

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



Затверджую:

Дека́н факультету машинобудування

Кассов В.Д.

08 2021р.

Гарант освітньої програми:

к.т.н., доцент

Разживін О.В.

« 27 » серпня 2021р.

Розглянуто і схвалено

на засіданні кафедри автоматизації  
виробничих процесів

Протокол № 1 від 26 08 2021р.

Завідувач кафедри

Клименко Г.П.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
„МЕТОДОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ”  
(назва дисципліни)

Галузь знань 15 – «Автоматизація та приладобудування»

Спеціальність 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітній рівень другий (магістерський)

ОПП «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Факультет «Машинобудування»

(назва інституту, факультету, відділення)

Розробник Клименко Г.П., доктор техн. наук, проф.

Робоча програма навчальної дисципліни «Методологія і організація наукових досліджень» для студентів галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» 32 с.

Розробник Клименко Г.П., доктор техн. наук, проф.

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

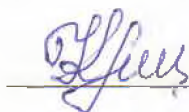
Керівник групи забезпечення



О.В. Разживін, к.т.н., доцент

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри «Автоматизація виробничих процесів», протокол № 1 від 26.08.2021 року.

Завідувач кафедри АВП:



Г.П. Клименко, д.т.н., професор

Розглянуто і затверджено на засіданні Вченої ради факультету машинобудування, протокол № 01-21/108 від 30.08.2021 року

Голова Вченої ради факультету



В.Д. Кассов, д.т.н., професор

## 1.Опис навчальної дисципліни

Показники		Галузь знань, спеціальність, ОПП (ОНП), професійне (наукове) спрямування, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
			денна	заочна
Кількість кредитів		галузь Галузь знань: 15 «Автоматизація приладобудування». Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».	Обов'язкова дисципліна	
3	3			
Загальна кількість годин				
90	90			
Модулів – 1		ОПП «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».	Рік підготовки	
Змістових модулів – 1			1	1
Індивідуальне науково-дослідне завдання <u>Експертна оцінка якості технологічної системи(назва)</u>			Семестр	
			1	2
Тижневих годин для <u>денної</u> форми навчання: аудиторних – 2; самостійної роботи студента – 4		Рівень вищої освіти: <u>другий (магістерський)</u>	Лекції	
			20	4
			Практичні	
			10	
			Самостійна робота	
			60	86
			Вид контролю	
залік	залік			

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить для денної форми навчання – 30/60 (1/2), для заочної форми навчання – 4/86, (4/0).

## 2. Загальні відомості, мета і завдання дисципліни

Підвищення ефективності машинобудування, розвиток інформаційних технологій у більшості галузь народного господарства потребує сучасних наукових досліджень, методологія яких є основою досліджень магістерських робіт спеціальності „Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології”

**2.1 Мета дисципліни** - формування когнітивних, афективних та психомоторних компетентностей у сфері навчання студентів методологічних основ наукових досліджень при виконанні магістерської роботи.

**2.2 Завдання дисципліни** полягає у формуванні здатностей студентів.

Знати:

- спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також знання сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій для розв'язування складних задач професійної діяльності;
- необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела;
- обґрунтовування рішень щодо впровадження систем автоматизації та підвищення якості функціонування технологічних систем.
- системний підхід до розробки методів досліджень;
- системи цілей проектування;
  - стан питання умови експлуатації технічних об'єктів згідно з завданням на проектування;
  - програмні та апаратні засоби обчислювальних мереж;
  - патентний пошук, визначати новизну і практичну цінність;
  - методики стимулювання технічної творчості;
- математичні моделі, цільові функції для оптимізації рішень;
  - методику проведення наукових дискусій, публічних виступів;
  - методи планування, організації та виконання експериментальних досліджень.

Вміти:

- застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій для розв'язування складних задач професійної діяльності;
- збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її;
- виконувати програмну обробку результатів наукових досліджень, обґрунтовувати рішення щодо впровадження систем автоматизації та підвищення якості функціонування технологічних систем.

**2.3 Передумови для вивчення дисципліни:**

Вища математика, теорія імовірності і математична статистика, фізика, інформатика, системний аналіз, програмна обробка наукових досліджень.

