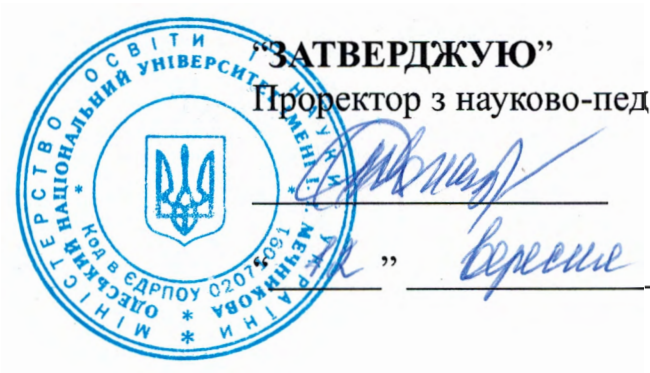
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І. МЕЧНИКОВА
Кафедра математичного забезпечення комп'ютерних систем



"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Проректор з науково-педагогічної роботи
_____
"__" _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВК7 «Управління надійністю та живучістю комп'ютерних мереж»
(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти *Другий (магістерський)*

Галузь знань *F – Інформаційні технології*

Спеціальність *F7 – Комп'ютерна інженерія*
(код і назва спеціальності)

Освітньо-професійна програма *Комп'ютерна інженерія*
(назва ОПП/ОНП)

ОНУ – 2025

Робоча програма навчальної дисципліни «Управління надійністю та живучістю комп'ютерних мереж». – Одеса: ОНУ, 2025. – 16 с.

Розробник:
Нєнов О. Л., канд. техн. наук, доцент кафедри МЗКС

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри математичного забезпечення комп'ютерних систем

Протокол № 2 від. "10" 09 2025 р.

Завідувач кафедри _____ (Євгеній МАЛАХОВ)
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено із гарантом ОПП «Комп'ютерна інженерія»

_____ (Юрій ГУНЧЕНКО)
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) з ІТ спеціальностей факультету МФІТ

Протокол № 2 від. "10" 09 2025 р.

Голова НМК _____ (Лариса МАРТИНОВИЧ)
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри _____

Протокол № ___ від. "____" _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____ (_____)
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри _____

Протокол № ___ від. "____" _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____ (_____)
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td rowspan="15">Загальна кількість:

кредитів – 3

годин – 90

змістових модулів – 2</td><td rowspan="15">Галузь знань
<u>12 – Інформаційні технології</u>
(шифр і назва)

Спеціальність
<u>123 – Комп’ютерна інженерія</u>
(шифр і назва)

Рівень вищої освіти:
<u>Другий (магістерський)</u></td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>1</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>2</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td>16 год</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>14 год</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>60 год</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальне завдання:
—</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма підсумкового контролю:
залік</td></tr>
</table>

* – за наявності

2. Мета дисципліни

Метою вивчення дисципліни є підготовка фахівців до широкого використання основних принципів та методів управління надійністю та живучістю сучасних інфокомунікацій. Вивчення дисципліни дозволяє уяснити взаємозв'язок і взаємодію основних процесів, що виникають при експлуатації комп'ютерних мереж, а також визначити основні підходи, що мають застосовуватися з метою забезпечення та підвищення надійності та живучості комп'ютерних мереж.

Завдання:

- ознайомлення з основними поняттями, моделями та показниками надійності й живучості комп'ютерних мереж;
- вивчення основних видів відмов, збоїв і вразливостей мережевої інфраструктури і методів їх аналізу;
- засвоєння принципів резервування, відновлення та побудови відмовостійких мережевих архітектур;
- опанування методів оцінки і прогнозування надійності та живучості мереж в умовах навмисних і випадкових впливів.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів таких **компетентностей**:

а) загальних:

ЗК2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК3. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

ЗК4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

б) фахових:

СК1. Здатність до визначення технічних характеристик, конструктивних особливостей, застосування і експлуатації програмних, програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем та мереж різного призначення.

СК4. Здатність будувати та досліджувати моделі комп'ютерних систем та мереж.

СК8. Здатність забезпечувати якість продуктів і сервісів інформаційних технологій на протязі їх життєвого циклу.

