузях (технічного, економічного призначення, тощо);

– здійснювати формалізований опис прикладних задач в галузі автоматизації та приладобудування; доведення розв'язків завдань до практично прийнятних результатів (інтерпретація й оцінка якісних показників, отриманого розв'язку);

– до знаходження характеристик для різних систем масового обслуговування, процесів гибелі і розмноження, обчислення середнього часу життєдіяльності систем у теорії резервування;

– до залучення ймовірнісно-статистичних методів для підтвердження вірогідності даних, що отримані під час експерименту в наукових дослідженнях;

– до побудови логічних висновків; до формування навичок самостійного аналізу фактологічного матеріалу, його критичного осмислення;

– реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій; використовувати сучасні комп'ютерні технології для планування, проведення експерименту, обробки отриманих результатів та з метою комунікації студентів із студентами, студентів із викладачами.

1.3. Передумови для вивчення дисципліни: шкільна математична освіта, курс вищої математики.

1.4. Мова викладання: українська.

1.5. Обсяг навчальної дисципліни та його розподіл за видами навчальних занять:

– загальний обсяг для денної форми навчання становить 120 годин / 4 кредити, в т.ч.: лекції – 30 годин, практичні – 15 годин, самостійна робота студентів – 75 годин;

– загальний обсяг для денної форми прискореного навчання становить 75 годин / 2,5 кредити, в т.ч.: лекції – 18 годин, практичні – 18 годин, самостійна робота студентів – 39 годин.

## II ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Освітня компонента «Теорія ймовірностей, ймовірнісні процеси і математична статистика» повинна сформувати наступні **програмні результати навчання**, що передбачені Освітньо-професійною програмою підготовки бакалаврів «Комп'ютерні системи та мережі»:

– знати та розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж;

– вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей;

– вміти використовувати математичні та фізичні поняття, ідеї та методи під час розв'язання конкретних задач в галузі інформаційних технологій.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Теорія ймовірностей, ймовірнісні процеси і математична статистика» студент повинен продемонструвати достатній рівень сформованості певних результатів навчання через здобуття наступних **програмних компетентностей**:

- загальні: здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу; здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями; здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми; здатність застосовувати математичний апарат, а також теоретичні, методичні й алгоритмічні основи інформаційних технологій під час вирішення прикладних і наукових завдань в області інформаційних систем і технологій;

- фахові: здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу

програмно-технічних засобів, комп'ютерних та кіберфізичних систем, мереж та їхніх компонентів шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання; здатність аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення; знання закономірностей випадкових явищ і вміння застосовувати ймовірно-статистичні методи для вирішення професійних завдань.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен продемонструвати достатній рівень сформованості певних результатів навчання. В узагальненому вигляді їх можна навести так, що після вивчення даної дисципліни студент повинен бути здатним:

- **у когнітивній сфері:**

– розуміти та використовувати евристичні прийоми аналізу, синтезу, аналізу через синтез, класифікації, узагальнення і систематизації тощо;

– до абстрактного мислення, критичного аналізу, оцінки та синтезу нових ідей, до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, до виявлення закономірностей випадкових явищ, застосування методів статистичної обробки даних та оцінювання стохастичних процесів реального світу, до побудови логічних висновків, використання формальних математичних моделей;

– вчитися і оволодівати сучасними знаннями, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;

– застосувати математичні методи обґрунтування та прийняття управлінських і технічних рішень, адекватних умовам, в яких функціонують об'єкти інформатизації й автоматизації виробництва у різних предметних галузях.

– обробляти отримані результати, аналізувати, осмислювати та подавати їх, обґрунтувати запропоновані рішення на сучасному науково-технічному рівні;

– використовувати, розробляти та досліджувати математичні методи та алгоритми обробки даних (статистичні, алгебраїчні, комбінаторні, теоретико-інформаційні та інші), вміння використовувати ймовірно-статистичні методи та методи аналізу випадкових процесів;

- **в афективній сфері:**

– критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, аргументувати на основі теоретичного матеріалу, застосовувати вивчені методи пошуку оптимального розв'язку до відповідних практичних задач; розв'язувати задачі, використовуючи пакети програм з методів оптимізації при використанні комп'ютерів, реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій;

– спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;

– співпрацювати із іншими студентами та викладачем в процесі обговорення проблемних моментів на лекційних та практичних заняттях, при виконанні і захисті індивідуальних завдань; ініціювати і брати участь у

дискусії з питань навчальної дисципліни, розділяти цінності колективної та наукової етики;

- *у психомоторній сфері:*

– самостійно аналізувати і оцінювати математичні методи розв'язування завдань;

– застосовувати ймовірнісно-статистичні методи та методи аналізу випадкових процесів у практичних ситуаціях;

– контролювати результати власних зусиль в навчальному процесі та коригувати (за допомогою викладача) ці зусилля для ліквідації пробілів у засвоєнні навчального матеріалу або формуванні вмінь;

– самостійно здійснювати пошук, систематизацію, узагальнення навчального матеріалу, розробляти варіанти розв'язування завдань й обирати найбільш раціональні з них.