**2.4 Мова викладання:** українська.

**2.5 Обсяг навчальної дисципліни** та його розподіл за видами навчальних занять:

- загальний обсяг для денної форми навчання становить 90 годин/ 3 кредити, в тому числі: лекції- 20 годин, практичні заняття - 10 годин, самостійна робота студентів - 60 годин;

- загальний обсяг для заочної форми навчання становить 90 годин/ 3 кредити, в тому числі: лекції 4 години, самостійна робота студентів - 86 годин.

### 3. Програмні результати навчання

Освітня компонента «Методологія і організація наукових досліджень» повинна сформулювати наступні програмні результати навчання, що передбачені освітньо-професійною програмою підготовки магістрів «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»:

- Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій для розв'язування складних задач професійної діяльності.

- Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.

- Виконувати програмну обробку результатів наукових досліджень, обґрунтовувати рішення щодо впровадження систем автоматизації та підвищення якості функціонування технологічних систем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Цифрові системи керування та обробки інформації» студент повинен продемонструвати достатній рівень сформованості певних результатів навчання через здобуття наступних загальних та фахових компетентностей:

- здатність проведення досліджень на відповідному рівні;
- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність діяти свідомо та соціально відповідально за результати прийняття стратегічних рішень.

В загальному вигляді їх можна навести наступним чином:

**У когнітивній сфері** студент здатний:

- продемонструвати сутність визначень науки, об'єкту і предмету досліджень;
- розуміти принципи системного підходу до визначення цілей і методів досліджень;
- з'ясувати структуру магістерської роботи;
- з'ясувати стан питання досліджень, сутність наукової полеміки, сформулювати переконливі докази на користь обраної концепції;
- продемонструвати розуміння математичних моделей, цільових функцій для оптимізації рішень;
- продемонструвати розуміння вибору виду моделювання, експериментальних досліджень;
- пояснити сутність критеріїв узгодження для доказу адекватності математичних моделей;
- усвідомити закони розподілу випадкових величин результатів статистичних досліджень;

- з'ясувати різницю між детермінованими і статистичними, між аналітичними і емпіричними моделями;
- пояснити етапи здобуття математичних моделей, елементи точності моделювання;
- здійснити вибір виду експериментів,
- проявити уміння виконувати дослідження та застосувати дослідничні навички;
- продемонструвати розуміння характеристик випадкових величин, законів їх розподілу при обробці результатів статистичних досліджень;
- пояснити сутність показників в надійності технічних систем, математичної обробки результатів досліджень надійності об'єктів досліджень;
- здійснити доведення розв'язки завдань до практично прийнятих рішень за темою магістерської роботи.
- уміти визначати шляхи підвищення якості технологічних систем на основі кількісних кваліметричних показників, організувати експертні комісії.

**В афективній сфері** студент здатний:

- критично осмислювати лекційний і поза лекційний матеріал;
- аргументувати на основі лекційного матеріалу мету досліджень, об'єкт і предмет досліджень;
- критично осмислювати результати попередніх досліджень за темою магістерської роботи, формулювати завдання досліджень;
- використовувати системний підхід до організації досліджень;
- критично осмислювати методи досліджень, вибір видів моделювання, методи оптимізації параметрів, методів експериментів;
- використовуватиматематичні методи обробки результатів експериментів;
- використовувати пакети програм: реалізовувати очислення результатів досліджень.

**У психомоторній сфері** студент здатний:

- оформити автореферат магістерської роботи;
- оформити розрахунково-пояснювальну записку за індивідуальним завданням;
- контролювати результати власних зусиль в навчальному процесі самостійно здійснювати пошук наукової літератури за темою досліджень;
- контролювати результати власних зусиль в навчальному процесі;
- самостійно здійснювати узагальнення навчального матеріалу, розробляти варіанти розв'язувальних завдань і обробки найбільш раціональні із них.