СК10. Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем, мереж та їхніх компонентів;

СК11. Здатність обирати ефективні методи розв'язування складних задач комп'ютерної інженерії, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення.

СК12. Здатність використовувати методи аналізу, ідентифікації й синтезу комп'ютерних систем та мереж, кіберфізичних систем, IT-інфраструктур.

СК13. Здатність застосовувати математичний апарат для аналізу, дослідження, проектування, синтезу, програмного та алгоритмічного забезпечення комп'ютерних систем, мереж, та їх складових.

Програмні результати навчання:

РН2. Знаходити необхідні дані, аналізувати та оцінювати їх.

РН3. Будувати та досліджувати моделі комп'ютерних систем і мереж, оцінювати їх адекватність, визначати межі застосовності.

РН6. Аналізувати проблематику, ідентифікувати та формулювати конкретні проблеми, що потребують вирішення, обирати ефективні методи їх вирішення.

РН7. Вирішувати задачі аналізу та синтезу комп'ютерних систем та мереж.

РН8. Застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення складних задач комп'ютерної інженерії та дотичних проблем.

РН10. Здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії, аналізувати та оцінювати цю інформацію.

РН11. Приймати ефективні рішення з питань розроблення, впровадження та експлуатації комп'ютерних систем і мереж, аналізувати альтернативи, оцінювати ризики та імовірні наслідки рішень.

Очікувані результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні поняття та показники надійності, відмовостійкості і живучості комп'ютерних мереж;
- класифікацію відмов і збоїв у мережах, їх причини, відповідні фактори та наслідки;
- методи резервування, відновлення і побудови відмовостійких мережевих архітектур;
- математичні та імітаційні моделі для аналізу надійності і живучості мереж;
- сучасні підходи до моніторингу, прогнозування та управління станом мережевої інфраструктури, а також принципи організації безперервності роботи критичних мережевих сервісів;

вміти:

- аналізувати надійність і живучість комп'ютерних мереж із використанням відповідних показників і моделей;
- виявляти «вузькі місця» та потенційні точки відмов у мережевій інфраструктурі;
- застосовувати методи резервування та відновлення для підвищення відмовостійкості;
- будувати та досліджувати моделі надійності мереж із використанням програмних інструментів (засобів моделювання та симуляції);
- розробляти пропозиції щодо управління доступністю та безперервністю функціонування мережевих сервісів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи аналізу і забезпечення надійності комп'ютерних мереж.

Тема 1. Основні поняття, показники та моделі надійності комп'ютерних мереж.

1.1. Визначення понять: надійність, відмовостійкість, доступність, ремонтопридатність.

1.2. Основні показники надійності комп'ютерних мереж.

1.3. Математичні моделі надійності (експоненціальна модель, структурні схеми надійності, моделі Маркова) і особливості їх застосування у комп'ютерних мережах.

Література: [1, 5, 6, 11–13].

Тема 2. Класифікація відмов і збоїв у комп'ютерних мережах, їх причини та наслідки.

2.1. Типи відмов: апаратні, програмні, комунікаційні, людський фактор.

2.2. Класифікація факторів, що впливають на надійність: внутрішні (якість компонентів, проектні помилки), зовнішні (електроживлення, середовище, атаки).

2.3. Розподіл відмов апаратного забезпечення комп'ютерних мереж у часі («дитяча смертність», випадкові відмови, зношування і старіння).

2.4. Наслідки відмов: деградація сервісу, зупинка роботи, втрата даних.

Література: [2, 6, 8].

Тема 3. Аналіз структурної надійності двополюсних і багатополюсних мереж.

3.1. Поняття структурної надійності та її відмінність від функціональної. Використання графових моделей для оцінки структурної надійності.

3.2. Методи оцінювання надійності двополюсних структур (послідовні, паралельні, комбіновані з'єднання).

3.3. Аналіз багатополюсних мережевих структур і критерії їх живучості.

Література: [8, 9].

Тема 4. Методи забезпечення та підвищення надійності мережевих систем.

4.1. Загальні стратегії підвищення надійності (резервування, дублювання, контроль та відновлення).

4.2. Методи вибору оптимальної структури резервування з урахуванням вартості резервних елементів.

4.3. Приклади практичних рішень для різних типів мережевих інфраструктур.