Формулювання результатів навчання із їх розподілом за темами представлені нижче:

| Тема | Зміст програмного результату навчання  |
|------|--|
| 1    | <p><i>У когнітивній сфері:</i><br/>студент здатний</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пояснити сутність ймовірностей подій з використанням класичного, геометричного означення ймовірності, формул повної ймовірності та Байєса;</li> <li>• з'ясувати різницю між діями над подіями;</li> <li>• пояснити сутність формул повної ймовірності та Байєса;</li> <li>• продемонструвати знання функції і густини розподілу ймовірностей, числових характеристик, розв'язування завдань на рівномірний, нормальний, показниковий розподіли;</li> <li>• продемонструвати розуміння математичного моделювання складання й аналізу математичних моделей до ймовірнісно-стохастичних завдань (переклад завдань математичною мовою);</li> <li>• здійснити доведення розв'язків завдань до практично прийнятних результатів (інтерпретація й оцінка отриманого розв'язку)</li> <li>• студент здатний продемонструвати знання щодо використання хмарних розрахункових програм до дослідження розв'язування певних математичних моделей та обчислення математичних характеристик випадкових величин;</li> </ul> <p><i>в афективній сфері</i><br/>студент здатний:</p> <p>критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, аргументувати на основі теоретичного матеріалу, застосовувати вивчені методи математичного моделювання, складання й аналізу математичних моделей до ймовірнісно-стохастичних завдань (переклад завдань математичною мовою), під час пошуку оптимального розв'язку до відповідних практичних задач; розв'язувати задачі на обчислення математичних характеристик випадкових величин, використовуючи пакети програм, реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій;</p> <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• студент здатний оформити проект на застосування законів розподілу випадкових величин та елементів математичної статистики.</li> </ul> |
| 2    | <p><i>У когнітивній сфері:</i><br/>студент здатний</p>   |

| Тема | Зміст програмного результату навчання   |
|------|---|
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• продемонструвати розуміння основних характеристик випадкових процесів;</li> <li>• продемонструвати знаходження основних характеристик випадкових процесів;</li> <li>• з'ясувати різницю ергодичності та стаціонарності випадкових процесів;</li> <li>• продемонструвати вміння побудови графів станів системи для Марковських ланцюгів і складання матриць перехідних ймовірностей;</li> <li>• продемонструвати розуміння математичного моделювання за допомогою ланцюгів Маркова; усвідомлювати математичні методи обчислення характеристик для різних систем масового обслуговування, процесів гибелі і розмноження, обчислення середнього часу життєдіяльності систем у теорії резервування</li> <li>• продемонструвати знання щодо використання хмарних розрахункових програм до знаходження граничних ймовірностей станів у стаціонарному режимі для ланцюга Маркова;<br/><i>в афективній сфері</i><br/>студент здатний: <ul style="list-style-type: none"> <li>• критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, аргументувати на основі теоретичного матеріалу, застосовувати вивчені методи знаходження характеристик для різних систем масового обслуговування, процесів гибелі і розмноження, обчислення середнього часу життєдіяльності систем у теорії резервування; реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій;<br/><i>у психомоторній сфері:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• студент здатний оформити проект по дослідженню математичних моделей випадкових процесів.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |

### III ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

#### 3.1. Розподіл обсягу дисципліни за видами навчальних занять та темами (денна повна форма навчання)

| № з/п   | Назви змістових модулів і тем  | Кількість годин (денна форма) |        |       |     |     |
|---|--|-------------------------------|--------|-------|-----|-----|
|   |  | Усього                        | в т.ч. |       |     |     |
|   |  |                               | Л      | П (С) | Лаб | СРС |
| 1   | 2  | 3                             | 4      | 5     | 6   | 7   |
| <b>Змістовий модуль 1 «Теорія ймовірностей, елементи математичної статистики»</b> |  |                               |        |       |     |     |
| 1   | Елементи комбінаторики. Правило додавання. Правило множення.   | 9                             | 2      | 1     |     | 6   |
| 2   | Випадкова, неможлива та достовірна події. Відносна частота події. Властивість статистичної стійкості відносно частоти. Класичне, статистичне та геометричне означення ймовірності події. | 7                             | 2      | 1     |     | 4   |
| 3   | Алгебра подій. Повна група подій. Формула повної ймовірності, формула Байеса.  | 7                             | 2      | 1     |     | 4   |
| 4   | Повторення випробувань. Формула Бернуллі. Граничні теореми у схемі Бернуллі.   | 7                             | 2      | 1     |     | 4   |

| 1  | 2   | 3          | 4         | 5         | 6 | 7         |
|--|---|------------|-----------|-----------|---|-----------|
| 5  | Поняття неперервної і дискретної випадкової величини, закону розподілу, їх графічне зображення  | 7          | 2         | 1         |   | 4         |
| 6  | Неперервні випадкові величини. Щільність розподілу та її властивості.   | 9          | 2         | 1         |   | 6         |
| 7  | Генеральна і вибірка сукупності. Статистичний розподіл вибірки. Вибіркові характеристики. Емпірична функція розподілу. Полігон і гістограма.  | 7          | 2         | 1         |   | 4         |
| 8  | Поняття статистичної гіпотези і статистичного критерію. Поняття незалежних випадкових величин, регресії і кореляції. Означення вибіркового коефіцієнта кореляції, його властивості. | 7          | 2         | 1         |   | 4         |
| <b>Змістовий модуль 2 «Теорія випадкових процесів»</b> |   |            |           |           |   |           |
| 9  | Основні задачі теорії випадкових процесів. Поняття випадкового процесу.   | 8          | 2         | 1         |   | 5         |
| 10   | Кореляційна функція ВП, її властивості.   | 10         | 2         | 1         |   | 7         |
| 11   | Опис Марковського процесу з дискретними станами й безперервним часом.   | 8          | 2         | 1         |   | 5         |
| 12   | Потоки загибелі й розмноження. Граф станів. Стаціонарний режим для Марковського процесу загибелі й розмноження. Процес Пуассона.  | 8          | 2         | 1         |   | 5         |
| 13   | Теорія резервування   | 8          | 2         | 1         |   | 5         |
| 14   | Задачі теорії надійності.   | 8          | 2         | 1         |   | 5         |
| 15   | Задачі теорії масового обслуговування. Класифікація систем масового обслуговування.   | 10         | 2         | 1         |   | 7         |
| <b>Усього годин</b>                                    |   | <b>120</b> | <b>30</b> | <b>15</b> |   | <b>75</b> |