## 4. Програма та структура навчальної дисципліни

### Денна форма навчання

Вид навчальних занять або контролю	Розподіл між учбовими тижнями															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Лекції	2	2	2	2		2		2		2		2		2		2
П. р. роботи					2		2		2		2		2			
Сам. робота	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
Консультації				К											К	
Контр. роботи					КР1										КР2	
Модулі	М1															
Контроль по модулю			ПР2		ПР1 КР1		ПР2		ПР3		ПР4		ПР5		РГР КР2	залік

### Заочна форма навчання

Вид навчальних занять або контролю	Розподіл між учбовими тижнями															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Лекції	2	2														
П. р. роботи																
Сам. робота	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5
Консультації															К	
Контр. роботи															КР	
Модулі	М1															
Контроль по модулю															КР	залік

## Лекції

№ розділу	№ теми	Зміст тем, лекцій, дидактичних засобів. Завдання на СРС	Кількість годин лекцій	Література
1	2	3	4	5
1	1	<i>Лекція 1. Вступ. Поняття системи. Системний аналіз в наукових дослідженнях. Ознаки системи. Ієрархічність структури. Цільність системи. Зв'язок між елементами. Наявність інтегрованих якостей. Технічні системи. Системний аналіз як методологія наукових досліджень. Принципи системного аналізу, послідовність наукового дослідження. Система цілей. Аналіз умов експлуатації. Комплексний підхід. Оцінка рішень. Прийняття рішень в наукових дослідженнях. Застосовуються плакати, слайди. СРС. Структура магістерської роботи. Вимоги до її оформлення.</i>	4	[1], [3]
	2	<i>Лекція 2. Наука як система знань. Визначення науки, ознаки, головні функції завдання науки, її мета, класифікація, ідеї, парадигми, визначення концепції, проблеми, гіпотези. Застосовується раздаточний матеріал з визначеннями теорій. СРС. Види і класифікація.</i>	2	[3], [9]
	3	<i>Лекція 3. Методологія досліджень. Поняття методології. Категоріальний апарат наукового дослідження. Концепція дослідження. Формулювання теми. Об'єкт і предмет дослідження. Мета, наукова проблема. Визначення наукової новизни, практичної цінності. Застосовується комп'ютерна презентація. СРС. Сформулювати актуальність, мету, об'єкт і предмет досліджень магістерської роботи.</i>	2	[3]  [9]



4	<p><i>Лекція 4. Моделювання технічних систем.</i></p> <p>Види моделей: речових і символічних. Математичні моделі; етапи побудови моделей, структура, синтез моделі. Перевірка адекватності. Точність моделювання, види похибок. Критерії адекватності. Застосовуються приклади моделей, натурні зразки, слайди.</p> <p>СРС. Вивчити методи застосування критеріїв Пірсона, Колмогорова, Стьюдента, Фішера для визначення адекватності моделей.</p>	2	<p>[1] [2] [3] [9]</p>
5	<p><i>Лекція 5. Види експериментів</i></p> <p>Визначення експериментів, Види експериментів: одно факторні, багатфакторні. Плани експериментів. Активний, пасивний експеримент. Види випробувань: в реальному часі, довготривалі (статистичні), прискорені. Лабораторні, експлуатаційні (виробничі). Комп'ютерне моделювання. Застосовується: комп'ютер, слайди.</p> <p>СРС. Обладнання до лабораторних випробувань.</p>	4	<p>[1] [3] [5]</p>
6	<p><i>Лекція 6. Обробка результатів експериментів</i></p> <p>Поняття емпіричного і теоретичного розподілу величин. Характеристики випадкових величин: математичне очікування, дисперсія випадкової величини, статистична характеристика дисперсії, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації випадкової величини. Математичні вирази для їх визначення, їх значимість для оцінка результатів випробувань. Закони розподілу випадкових величин: нормальний (Гауса), Вейбула, експоненційний: показники законів: імовірність безвідмовної роботи, щільність імовірності, імовірність відмови. Коефіцієнти варіацій законів. Фізичні ознаки розподілів. Метод найменших квадратів для здобуття лінійних моделей. Показники надійності технічних систем: безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, збереженість.</p>		<p>[3] [7], [8]</p>

		Застосовуються роздатковий матеріал, комп'ютерні ілюстрації. СРС. Вивчення математичних моделей показників законів розподілу випадкових величин.		
	7	<i>Лекція 7. Математична обробка результатів експертизи</i> Застосовуються плакати та діапроектор. СРС. Розрахунки коефіцієнтів варіації.	2	[1], [2], [7]  [1], [2]
2	8	<i>Лекція 8. Патентознавство</i> Поняття патенту. Патентний пошук. Формування корисної моделі. Оформлення заяви. Елементи інтелектуальної власності. Стимулювання творчості: „мозковий штурм”, асоціативний пошук, морфологічний аналіз. Застосовуються комп'ютерні ілюстрації. СРС. Визначення наукової новизни результатів досліджень	4	[3], [6]
Усього з дисципліни			20	

### Теми практичних занять

Мета практичних робіт - закріплення знань теоретичного матеріалу, здобуття навичок проведення досліджень і обробки результатів експериментів.