Література: [1, 6, 8].

Змістовий модуль 2. Управління живучістю та безперервністю роботи комп'ютерних мереж.

Тема 5. Живучість комп'ютерних мереж: визначення, показники, методи оцінювання.

5.1. Поняття живучості, визначення, зв'язок із відмовостійкістю. Рівні живучості.

5.2. Показники живучості: час відновлення після критичних відмов, здатність до збереження функцій при пошкодженнях.

5.3. Методи кількісної оцінки живучості мереж.

5.4. Практичні приклади забезпечення живучості мереж в критичних системах.

Література: [3, 4, 5].

Тема 6. Методи відновлення працездатності комп'ютерних мереж при відмовах і кібератаках.

6.1. Основні підходи до відновлення.
6.2. Використання віртуалізації та контейнеризації для швидкого відновлення.
6.3. Технології Disaster Recovery (DR) та Business Continuity Planning (BCP).
6.4. Засоби протидії кібератакам, що впливають на надійність мереж.

Література: [7, 8].

Тема 7. Моделювання та прогнозування надійності й живучості мереж.

7.1. Використання імовірнісних моделей для прогнозування відмов.
7.2. Імітаційне моделювання мережевих процесів.
7.3. Методи оцінки ризиків і сценарії розвитку відмов.
7.4. Програмні засоби для моделювання та аналізу.

Література: [1, 2, 6].

Тема 8. Організація управління доступністю та безперервністю критичних мережевих сервісів.

8.1. Управління SLA (Service Level Agreement) і контроль доступності сервісів.
8.2. Метрики доступності: uptime, downtime, MTBF, MTTR.
8.3. Методи мінімізації простоїв при оновленнях і модернізації мережі.
8.4. Практика DevOps та Site Reliability Engineering (SRE) для управління безперервністю роботи мереж.

Література: [1, 2, 4, 6].

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма									
	Усього	у тому числі				Усього	у тому числі			
		л	п	лаб	ср		л	п	лаб	ср
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Змістовий модуль 1. Основи аналізу і забезпечення надійності комп'ютерних мереж										
Тема 1. Основні поняття, показники та моделі надійності комп'ютерних мереж	10	2	2		6					
Тема 2. Класифікація відмов і збоїв у комп'ютерних мережах, їх причини та наслідки	12	2	2		8					
Тема 3. Аналіз структурної надійності двополюсних і багатополюсних мереж	12	2	4		8					
Тема 4. Методи забезпечення та підвищення надійності мережевих систем	12	2			8					
Змістовий модуль 2. Управління живучістю та безперервністю роботи комп'ютерних мереж										
Тема 5. Живучість комп'ютерних мереж: визначення, показники, методи оцінювання	12	2	2		8					

Тема 6. Методи відновлення працездатності комп'ютерних мереж при відмовах і кібератаках	12	2	2		8					
Тема 7. Моделювання та прогнозування надійності й живучості мереж	11	2	2		8					
Тема 8. Організація управління доступністю та безперервністю критичних мережевих сервісів	9	2			6					
Всього годин	**90**	**16**	**14**		**60**					

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Аналіз надійності апаратних елементів і систем локальної комп'ютерної мережі за результатами випробувань.	2	
2	Структурна надійність двополюсних мереж зв'язку.	2	
3	Оптимізація структури резерву обладнання в комп'ютерних мережах.	4	
4	Забезпечення надійності та живучості комутаційних мереж Ethernet за допомогою протоколу STP.	2	
5	Аналіз та підвищення живучості комп'ютерних мереж різних топологій.	2	
6	Моделювання інформаційних потоків та оцінка живучості мережі з урахуванням факторів інформаційної безпеки.	2	
	Разом	**14**	

7. Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття не передбачені

8. Самостійна робота

Самостійна робота передбачає опанування здобувачем певних питань (підтем) в рамках тем дисципліни шляхом самостійної роботи із рекомендованими інформаційними джерелами:

№ з/п	Номер теми / питання для самостійного опрацювання	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Тема 1: Метрики надійності та відмовостійкості комп'ютерних мереж у міжнародних стандартах.	6	