Розподіл обсягу дисципліни за видами навчальних занять та темами  
(денна прискорена форма навчання)

| № з/п   | Назви змістових модулів і тем   | Кількість годин<br>(денна прискорена форма) |        |       |     |     |
|---|---|---|--------|-------|-----|-----|
|   |   | Усього                                      | в т.ч. |       |     |     |
|   |   |   | Л      | П (С) | Лаб | СРС |
| 1   | 2   | 3   | 4      | 5     | 6   | 7   |
| <b>Змістовий модуль 1 «Теорія ймовірностей, елементи математичної статистики»</b> |   |   |        |       |     |     |
| 1   | Елементи комбінаторики. Правило додавання. Правило множення.  | 5   | 1      | 1     |     | 3   |
| 2   | Випадкова, неможлива та достовірна події. Відносна частота події. Властивість статистичної стійкості відносної частоти. Класичне, статистичне та геометричне означення ймовірності події. | 5   | 1      | 1     |     | 3   |



| 1  | 2   | 3         | 4         | 5         | 6 | 7         |
|--|---|-----------|-----------|-----------|---|-----------|
| 3  | Алгебра подій. Повна група подій. Формула повної ймовірності, формула Байеса.   | 5         | 1         | 1         |   | 3         |
| 4  | Повторення випробувань. Формула Бернуллі. Граничні теореми у схемі Бернуллі.  | 5         | 1         | 1         |   | 3         |
| 5  | Поняття неперервної і дискретної випадкової величини, закону розподілу, їх графічне зображення  | 5         | 1         | 1         |   | 3         |
| 6  | Неперервні випадкові величини. Щільність розподілу та її властивості.   | 5         | 1         | 1         |   | 3         |
| 7  | Генеральна і вибіркова сукупності. Статистичний розподіл вибірки. Вибіркові характеристики. Емпірична функція розподілу. Полігон і гістограма.                                      | 2         | 0.5       | 0.5       |   | 1         |
| 8  | Поняття статистичної гіпотези і статистичного критерію. Поняття незалежних випадкових величин, регресії і кореляції. Означення вибіркового коефіцієнта кореляції, його властивості. | 2         | 0.5       | 0.5       |   | 1         |
| 9  | Методи обробки даних експерименту   | 5         | 1         | 1         |   | 3         |
| <b>Змістовий модуль 2 «Теорія випадкових процесів»</b> |   |           |           |           |   |           |
| 10   | Основні задачі теорії випадкових процесів. Поняття випадкового процесу.   | 5         | 1         | 1         |   | 3         |
| 11   | Кореляційна функція ВП, її властивості.   | 5         | 1         | 1         |   | 3         |
| 12   | Опис Марковського процесу з дискретними станами й безперервним часом.   | 5         | 1         | 1         |   | 3         |
| 13   | Потоки загибелі й розмноження. Граф станів. Стаціонарний режим для Марковського процесу загибелі й розмноження. Процес Пуассона.  | 5         | 1         | 1         |   | 3         |
| 14   | Теорія резервування   | 5         | 2         | 2         |   | 1         |
| 15   | Задачі теорії надійності.   | 5         | 2         | 2         |   | 1         |
| 16   | Задачі теорії масового обслуговування. Класифікація систем масового обслуговування.   | 6         | 2         | 2         |   | 2         |
| <b>Усього годин</b>                                    |   | <b>75</b> | <b>18</b> | <b>18</b> |   | <b>39</b> |

Л – лекції, П (С) – практичні (семінарські) заняття, Лаб – лабораторні заняття, СРС – самостійна робота студентів.

### 3.2. Тематика лекційних занять

#### МОДУЛЬ 1

**Тема 1.1.** Елементи комбінаторики. Правило додавання. Правило множення.  
**Лекція 1.** Елементи комбінаторики. Правило додавання. Правило множення.  
 Основна література: [3], розділ 2, тема 2.1, п. з. 2.1.1;

[9], глава 1, § 4.

Додаткова література: [12], розділ 1, глава 1, § 1.5.

Завдання на СРС: Комбінації елементів з повтореннями.

**Тема 1.2.** Випадкова, неможлива та достовірна події. Відносна частота події. Властивість статистичної стійкості відносної частоти. Класичне, статистичне та геометричне означення ймовірності події.

**Лекція 2.** Випадкова, неможлива та достовірна події. Відносна частота події. Властивість статистичної стійкості відносної частоти. Класичне, статистичне та геометричне означення ймовірності події.

Основна література: [3], розділ 2, тема 2.1, п. з. 2.1.1;

[8], глава 1, § 1,2;

[9], глава 1, § 1-8.

Додаткова література: [1], глава 1;

[7], глава 2, § 2.1-2.5;

[12], розділ 1, глава 1, § 1.1-1.4.

Завдання на СРС: Задача про зустріч.

**Тема 1.3.** Алгебра подій.

**Лекція 3.** Алгебра подій.

Залежні та незалежні події.

Умовна ймовірність.

Теорема множення ймовірностей.

Сумісні та несумісні події.

Теорема додавання ймовірностей.

Ймовірність появи хоча б однієї події.

Основна література: [3], розділ 2, тема 2.1, п. з. 2.1.2;

[8], глава 2, § 1,2;

[9], глава 2, § 1-3, глава 3, § 1-5.

Додаткова література: [1], глава 1;

[7], глава 3, § 3.1-3.3;

[12], розділ 1, глава 1, § 1.8, 1.9.

Завдання на СРС: Теорема додавання ймовірностей для трьох сумісних подій.