№ Роботи	№ теми	Кількість годин	Найменування роботи	Література
1		2	Визначення кількісних характеристик надійності за статистичними даними	[3], [4]
2		2	Визначення характеристик надійності виробу відповідно до закону Релея	[3], [4]
3		2	Послідовне з'єднання елементів в систему	[4], [9]
4		2	Розрахунок надійності системи з постійним резервуванням	[4], [7]
5		2	Резервування заміщенням в режимі полегшеного режиму	[4], [7]
Усього годин		10		

## Індивідуальні завдання

Індивідуальна робота містить такі етапи:

- самостійне вивчення частини теоретичного матеріалу згідно з конспектом і літературою;
- проробка лекційного матеріалу згідно з конспектом та літературою;
- підготовка до опитування;
- підготовка до контрольних робіт;
- виконання індивідуальних завдань.

## Тематика індивідуальних завдань

На підставі результатів своїх попередніх досліджень студент повинен скласти загальну характеристику роботи:

- Визначити актуальність досліджень;
- Зв'язок теми з дослідженнями кафедри;
- Сформулювати мету досліджень;
- Визначити об'єкт і предмет досліджень;
- Описати методичні основи досліджень;
- Визначити формулювання наукової новизни;
- Визначити практичну цінність роботи;
- Намітити шляхи апробації результатів досліджень; скласти план публікацій.

№ змістового модулю	№ теми	Індивідуальне завдання	Література
1	1	Надійність технологічних систем	[3], [6]
	2	Ієрархічна система властивостей, що складають якість.	[2]
	3	Імовірнісний метод визначення властивостей.	[2], [3]
	4	Оцінка якості експертів.	[1], [2]
	5	Вимоги до експертів.	[4], [7], [8]
	6	Розрахунки коефіцієнтів варіації.	[2], [4]
	7	Види випробувань ТС.	[3], [8]
	8	Комплексні та узагальнені показники якості	[2], [3]

## 5. Методи навчання

При викладанні дисципліни передбачається використання мультимедійних засобів, слайдів і натурних зразків. Виконується

індивідуальне завдання у вигляді пояснювальної записки загальної характеристики роботи. Перед практичними заняттями студенти самостійно вивчають окремі теми і приклади рішення задач.

## 6. Методи контролю

Підсумкові оцінки за триместр в цілому переводяться за національною шкалою та шкалою ECTS відповідно до таблиці перекладу, яка визначається діючим в ДДМА положення про організацію навчального процесу в кредитно-модульній системі підготовки фахівців

Рейтингова оцінка	У національній шкалі	У шкалі ECTS
90-100	Відмінно (зараховано)	A
81-89	Добре (зараховано)	B
75-80	Добре(зараховано)	C
65-74	Задовільно (зараховано)	D
65-64	Задовільно (зараховано)	E
30-54	Незадовільно (не зараховано)	FX
0-29	Незадовільно (не зараховано)	F

Для отримання позитивної оцінки з дисципліни студент повинен скласти всі модулі та одержати не менше ніж 55 балів сумарної оцінки. Студент, який на протязі триместру склав всі модулі і набрав не менше 55 балів сумарної оцінки, має право отримати підсумкову оцінку без складання заліку.

Результати прийому заліку оцінюються за 100 – бальною рейтинговою шкалою. При оцінюванні результатів заліку використовується також національна 5- бальна шкала та вищенаведена таблиця перекладу з діючого в ДДМА положення про організацію навчального процесу в кредитно-модульній системі підготовки фахівців.