2	Тема 2: Види відмов внаслідок атак у сучасних мережах передачі даних.	8	
3	Тема 3: Використання методів теорії графів для оцінки зв’язності мереж.	8	
4	Тема 4: Евристичні та алгоритмічні методи оптимального резервування обладнання в комп’ютерних мережах.	8	
5	Тема 5: Організаційні та архітектурні рішення для підвищення живучості мереж.	8	
6	Тема 6: Мережеві протоколи з відновленням після відмов (OSPF, BGP, MPLS FRR).	8	
7	Тема 7: Імітаційне моделювання процесів деградації мережевих систем.	8	
8	Тема 8: Інструменти автоматизованого моніторингу мереж (Nagios, Zabbix, PRTG).	6	
	Разом	**60**	

В якості самостійної роботи здобувач може також пройти професійні курси, тренінги, професійне стажування, онлайн-курси, громадську освіту, отримати відповідний сертифікат на освітніх платформах, що може бути зараховано як періодичний, поточний контроль та фрагмент підсумкового контролю. Пропонуються до розгляду такі курси, які можуть бути визнані як періодичний, поточний контроль та/або бонусні бали (за бажанням здобувача):

Назва освітньої платформи, назва онлайн-курсу, короткий опис, посилання	***Дотично до теми (та/або компетентності, результати навчання, що формуються)***
MIT OpenCourseWare. Probabilistic Systems Analysis And Applied Probability https://ocw.mit.edu/courses/6-041sc-probabilistic-systems-analysis-and-applied-probability-fall-2013/	Тема 1.
Udemy. Complete Teaching of Network Troubleshooting https://www.udemy.com/course/network-troubleshooting-by-arash-deljoo-r	Тема 2.
Udemy. Graph Theory - Walks, Connectivity and Trees https://www.udemy.com/course/master-graph-theory-from-zero-to-hero	Тема 3.
Coursera. Site Reliability Engineering: Measuring and Managing Reliability https://www.coursera.org/learn/site-reliability-engineering-slos	Теми 4, 5, 6, 8

Здобувач може самостійно обрати ресурси, які будуть відповідати навчальній дисципліні. Для зарахування в якості періодичного, поточного або фрагмента підсумкового контролю здобувач має подати документ, що підтверджує неформальну освіту, програму, зробити опис компетентностей та результатів навчання, сформованих під час неформальної освіти.

Викладач залишає за собою право перевірити сформованість перелічених компетентностей та результатів навчання.

9. Методи навчання

Словесні: лекції (проблемні, лекції-візуалізації, з аналізом конкретних ситуацій), пояснення, дискусія, обговорення проблемних ситуацій, ситуаційне навчання.

Наочні: ілюстрація (у тому числі мультимедійні презентації), демонстрація, метод безпосереднього спостереження, презентація результатів власних досліджень.

Практичні: вправи; тренувальні вправи; творчі вправи; розв'язання розрахункових задач; практичні роботи; виконання дослідів; виконання індивідуальних завдань.

10. Форми контролю і методи оцінювання

Контроль здійснюється з дотриманням вимог об'єктивності, індивідуального підходу, систематичності і системності та всебічності.

Поточний контроль — перевірка і оцінювання звітів з практичних робіт, усне опитування під час занять.

Періодичний контроль — дві контрольні роботи, що включають тестові завдання і розрахункові задачі, спрямовані на перевірку засвоєння теоретичного матеріалу та практичних навичок.

Підсумковий контроль — залік, який містить теоретичні завдання та задачі, що в комплексі оцінюють рівень знань, умінь і здатність застосовувати їх для аналізу надійності й живучості комп'ютерних мереж та їх компонентів.

11. Критерії оцінювання результатів навчання здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти

	100 бальна шкала / Оцінка ECTS	**Теоретична підготовка**	**Практична підготовка**
Зараховано / відмінно	**90-100 / A**	Здобувач у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, розгорнуто, обґрунтовано та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей. Здобувач демонструє чітке знання відповідних категорій,	Здобувач може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання практичних завдань, виконує практичні завдання не передбачені навчальною програмою, вільно