**Тема 1.4.** Повна група подій. Формула повної ймовірності, формула Байеса.

**Лекція 4.** Повна група подій. Формула повної ймовірності, формула Байеса.

Основна література: [3], розділ 2, тема 2.1, п. з. 2.1.2;

[8], глава 2, § 3, 4;

[9], глава 4, § 2, 3.

Додаткова література: [7], глава 3, § 3.4, 3.5;

[12], розділ 1, глава 1, § 1.11.

Завдання на СРС: Частотна інтерпретація формули Байеса.

**Тема 1.5.** Повторення випробувань. Формула Бернуллі. Граничні теореми у схемі Бернуллі.

**Лекція 5.** Повторення випробувань. Формула Бернуллі. Граничні теореми у схемі Бернуллі.

Локальна теорема Муавра, інтегральна теорема Муавра-Лапласа, теорема Пуассона.

Найімовірніше число появ події в незалежних випробуваннях.

Основна література: [3], розділ 2, тема 2.2, п. з. 2.2.1, 2.2.2;

[8], глава 4, § 1-3, глава 6, § 1, 2;

[9], глави 6-8, 10.

Додаткова література: [1], глава 2;  
[7], глава 5, § 5.1-5.9, глава 10;  
[12], розділ 1, глава 3, § 3.1-3.5, глава 4, § 4.1, 4.2.

Завдання на СРС: Відхилення відносної частоти від постійної ймовірності в незалежних випробуваннях.

**Тема 1.6.** Поняття неперервної і дискретної випадкової величини, закону розподілу, їх графічне зображення.

**Лекція 6.** Поняття неперервної і дискретної випадкової величини, закону розподілу, їх графічне зображення.

Біноміальний закон розподілу.

Розподіл Пуассона.

Функція розподілу випадкової величини та її властивості.

Числові характеристики дискретних випадкових величин.

Математичне сподівання та його властивості.

Дисперсія випадкової величини та її властивості.

Середнє квадратичне відхилення.

Основна література: [3], розділ 2, тема 2.2, п. з. 2.2.3;  
[8], глава 6, § 1-3, 5;  
[9], глави 10-12.

Додаткова література: [1], глава 3;  
[7], глави 5, 6, 10;  
[12], розділ 1, глава 3, § 3.5, 3.6, глава 4, § 4.7.

Завдання на СРС: Геометричний і гіпергеометричний розподіли.

**Тема 1.7.** Неперервні випадкові величини. Щільність розподілу та її властивості.

**Лекція 7.** Неперервні випадкові величини. Щільність розподілу та її властивості.

Числові характеристики неперервних випадкових величин.

Нормальний закон розподілу, його графічне зображення і числові характеристики.

Ймовірність попадання нормально розподіленої випадкової величини у заданий інтервал.

Ймовірність заданого відхилення.

Правило трьох сигм.

Основна література: [3], розділ 2, тема 2.2, п. з. 2.2.3;  
[8], глава 6, § 1-3, 5;  
[9], глави 10-12.

Додаткова література: [1], глава 3;  
[7], глави 5, 6, 10;  
[12], розділ 1, глава 3, § 3.5, 3.6, глава 4, § 4.7.

Завдання на СРС: Показниковий розподіл, його числові характеристики.

**Тема 1.8.** Генеральна і вибірка сукупності. Статистичний розподіл вибірки. Вибіркові характеристики. Емпірична функція розподілу. Полігон і гистограма.

**Лекція 8.** Генеральна і вибірка сукупності. Статистичний розподіл вибірки. Вибіркові характеристики. Емпірична функція розподілу. Полігон і гистограма.

Основна література: [3], розділ 2, тема 2.3, п. з. 2.3.1;  
[8], глава 9, § 1-3;  
[9], глава 15.

Додаткова література: [1], глава 5;  
[7], глава 7, § 7.1-7.4;  
[12], розділ 2, глава 8, глава 9, § 9.1-9.3

Завдання на СРС: Полігон і гистограма відносних частот.

**Тема 1.9** Точкові оцінки.

**Лекція 9.** Точкові оцінки.

Вибіркове середнє, вибіркова дисперсія, вибіркове середнє квадратичне відхилення.  
Зміщені та незміщені оцінки.

Довірча ймовірність і довірчий інтервал.

Довірчі інтервали для параметрів нормального розподілу.

Основна література: [8], глава 10, §1, 4;

[9], глава 16, § 1-18.

Додаткова література: [1], глава 5;

[7], глава 14, § 14.2, § 14.3.

Завдання на СРС: Метод моментів для точкової оцінки параметрів розподілу.

**Тема 1.10** Поняття статистичної гіпотези і статистичного критерію. Поняття незалежних випадкових величин, регресії і кореляції. Означення вибіркового коефіцієнта кореляції, його властивості.

**Лекція 10.** Поняття статистичної гіпотези і статистичного критерію. Поняття незалежних випадкових величин, регресії і кореляції. Означення вибіркового коефіцієнта кореляції, його властивості.

Основна література: [8], глави 12, 13;

[9], глава 18, § 1-13, глава 19.

Додаткова література: [1], глава 4;

[7], глава 8, § 8.1-8.6;

[12], розділ 2, глави 10, 12, 13, § 13.1-13.3.

Завдання на СРС: Вибірковий коефіцієнт рангової кореляції Спірмена.

## МОДУЛЬ 2

**Тема 2.1** Основні задачі теорії випадкових процесів. Поняття випадкового процесу.

**Лекція 11.** Основні задачі теорії випадкових процесів. Поняття випадкового процесу.

Реалізація й перетин випадкового процесу.

Класифікація випадкових процесів за часом і по станах.

Закони розподілу й основні характеристики випадкових процесів.