## 7.Контрольні роботи

Контрольні роботи з теоретичної частини розподілені таким чином:

№ контрольної роботи	№ теми	Тема контрольної роботи	Кількість варіантів
1	3	Види моделей при наукових дослідженнях	20
2	6	Визначення закону розподілу випадкової величини	20

## **8. Навчально-методичні матеріали**

### **Література основна**

1. Основы системного анализа и проектирования АСУ/ Под. ред. А.А. Павлова.- К.: Вища школа, 2001.-367с.
2. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. Уч. Пособие для студентов ВТУзов.- М.: Машиностроение.2004.- 368с.
3. Конспект лекцій з дисципліни „Методологія і організація наукових досліджень /Г.П. Клименко.- Краматорськ; ДДМА, 2020.- 42с.
4. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни „Методологія і організація наукових досліджень/Г.П. Клименко.-Краматорськ: ДДМА,2020.- 70с.
5. Рева О.М. Рішення на кожному кроці.-Кіровоград: Поліграфічні послуги.2007.-308с.
6. Котик М.А. Курс инженерной психологии. – Таллин: Валгус.1988.-364с.

### **Література додаткова**

7. Канарчук В.Є. Надійність машин. Підручник/В.Є. Конарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв.-К.:Либідь,2003,-424с.
8. Власенко К. Теорія ймовірності та математична статистика. Навчальний посібник/К. Власенко, Н.Грудкіна, С. Шевцов, О. Чумак.- Краматорськ: ДДМА,2018.- 165с.
9. Кузнецов Ю.М. Теорія технічних систем. Підручник/ Ю.М. Кузнецов, Ю.К. Новоселов, І.В. Луців.-Севастополь: СевНТУ, 2010.-252с.

## Додаток А

### Питання для підготовки до контрольних робіт та екзамену з дисципліни «Методологія і організація наукових досліджень»

#### Варіант контрольних робіт

1. Методи моделювання
2. Основні завдання науки
3. Об'єкт і суб'єкт наукового дослідження
4. Етапи моделювання
5. Адекватність моделі
6. Показники надійності
7. Теоретичні та емпіричні дослідження
8. Патентно-правові показники
9. Математична обробка результатів експериментів
10. Закони розподілу випадкових величин
11. Визначення коефіцієнту варіації випадкових величин
12. Формулювання наукової новизни

#### Питання до контрольної роботи №1

1. Визначення математичної моделі
2. Визначення речової моделі
3. Різниця між емпіричною і теоретичною моделлю
4. Етапи побудови моделі
5. Перевірка адекватності моделі
6. Показники безвідмовності, довговічності технічних систем.

#### Питання до контрольної роботи №2

1. Показники розсіювання результатів експерименту
2. Види законів розподілу випадкових величин
3. Визначення середнього квадратичного відхилення
4. Зв'язок між коефіцієнтом варіації і законом розподілу випадкових величин.

## Додаток Б

### Приклад розв'язання залікової задачі з дисципліни „Методологія і організація наукових досліджень”.

#### Задача 1. Визначення кількісних характеристик надійності виробу

#### Теоретичні відомості

Використовуємо формули, по яких визначатися кількісні характеристики надійності виробу

$$p(t) = \exp\left(-\int_0^t \gamma(t) dt\right) = 1 - \int_0^t f(t) dt \quad (1)$$

$$q(t) = 1 - p(t) \quad (2)$$

$$f(t) = \frac{dq(t)}{dt} = -\frac{dp(t)}{dt} \quad (3)$$

$$\gamma(t) = \frac{f(t)}{p(t)} \quad (4)$$

$$m_t = \int_0^t p(t) dt \quad (5)$$

де  $p(t)$  – вірогідність безвідмовної роботи виробу на інтервалі часу від 0 до  $t$ ;

$q(t)$  – вірогідність відмови виробу на інтервалі часу від 0 до  $t$ ;

$f(t)$  – частота відмов виробу або щільність вірогідності часу безвідмовної роботи виробу  $T$ ;

$\gamma(t)$  – інтенсивність відмов виробу;

$m_t$  – середній час безвідмовної роботи виробу.