		їх змісту, розуміння їх взаємозв'язку, правильно формулює тлумачення відповідних понять, демонструє знання змісту передбачених програмою робить самостійні висновки. Здобувач вміє самостійно знаходити додаткову інформацію та використовувати її для реалізації поставлених завдань, вільно використовує нові інформаційні технології для поповнення знань.	використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу, проявляє творчий підхід до виконання індивідуальних та колективних завдань при самостійній роботі.
Зараховано / добре	**85 – 89 / B**	Здобувач достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, використовуючи при цьому обов'язкову літературу, застосовує знання для розв'язання стандартних ситуацій, самостійно аналізує, узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускає неточності, які не є суттєвими для характеристики предмету питання та не впливають істотно на загальну характеристику того чи іншого явища (поняття).	Здобувач має стійкі навички виконання практичних завдань, правильно вирішує більшість практичних завдань.
Зараховано / добре	**75 – 84 / C**	Здобувач виявляє загалом високий рівень знань щодо всієї програми навчальної дисципліни, на достатньому рівні володіє навчальним матеріалом, застосовує знання для розв'язання стандартних ситуацій, але не вміє самостійно аналізувати деякі питання, не повністю переконливо аргументувати свої відповіді, допускає незначні неточності.	Здобувач за зразком самостійно виконує практичні завдання, передбачені програмою навчальної дисципліни.
Зараховано / задовільно	**70 – 74 / D**	Здобувач володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків. Здобувач знає основні поняття навчального матеріалу, але має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого та під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків та формулювання висновків.	Здобувач має елементарні навички виконання практичних завдань, правильно вирішує лише половину практичних завдань.
Зараховано / задовільно	**60 – 69 / E**	Здобувач не повною мірою розуміє предмет навчальної дисципліни, наявні недоліки у розкритті змісту понять. Здобувач надає нечіткі характеристики відповідних явищ,	Здобувач може використовувати знання лише в стандартних практичних ситуаціях, має нестійкі навички виконання

		викладає свої думки з істотним порушенням логіки подання матеріалу.	практичних завдань, робить багато суттєвих помилок.
Не зараховано з можливістю повторного складання/	**35 – 59 / FX**	Здобувач неправильно розкриває сутність базових питань навчальної дисципліни, допускає суттєві змістові помилки, володіє навчальним матеріалом поверхнево й фрагментарно, безсистемно виокремлює випадкові ознаки вивченого, не вміє сформулювати свою думку та викласти її в логічній послідовності, робити узагальнення та висновки.	Здобувач здатний виконати лише окремі практичні завдання за допомогою викладача. У здобувача відсутні сформовані уміння та навички.
Не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни/	**0 – 34 / F**	Здобувач не знає основних положень навчальної дисципліни, не володіє навчальним матеріалом.	Здобувач виконує лише елементи практичних завдань, потребує постій-ної допомоги викладача.

12. Питання до періодичного контролю

12.1. Питання до контрольної роботи № 1

1. Як визначається надійність системи?
2. Що характеризує живучість комп'ютерної мережі?
3. Який показник відноситься до кількісних характеристик надійності?
4. У чому полягає основна відмінність між надійністю і відмовостійкістю?
5. Який підхід найчастіше використовується для підвищення живучості мереж?
6. Який із наведених факторів належить до технічних?
7. Що відноситься до організаційних факторів надійності?
8. Який приклад є природним фактором, що впливає на живучість мереж?
9. Яка класифікація факторів надійності використовується?
10. Який фактор може бути одночасно технічним і організаційним?
11. Що називають двополюсною мережею?
12. Від чого залежить надійність багатополюсних мереж?
13. Який метод є основним для аналізу структурної надійності мереж?
14. Що означає мінімальний шлях у графі мережі?
15. Що відбувається у двополюсній мережі з єдиним шляхом при відмові одного з ребер?
16. У чому полягає оптимізація надійності резервованих систем?
17. Який метод підвищення надійності відноситься до програмних?
18. Який показник використовується для оцінки економічної ефективності резервування?
19. Яка стратегія резервування є найбільш економічно вигідною для критичних мереж?
20. Від чого залежить вибір оптимальної схеми резервування системи?