Основна література: [3], розділ 3, тема 3.1, п. з. 3.1.1;

[8], глава 16;

[9], глава 23, § 1-7.

Додаткова література: [2], с.7-12;

[6], глава 1, § 1.1, 1.2;

[7], глава 15, § 15.1-15.8;

[12], розділ 2, глава 7, § 7.1.

Завдання на СРС: Характеристики суми випадкових функцій.

**Тема 2.2.** Кореляційна функція ВП, її властивості.

**Лекція 12.** Кореляційна функція ВП, її властивості.

Нормована кореляційна функція. Взаємна кореляційна функція.

Некорельовані ВП. Поняття стаціонарного ВП. Поняття ергодичного ВП.

Пуассонівський потік подій. Найпростіший потік подій.

Основна література: [8], глави 16, 17;

[9], глава 23, § 3-15, глава 24.

Додаткова література: [2], с.7-14; [6], глава 1, § 1.3, 1.4;

[12], розділ 2, глава 7, § 7.1.

Завдання на СРС: Властивості взаємної кореляційної функції.

**Тема 2.3.** Опис Марковського процесу з дискретними станами й безперервним часом.

**Лекція 13.** Опис Марковського процесу з дискретними станами й безперервним часом.

Однорідний і неоднорідний Марковські процеси.

Закон розподілу й числові характеристики однократного перебування Марковського ВП із безперервним часом і дискретними станами в довільній підмножині станів.

Основна література: [3], розділ 3, тема 3.1, п. з. 3.1.2;  
[9], глава 22.

Додаткова література: [2], с.18-24;  
[6], глава 8, 9;  
[12], розділ 2, глава 7, § 7.3, 7.4.

Завдання на СРС: Приклади застосування моделей Марковських процесів в різних галузях науки і техніки.

**Тема 2.4.** Потоки загибелі й розмноження. Граф станів. Стаціонарний режим для Марковського процесу загибелі й розмноження. Процес Пуассона.

**Лекція 14.** Потоки загибелі й розмноження. Граф станів. Стаціонарний режим для Марковського процесу загибелі й розмноження. Процес Пуассона.

Основна література: [3], розділ 3, тема 3.2, п. з. 3.2.1.

Додаткова література: [2], с.14-16;  
[12], розділ 2, глава 7, § 7.6.

Завдання на СРС: Граничні ймовірності процесу загибелі й розмноження в стаціонарному режимі.

**Тема 2.5.** Задачі теорії масового обслуговування. Класифікація систем масового обслуговування.

**Лекція 15.** Задачі теорії масового обслуговування. Класифікація систем масового обслуговування.

Основна література: [3], розділ 3, тема 3.2, п. з. 3.2.1, 3.2.2;  
[7], глава 19;

Додаткова література: [12], розділ 2, глава 7, § 7.2, 7.7.

Завдання на СРС: Характеристики ефективності функціонування систем.

### 3.3. Тематика практичних / семінарських / лабораторних занять

| № з/п | Вид і тема заняття   |
|-------|--|
| 1     | Елементи комбінаторики. Правило додавання. Правило множення.   |
| 2     | Випадкова, неможлива та достовірна події. Відносна частота події. Властивість статистичної стійкості відносної частоти. Класичне, статистичне та геометричне означення ймовірності події.  |
| 3     | Алгебра подій. Залежні та незалежні події. Умовна ймовірність. Теорема множення ймовірностей. Сумісні та несумісні події. Теорема додавання ймовірностей. Ймовірність появи хоча б однієї події. Повна ймовірність, формула Байеса |
| 4     | Повторення випробувань. Формула Бернуллі. Граничні теореми у схемі Бернуллі. Локальна теорема Муавра, інтегральна теорема Муавра-Лапласа, теорема Пуассона. Найімовірніше число появ події в незалежних випробуваннях.             |
| 5     | Поняття неперервної і дискретної випадкової величини, закону розподілу, їх   |

| № з/п | Вид і тема заняття   |
|-------|--|
|       | графічне зображення. Біноміальний закон розподілу. Розподіл Пуассона. Функція розподілу випадкової величини та її властивості. Числові характеристики дискретних випадкових величин. Математичне сподівання та його властивості. Дисперсія випадкової величини та її властивості. Середнє квадратичне відхилення.  |
| 6     | Неперервні випадкові величини. Щільність розподілу та її властивості. Числові характеристики неперервних випадкових величин. Нормальний закон розподілу, його графічне зображення і числові характеристики. Ймовірність попадання нормально розподіленої випадкової величини у заданий інтервал. Ймовірність заданого відхилення. Правило трьох сигм.                          |
| 7     | Генеральна і вибіркова сукупності. Статистичний розподіл вибірки. Вибіркові характеристики. Емпірична функція розподілу. Полігон і гістограма. Точкові оцінки. Вибіркове середнє, вибіркова дисперсія, вибіркове середнє квадратичне відхилення. Зміщені та незміщені оцінки. Довірча ймовірність і довірчий інтервал. Довірчі інтервали для параметрів нормального розподілу. |
| 8     | Поняття статистичної гіпотези і статистичного критерію. Поняття незалежних випадкових величин, регресії і кореляції. Означення вибіркового коефіцієнта кореляції, його властивості. Методи обробки даних експерименту  |
| 9     | Основні задачі теорії випадкових процесів. Поняття випадкового процесу. Реалізація й перетин випадкового процесу. Класифікація випадкових процесів за часом і по станах. Закони розподілу й основні характеристики випадкових процесів.  |
| 10    | Кореляційна функція ВП, її властивості. Нормована кореляційна функція. Взаємна кореляційна функція. Некорельовані ВП. Поняття стаціонарного ВП.  |
| 11    | Опис Марковського процесу з дискретними станами й безперервним часом. Однорідний і неоднорідний Марковські процеси. Закон розподілу й числові характеристики однократного перебування Марковського ВП із безперервним часом і дискретними станами в довільній підмножині станів.   |
| 12    | Потоки загибелі й розмноження. Граф станів. Стаціонарний режим для Марковського процесу загибелі й розмноження. Процес Пуассона.   |
| 13    | Резервування систем.   |
| 14    | Поняття надійності. Задачі теорії надійності.  |
| 15    | Задачі теорії масового обслуговування. Класифікація систем масового обслуговування.  |