Формули (1) – (5) для експоненціального закону розподілу часу безвідмовної роботи виробу наберуть вигляду

$$p(t) = e^{-\gamma t} \quad (6)$$

$$q(t) = 1 - e^{-\gamma t} \quad (7)$$

$$f(t) = \gamma \cdot e^{-\gamma t} \quad (8)$$

$$\gamma(t) = \frac{\gamma \cdot e^{-\gamma t}}{e^{-\gamma t}} = \gamma \quad (9)$$

Формули (1) – (5) для експоненціального закону розподілу часу безвідмовної роботи виробу наберуть вигляду

$$p(t) = 0.5 - \Phi(U)$$

$$q(t) = 0.5 + \Phi(U)$$

$$f(t) = \frac{\varphi(U)}{\sigma_t}$$

$$\gamma(t) = \frac{\varphi(U)}{\sigma_t} \cdot \frac{1}{0.5 - \Phi(U)}$$

$$U = \frac{t - m}{\sigma}$$

$$\Phi(U) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^U e^{-\frac{u^2}{2}} du$$

$$\varphi(U) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}}$$

де  $\Phi(U)$  – функція Лапласа, що має властивості

$$\Phi(U) = 0 \quad (15)$$

$$\Phi(-U) = -\Phi(U) \quad (16)$$

$$\Phi(\infty) = 0,5 \quad (17)$$

Значення функції  $\varphi(U)$  Лапласа приведені в додатку П. 7.13 [1].

Значення функції приведені в додатку П. 7.17 [1].

Тут  $m_T$  – середнє значення випадкової величини  $T$ ;

$\sigma_T^2$  – дисперсія випадкової величини  $T$ ;

$T$  – час безвідмовної роботи;

Формули (1) – (5) для закону розподілу Вейбулла часу безвідмовної роботи виробу має вигляд

$$p(t) = e^{-at^k} \quad (18)$$

$$q(t) = 1 - e^{-at^k} \quad (19)$$

$$f(t) = akt^{k-1} \cdot p(t) \quad (20)$$

$$m(t) = \frac{\frac{1}{k} \Gamma \left( \frac{1}{k} \right)}{a^{\frac{1}{k}}}$$

де  $a, k$  – параметри закону розподілу Вейбулла.

$\Gamma(x)$  – гамма-функція, значення якої приведені в додатку П. 7.18 [1].

Формули (1) – (5) для закону розподілу Релея часу безвідмовної роботи виробу має вигляд

$$f(t) = \frac{t^2}{2\sigma_t^2} \cdot \exp\left(-\frac{t^2}{2\sigma_t^2}\right) \quad (25)$$

$$\gamma(t) = \frac{t^2}{2\sigma_t^2} \quad (26)$$

$$m(t) = \sigma_t \sqrt{\frac{\pi}{2}} \quad (27)$$

де  $\sigma_t$  – міра розподілу випадкової величини  $T$ ;

$T$  – час безвідмовної роботи виробу.

**Завдання 1** Час роботи елемента повністю підпорядкований експериментальному закону розподілу з параметром  $\lambda = 2,5 \cdot 10^{-5} 1/\text{година}$ .

Необхідно вичислити кількісні характеристики надійності елементу  $p(t), q(t), f(t), m_t, t=1000$  час.

Рішення:

Використовуємо формули (6), (7), (8), (10), для  $p(t), q(t), f(t), m_t$ .

1. Розраховуємо вірогідність безвідмовної роботи  $p(t) = e^{-\lambda t} = e^{-0,0025} = 0,9753$

Використовуючи ці таблиці П. 17.14 [1] отримаємо



$$p(1000) = e^{-2,5 \cdot 10^{-5} \cdot 1000} = e^{-0,0025} = 0,9753$$

2. Розраховуємо вірогідність відмови  $q(1000)$ . Маємо

$$q(1000) = 1 - p(1000) = 0,0247$$

3. Розраховуємо частоту відмов

$$f(t) = \gamma(t)p(t) = 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot e^{-2,5 \cdot 10^{-5} \cdot t}$$
$$f(1000) = 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot e^{-2,5 \cdot 10^{-5} \cdot 1000}$$

4. Розраховуємо середній час безвідмовної роботи

$$m_t = \frac{1}{\gamma} = \frac{1}{2,5 \cdot 10^{-5}} = 40000 \text{ годин}$$