12.2. Питання до контрольної роботи №2

21. Що таке відмовостійкість у комп’ютерних мережах?
22. Які основні етапи включає процес відновлення після відмови?
23. Який підхід відноситься до активного відновлення мереж?
24. У чому полягає відмінність гарячого і холодного резервування?
25. Який протокол використовується для автоматичного перемикання маршрутизаторів при відмові?
26. Яка роль систем моніторингу у забезпеченні надійності мереж?
27. Який стандарт управління мережами базується на архітектурі агент–менеджер?
28. Що означає поняття SLA у контексті управління надійністю мереж?
29. Який інструмент дозволяє здійснювати аналіз відмов у режимі реального часу?
30. Які основні метрики використовуються для моніторингу надійності мереж?
31. У чому полягає різниця між відмовостійкістю та живучістю мереж при кібератаках?
32. Які заходи підвищують живучість мереж у випадку DDoS-атаки?
33. Що означає термін "захисне резервування" у контексті живучості мереж?
34. Які організаційні заходи підвищують стійкість мереж до надзвичайних ситуацій?
35. Які особливості має побудова мереж з урахуванням живучості у критичних інфраструктурах?
36. Яку роль відіграє протокол STP у забезпеченні надійності мереж?
37. Яка відмінність між протоколами RSTP і MSTP?
38. Який механізм протоколу OSPF сприяє відновленню маршрутів при відмовах?
39. Які особливості має технологія MPLS для підвищення надійності мереж?
40. Як протоколи віртуальних маршрутизаторів (HSRP, VRRP) забезпечують відмовостійкість мереж?
41. Що є головним недоліком резервування як методу підвищення надійності?

12.3. Питання до підсумкового контролю

1. Поняття надійності та живучості комп’ютерних мереж, їх роль у сучасних IT-системах.
2. Види відмов у комп’ютерних мережах та їх класифікація.
3. Основні показники надійності комп’ютерних мереж і методи їх розрахунку.
4. Фактори, що впливають на надійність та живучість мереж, їх класифікація.
5. Методи експериментальної оцінки надійності комп’ютерних мереж.
6. Аналіз структурної надійності двополюсних мереж.
7. Аналіз структурної надійності багатополюсних мереж.
8. Принципи резервування у комп’ютерних мережах.
9. Оптимізація надійності резервованих систем з урахуванням вартості резервних елементів.
10. Методи відновлення функціонування комп’ютерних мереж після відмов.
11. Види резервування для підвищення відмовостійкості комп’ютерних мереж.

12. Системи моніторингу стану комп’ютерних мереж та їх роль в управлінні надійністю.
13. Поняття SLA та його застосування для управління надійністю мереж телекомунікацій.
14. Живучість комп’ютерних мереж в умовах кібератак та надзвичайних ситуацій.
15. Методи захисту комп’ютерних мереж від DDoS-атак і підвищення їх живучості.
16. Організаційні та технічні заходи підвищення стійкості мереж до катастрофічних подій.
17. Роль протоколу STP у забезпеченні відмовостійкості мереж.
18. Порівняльна характеристика протоколів STP, RSTP і MSTP.
19. Використання протоколів маршрутизації (OSPF, BGP) для підвищення надійності мереж.
20. Технології підвищення живучості та відмовостійкості мереж (MPLS, HSRP, VRRP та інші).

12.4. Приклади задач до поточного та підсумкового контролю

1. Розглядається локальна комп’ютерна мережа, що складається з одного сервера і N робочих станцій. Робочі станції і сервер зв’язані з комутатором індивідуальними лініями зв’язку по стандартній топології «зірка». Відомі статистичні дані про відмови комп’ютерів, ліній зв’язку і комутатора у вигляді кількості компонентів, що вийшли з ладу, із 100 екземплярів таких компонентів, за рік. Треба для локальної мережі побудувати структурні схеми надійності та розрахувати такі показники надійності: інтенсивність відмов λ, середній час роботи до відмови T, ймовірність безвідмовної роботи $P(t)$, прогноз щодо кількості робочих станцій, що вийдуть з ладу через рік, два роки і 5 років, а також γ-відсотковий наробіток при заданому γ. Припущення: 1) розглядається нормальний період експлуатації компонентів мережі; 2) локальна мережа вважається працездатною при наявності в ній R працездатних робочих станцій; 3) компоненти розглядаються як не-відновлювані.
2. Задана структура і надійність гілок двополюсної мережі. Визначити верхню й нижню границю надійності зв’язку, а також її точне значення, на основі аналізу множин шляхів m_{st} і перерізів δ_{st} між полюсами.
3. Для системи з трьох послідовно включених елементів із заданими значеннями p_i та c_i вирішити пряму задачу оптимального резервування методом прямого перебору, а також пряму і зворотну задачі – градієнтним методом. Задані також обмеження: $m_{\max}$ – максимальна кратність резервування для кожної підсистеми; $P_{\text{зад}}$ – мінімальна надійність (вимога щодо надійності) для прямої задачі; $C_{\text{зад}}$ – максимальна вартість (вимога щодо вартості) для зворотної задачі.
4. Розглядається багатосегментна мережа передачі даних із заданою структурою. 1) Необхідно за алгоритмом STA побудувати кістякове дерево у початковому варіанті мережі. Роль кореневого маршрутизатора виконує вузол s. На схемі мережі треба позначити кореневі порти маршрутизаторів, призначені порти сегментів і заблоковані порти. 2) За алгоритмом STA у цій же мережі треба