### 3.3 Перелік індивідуальних завдань

| № з/п | Назва теми або тем, з яких виконується індивідуальне завдання  | Назва і вид індивідуального завдання   |
|-------|--|--|
| 1     | Генеральна і вибіркова сукупності. Статистичний розподіл вибірки. Вибіркові характеристики. Емпірична функція розподілу. Полігон і гістограма. | завдання-кейс по дослідженню математичних моделей випадкових процесів «Аналітичні і графічні характеристики вибірки» |
| 2     | Теорія резервування  | завдання-кейс по дослідженню математичних моделей випадкових процесів «Резервування системи»                         |

#### IV КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

##### 4.1. Перелік обов'язкових контрольних точок для оцінювання знань студентів денної форми навчання

| №                    | Назва і короткий зміст контрольного заходу | Max балів | Характеристика критеріїв досягнення результатів навчання для отримання максимальної кількості балів   |
|----------------------|--|-----------|---|
| 1                    | Індивідуальне завдання №1                  | 20        | Студент здатний обчислити основні аналітичні та побудувати геометричні характеристики вибірки і проаналізувати отримані результати.   |
| 2                    | Модульна контрольна робота №1              | 30        | Студент виконав завдання-кейс, що відповідає програмним результатам навчання за темами змістового модуля №1   |
| 3                    | Індивідуальне завдання №2                  | 20        | Студент здатний правильно обчислити характеристики процесу резервування використовуючи відомі інструменти математичного моделювання, оформити і проаналізувати отримані результати. |
| 4                    | Модульна контрольна робота №2              | 30        | Студент виконав завдання-кейс, що відповідає програмним результатам навчання за темами змістового модуля №2   |
| Поточний контроль    |  | 100       | -   |
| Підсумковий контроль |  | 100       | Студент виконав тестові та розрахункові завдання та навів аргументовані відповіді на ситуаційні завдання, що відповідають програмним результатам навчання з дисципліни              |
| Всього               |  | 100       | -   |

##### 4.2. Перелік обов'язкових контрольних точок для оцінювання знань студентів денної прискореної форми навчання

| №                    | Назва і короткий зміст контрольного заходу | Max балів | Характеристика критеріїв досягнення результатів навчання для отримання максимальної кількості балів  |
|----------------------|--|-----------|--|
| 1                    | Модульна контрольна робота №1              | 50        | Студент виконав завдання-кейс, що відповідає програмним результатам навчання за темами змістового модуля №1  |
| 1                    | Модульна контрольна робота №2              | 50        | Студент виконав завдання-кейс, що відповідає програмним результатам навчання за темами змістового модуля №2  |
| Поточний контроль    |  | 100       | -  |
| Підсумковий контроль |  | 100       | Студент виконав тестові та розрахункові завдання та навів аргументовані відповіді на ситуаційні завдання, що відповідають програмним результатам навчання з дисципліни |
| Всього               |  | 100       | -  |

#### 4.3. Перелік обов'язкових контрольних точок для оцінювання знань студентів дистанційної форми навчання

| №      | Назва і короткий зміст контрольного заходу  | Max балів | Характеристика критеріїв досягнення результатів навчання для отримання максимальної кількості балів  |
|--------|---|-----------|--|
| 1      | Тестова контрольна робота, яка виконується студентом індивідуально в системі Moodle | 40        | Студент виконав тестові завдання, що відповідають програмним результатам навчання з дисципліни   |
| 2      | Письмовий екзамен (залік)   | 60        | Студент виконав аналітично-розрахункові завдання та навів аргументовані відповіді на ситуаційні завдання, що відповідають програмним результатам навчання з дисципліни |
| Всього |   | 100       | -  |

#### 4.4. Критерії оцінювання сформованості програмних результатів навчання під час підсумкового контролю

| Синтезований опис компетентностей   | Типові недоліки, що зменшують рівень досягнення програмного результату   |
|---|--|
| <p><b>Когнітивні:</b><br/>-студент здатний продемонструвати: здатність до абстрактного мислення, критичного аналізу, оцінки та синтезу нових ідей, до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, до виявлення закономірностей випадкових явищ, застосування методів статистичної обробки даних та оцінювання стохастичних процесів реального світу, до побудови логічних висновків, використання формальних математичних моделей;</p> <p>-вміння застосувати математичні методи обґрунтування та прийняття управлінських і технічних рішень, адекватних умовам, в яких функціонують об'єкти інформатизації й автоматизації виробництва у різних предметних галузях.</p> <p>-вміння обробляти отримані результати, аналізувати, осмислювати та подавати їх, обґрунтувати запропоновані рішення на сучасному науково-технічному рівні;</p> <p>-вміння використовувати, розробляти та досліджувати математичні методи та алгоритми обробки даних (статистичні, алгебраїчні, комбінаторні, теоретико-інформаційні та інші); вміння використовувати ймовірнісно-статистичні методи та методи аналізу випадкових процесів.</p> | 75-89% - студент припускається арифметичних помилок у розрахунках або несуттєвих фактичних помилок при побудові логічних висновків, не володіє знаннями щодо особливостей окремих процедур застосування методів статистичної обробки даних та оцінювання стохастичних процесів реального світу. Студент припускається суттєвих помилок при використанні формальних математичних моделей; |
|   | 55-74% - студент робить суттєві помилки у розрахунках, змісті напрямів і процедур застосування методів статистичної обробки даних та оцінювання стохастичних процесів реального світу. Припускається помилок при побудові логічних висновків, не вмє обробляти отримані результати, аналізувати, осмислювати та подавати їх.   |
|   | менше 55% - студент невірно визначає напрями застосування методів статистичної обробки даних та оцінювання стохастичних процесів, не володіє методикою розрахунків, не може самостійно підібрати процедуру застосування методів статистичної обробки даних та оцінювання стохастичних процесів   |
| <p><b>Афективні:</b><br/>студент здатний:<br/>-критично осмислювати лекційний та позалекційний навчальний матеріал, аргументувати на основі теоретичного матеріалу, застосовувати вивчені методи пошуку оптимального розв'язку до відповідних практичних задач; розв'язувати задачі, використовуючи пакети програм з методів оптимізації при використанні комп'ютерів, реалізовувати високопродуктивні</p>  | 75-89% - студент припускається певних логічних помилок в аргументації власної позиції в дискусіях та під час виконання ситуаційних завдань, відчуває певні складнощі у поясненні фахівцю окремих аспектів професійної проблематики   |
|   | 55-74% - студент припускається істотних логічних помилок в аргументації власної позиції, слабо виявляє ініціативу до участі у дискусії; відчуває істотні складнощі при   |



| Синтезований опис компетентностей   | Типові недоліки, що зменшують рівень досягнення програмного результату  |
|---|---|
| обчислення на основі хмарних сервісів і технологій;<br>-під час пошуку оптимального розв'язку до відповідних практичних задач; розв'язувати задачі на обчислення математичних характеристик випадкових величин, використовуючи пакети програм, реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій;<br>-спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.                | поясненні фахівцю або нефахівцю окремих аспектів професійної проблематики<br>менше 55% - студент не здатний продемонструвати володіння логікою та аргументацією у відповідях, не виявляє ініціативи до участі у дискусії, не здатний пояснити нефахівцю суть відповідних проблем професійної діяльності; виявляє зневагу до етики навчального процесу.  |
| <b>Психомоторні:</b><br>студент здатний:<br>-самостійно аналізувати і оцінювати математичні методи розв'язування завдань;<br>-застосовувати ймовірно-статистичні методи та методи аналізу випадкових процесів у практичних ситуаціях;<br>-самостійно здійснювати пошук, систематизацію, узагальнення навчального матеріалу, розробляти варіанти розв'язування завдань й обирати найбільш раціональні з них. | 75-89% - студент припускається певних помилок у стандартних методичних підходах та відчуває ускладнення при їх модифікації за зміни вихідних умов навчальної або прикладної ситуації<br>55-74% - студент відчуває ускладнення при модифікації стандартних методичних підходів за зміни вихідних умов навчальної або прикладної ситуації<br>менше 55% - студент нездатний самостійно застосовувати ймовірно-статистичні методи та методи аналізу випадкових процесів у практичних ситуаціях, виконувати індивідуальні завдання, проявляє ознаки академічної не добросесності при виконанні роботи. |

## V ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

| № | Назва і короткий зміст контрольного заходу | Характеристика змісту засобів оцінювання  |
|---|--|---|
| 1 | Індивідуальне завдання                     | Проект (завдання-кейс) по дослідженню математичних моделей випадкових процесів  |
| 2 | Модульна контрольна робота                 | -стандартизовані тести;<br>-задачі, що вимагають пояснення під час створення математичних моделей та використання розрахункових програм для розв'язування моделей |
|   | Підсумковий контроль                       | -стандартизовані тести;<br>-задачі, що вимагають пояснення під час створення математичних моделей та використання розрахункових програм для розв'язування моделей |

## VI РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

### Основна література

1. Власенко К. Теорія ймовірності та математична статистика: навч. посіб. для студентів технічних ВНЗ / К. Власенко, Н. Грудкіна, С. Шевцов, О. Чумак, – Краматорськ : ДДМА, 2018. – 165 с.
2. Власенко К.В. Практичні заняття з теорії ймовірностей, ймовірнісних процесів та математичної статистики : Навч.-метод. посібник / К.В. Власенко, О.О. Чумак. – Донецьк : «Ноулідж», 2014. – 176 с.

3. Бугір М. К. Теорія ймовірності та математична статистика : посібник для студентів економічних спеціальностей вузів / М. К. Бугір. – Тернопіль : Підручники і посібники, 1998. – 176 с. – ISBN 966-562-175-0/.
4. Венецкий И. Г., Теория вероятностей и математическая статистика / И. Г. Венецкий, Г. С. Кильдишев. – М. : Статистика. 1975. – 346 с.
5. Вентцель Е.С. Курс теории случайных процессов / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1975. – 375 с.
6. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. / Е. С Вентцель, Л. А. Овчаров. – М. : Наука, 1969. – 432 с.
7. Гмурман, В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике / В. Е. Гмурман. – М. : Высш. шк., 1979. – 400 с.
8. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. – М: . Высш. шк., 1979. – 479 с.
9. Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейпер, Г. Смит. – М. : Финансы и статистика, 1986. – Том 1. – 432 с.
10. Карасёв А. И. Теория вероятностей и математическая статистика / А. И. Карасёв. – М. : Статистика, 1970.– 368 с.
11. Кремер Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов. / Н. Ш. Кремер. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 543 с. – ISBN 5-238-00141-X.
12. Чистяков В. П. Курс теории вероятностей / В. П. Чистяков. – М. : Наука, 1982. – 224 с.