аналогічним чином перебудувати кістякове дерево і визначити, як зміниться ймовірність зв'язку між вузлами *s* і *t* після: а) виходу з ладу гілки *a*; б) виходу з ладу гілки *b*.

13. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота										Сума
Змістовий модуль №1				КР1	Змістовий модуль №2				КР2	
Т1	Т2	Т3	Т4		Т5	Т6	Т7	Т8		
8	8	8	8	18	8	8	8	8	18	100

Т1, Т2 ... — теми змістових модулів,
КР1, КР2 — контрольні роботи.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Загальна сума балів	Оцінка ECTS	Національна шкала	
90 — 100	A – «відмінно»	5 «відмінно»	«залік»
85 — 89	B – «дуже добре»	4 «добре»	
75 — 84	C – «добре»		
70 — 74	D – «задовільно»	3 «задовільно»	
60 — 69	E – «допустимо»		
35 — 59	F – «незадовільно з можливістю повторного складання»	2 «незадовільно»	«незалік»
0 — 34	FX – «незадовільно з обов'язковим повторним курсом»		

14. Навчально-методичне забезпечення

Конспект лекцій та методичні матеріали в електронному виді, нормативні документи, презентаційні матеріали: https://pub.onu.edu.ua/fakultet-matematyky-fizyky-ta-informatsiinykh-tekhnolohii/64-osvitnii-riven-mahistr/spetsialnist-123-kompiuterna-inzheneriia

15. Рекомендована література

15.1. Основна література

1. Gertsbakh I., Shpungin Y. Network Reliability: A Lecture Course. Springer, 2020. 95 p.
2. Комп'ютерні мережі: контроль та прогнозування перевантажень. Навчальний посібник / уклад. О.М. Ткаченко, Я.І. Торошанко, А.В. Лемешко, В.О. Сосновий, С.С. Коротков., К. : ДУТ, 2021, 77 с.
3. Зінченко А.О. Масесов М.О., Пантась І.О. Аналіз методів підвищення живучості телекомунікаційних мереж. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони, № 2 (41)/2021. С. 6-10.
4. Коваленко А.А., Кучук Г.А., Ткачов В.М. Метод забезпечення живучості комп'ютерної мережі на основі VPN-тунелювання. Системи управління, навігації та зв'язку, 2021, випуск 1 (63), С. 90-95.

5. OECD Publishing. Enhancing the resilience of communication networks. OECD Digital Economy Papers, May 2025, No. 374. URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/05/enhancing-the-resilience-of-communication-networks_a47d78a1/d6920477-en.pdf
6. Adkins H. et al. Building Secure and Reliable Systems: Best Practices for Designing, Implementing, and Maintaining Systems, O'Reilly Media, 2020. 558 p.
7. IT Disaster Recovery Planning Guide. Bacula Systems User's Guide. 2023. 31 p. URL: https://www.baculasystems.com/wp-content/uploads/2023/02/dr-guide.pdf.
8. Lizos K.A. Maglaras L., Petrovik E. et al. Reliability and Resilience of AI-Driven Critical Network Infrastructure under Cyber-Physical Threats. Arxiv, 22 October 2025. URL: https://arxiv.org/pdf/2510.19295.
9. Yeh W.-C. Data-Driven Approximation of Binary-State Network Reliability Function: Algorithm Selection and Reliability Thresholds for Large-Scale Systems. Arxiv, March 2025, URL: https://arxiv.org/pdf/2503.15545.
10. Wan Yusoff W. N. S., Muhammad N., Abd Mutalib S. S. S., Zakaria Z. A. A robust network topology approach for survival analysis. Mathematical Modeling and Computing. Vol. 12 (2025), No. 2, pp. 525–531.
11. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки Терміни та визначення.
12. ДСТУ 2861-94 Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні поняття.
13. ДСТУ 2506-94 Засоби обчислювальної техніки, відмовостійкість і живучість. Загальні технічні вимоги.
14. ДСТУ 2604-94 Засоби обчислювальної техніки, відмовостійкість і живучість. Методи випробувань.

15.2. Допоміжна література

15. Князєва Н. О. Теорія проектування комп'ютерних систем і мереж. Ч. 2. Методи аналізу і синтезу комп'ютерних мереж: навчальний посібник, Одеса : СПД Бровкін О. В., 2012. 240 с.
16. Електронний підручник з дисципліни: Надійність, діагностика та експлуатація комп'ютерних систем та мереж / М. В. Салогуб, 2016. 151 с. URL: https://mishchyk.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/03/nadiynist.pdf
17. Додонов О. Г., Кузнєцова М. Г., Горбачик О. С. Живучість складних систем: аналіз та моделювання, К. : НТУУ КПІ, 2009. 264 с.
18. Блозва А. І., Матус Ю. В., Касаткін Д. Ю. Комп'ютерні мережі. Підручник, том 2, К. : Компрінт, 2019. 381 с.
19. Бабчук С. М. Надійність комп'ютерних систем і мереж: конспект лекцій. Івано-Франківськ : ІФНТНГ, 2017. 83 с.
20. Основи надійності об'єктів системотехніки: навч. посіб. / В. Д. Черв'яков, А. В. Павлов, О. Ю. Журавльов. Суми : Сумський державний університет, 2011. 245 с.
21. Василевський О. М., Поджаренко В. О. Нормування показників надійності технічних засобів : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2010. 129 с. URL: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/321060/mod_resource/content/1/%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0%202%20%D0%9E%D0%A2%D0%9D.pdf.
22. Семенов А. А., Мелкумян В. Г. Основи теорії надійності: Навчальний посібник. К. : КМУЦА, 1998. 84 с.
23. ДСТУ 2862-94 Надійність техніки. Методи розрахунку показників надійності. Загальні вимоги.
24. ДСТУ 2470-94 Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення.
25. ДСТУ 2668-94 Безвідмовність обслуговування та готовність. Терміни та визначення.
26. Петрівський В. Я., Шевченко В. Л., Бичков О. С., Сініцин І. П. Інформаційна технологія забезпечення живучості сенсорних мереж. Проблеми програмування, 2021, № 4. С. 62-69.
27. Vass B. Regional Failure Events in Communication Networks: Models, Algorithms and Applications. Springer, 2022. 130 p.
28. Tso F. P., Jouet S., Pezaros D. P. Network and server resource management strategies for data centre infrastructures: A survey. Computer Networks. 2016. Vol. 106. P. 209–225. URL: https://doi.org/10.1016/j.comnet.2016.07.002.
29. Martin L. Reliability of Computer Systems and Networks: Fault Tolerance, Analysis, and Design, New York : Martin L. Shooman, 2002. 528 p.

30. Beichelt F., Tittmann P. Reliability and Maintenance: Networks and Systems, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2012. XII, 326 p.
31. Zhang Y., Hu Z., Wang Z., Wen X., Lu Z. Survivability Analysis of Unmanned Aerial Vehicle Network based on Dynamic Weighted Clustering Algorithm with Dual Cluster Heads, Electronics 2023, 12(7), 1743. URL: https://doi.org/10.3390/electronics12071743.

16. Електронні інформаційні ресурси

1. Awesome Site Reliability Engineering. Site Reliability Engineering Resources. URL: https://sre.xyz/.
2. Google Cloud. Site Reliability Engineering (SRE) URL: https://cloud.google.com/sre/.