#### Допоміжна література

1. Астахов В.М. Теорія ймовірностей і математична статистика :навчальний посібник для студентів денного і заочного відділень / В.М. Астахов, Г.С. Буланов. В.О. Паламарчук. – Краматорськ : ДДМА, 2009. – 64 с.
2. Астахов В.Н. Теория случайных процессов: Учебное пособие для студентов дневной и заочной форм обучения. / В.Н. Астахов В.Н., Г.С. Буланов. – Краматорск : ДГМА, 2006. – 52 с.

#### Web-ресурси

1. Власенко К. В. Навчальний ресурс. Режим доступу: [http://vmdbi.net.ua/education\\_metod\\_complex/](http://vmdbi.net.ua/education_metod_complex/).
2. Moodle. - Режим доступа: <http://www.dgma.donetsk.ua/golovna.html>.
3. Higher School Mathematics Teacher <http://formathematics.com/>.
4. LinkedIn Learning [Lynda] <https://www.linkedin.com/learning>.
5. Udemy <https://www.udemy.com/>.
6. Coursera <https://www.coursera.org/>.
7. edX <https://www.edx.org/>.
8. FutureLearn <https://www.futurelearn.com/>.

## Зразки завдань модульних контролів

### Модуль 1

#### ТЕСТ № 1

1. З урни, що містить 5 куль з номерами 1, 2,..., 5 витягли навмання 4 кулі. Яка ймовірність того, що всі номери добутих куль непарні? **(5 балів)**

2. Лабораторія отримала два прилада, причому ймовірність того, що прибор полагоджений, складає для першого прилада 0.75, а для другого - 0,8. Знайти ймовірність того, що при перевірці хоча б один прилад виявиться полагодженим. **(6 балів)**

3. На станцію очистки стічних вод 30% стока надходить з першого підприємства, 40% - з другого і інше - з третього. Ймовірність появи в стічних водах солей важких металів для першого, другого и третього підприємств відповідно дорівнює 0.01, 0.02 і 0.04. Визначити ймовірність появи солей важких металів у всьому стоці. **(6 балів)**

4. Будівельна організація має п'ять бульдозерів, для кожного з них ймовірність безвідмовної роботи на протязі деякого часу  $T$  дорівнює 0.9. Визначити ймовірність події: за час  $T$  два бульдозера будуть мати потребу в проведенні ремонту. **(6 балів)**

5. Дискретна випадкова величина  $X$  може набувати значень  $x_1=-2$ ,  $x_2=3$ ,  $x_3=5$  з відповідними ймовірностями  $p_1=0,3$ ;  $p_2=0,4$ ;  $p_3$ . Знайти значення ймовірності  $p_3$ , закон розподілу  $X$ , математичне сподівання  $M(X)$  та дисперсію  $D(X)$ . **(7 балів)**

6. Неперервна випадкова величина  $X$  розподілена за законом

$$f(x) = \begin{cases} 0 & , \quad x \leq 0 \\ C_1 x + C_0 & , \quad 0 \leq x \leq 4 \\ 0 & , \quad x > 4 \end{cases}$$

з математичним сподіванням  $M=2$ . Визначити коефіцієнти  $C_1, C_0$  і побудувати графік функції щільності ймовірності (функції  $f(x)$ ). **(10 балів)**

7. Річна виручка компанії вантажних перевезень – випадкова величина з середнім значенням 150 тис. грн. та середнім квадратичним відхиленням 20 тис.грн. Знайдіть а) оцінку ймовірності того, що в наступному році компанія матиме виручку не менше 180 тис.грн.; б) оцінку ймовірності того, що в наступному році виручка містиметься від 130 до 200 тис. грн. **(10 балів)**

## Модуль 2

### ТЕСТ № 1

1. На потоці 20% відмінників. Навмання відібрано чотири студенти. Визначити вид розподілу для величини  $X$ . Скласти ряд розподілу для величини  $X$ - кількості відмінників серед чотирьох відібраних і знайти  $M(X)$ ,  $D(X)$ ,  $\sigma(X)$  цієї випадкової величини. **(5 балів)**

2. Деяка система із стану  $E_1$  може перейти до стану  $E_2$  із ймовірністю  $0,15$  та за деякими обставинами повернутись до стану  $E_1$  із ймовірністю  $0,4$ , а може із стану  $E_1$  перейти у стан  $E_3$  із ймовірністю  $0,3$  та знов таки повернутись у нього із ймовірністю  $0,1$ . Аналогічно, з стану  $E_2$  система може перейти до стану  $E_3$  із ймовірністю  $0,25$ , але у попередній стан не повернутись. Необхідно скласти:

- 1) граф переходів;
- 2) матрицю переходів;
- 3) обчислити граничні ймовірності станів системи. **(15 балів)**

3. Задана випадкова функція  $X(t) = U \cdot t g t$ , де  $U$  – випадкова величина, така що  $M(U) = 6$ ,  $D(U) = 8$ . Знайдіть:

- 1) кореляційну функцію;
- 2) дисперсію заданої випадкової величини. **(10 балів)**

4. Задана кореляційна функція  $K_x(t_1, t_2) = t_1 \cdot t_2 \cdot \sin(t_1 \cdot t_2)$  випадкової функції  $X(t)$ . Знайдіть взаємну кореляційну функцію. **(10 балів)**

5. Ймовірність  $p(t)$  безвідмовної роботи пристрою задовольняє диференціальному рівнянню  $p'(t) + \lambda \cdot p(t) = e^{3t}$ ,  $p(0) = 1$ , де  $\lambda = 8$  число відмов пристрою за одиницю часу. Знайти  $p(t)$  та обчислити математичне очікування часу життя пристрою. **(10 балів)**