

**ПРОГРАМА**  
вступного іспиту зі спеціальності  
**172 Електронні комунікації та радіотехніка**  
для здобувачів вищої освіти  
третього (освітньо-наукового) рівня

**Вступне слово**

Програма складена з урахуванням програми рівня вищої освіти магістра зі спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка». Вона містить два розділи, у першому з яких відображені принципи побудови та функціонування телекомунікаційних і інфокомунікаційних мереж, а у другому – основи радіозв'язку та технології мереж мобільного зв'язку. Розроблені питання базуються на положеннях та результатах наукових досліджень в області телекомунікацій та радіотехніки, спрямовані на виявлення знань та умінь здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня зі спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка».

**Розділ 1. Принципи побудови та функціонування телекомунікаційних і інфокомунікаційних мереж**

- 1.1. Моделі топологічної структури мережі**
- 1.2. Моделі логічної структури мережі**
- 1.3. Еталонна модель OSI/ISO**
- 1.4. Переваги та недоліки моделей ISO/OSI і TCP/IP**
- 1.5. Сегментна побудова мереж за масштабно-територіальною ознакою**
- 1.6. Параметри ефективності телекомунікаційної мережі**
- 1.7. Компоненти і моделі фізичної структури мережі**
- 1.8. Технологія ATM: структура і протоколи**
- 1.9. Технологія Ethernet: класифікація типів, особливості функціонування**
- 1.10. Технологія PDH: рівні ієрархії, особливості функціонування**
- 1.11. Технологія SDH: принцип роботи, рівні та функції управління**
- 1.12. Фізична та логічна мережева адресація**
- 1.13. Архітектура програмно-конфігурованих мереж**
- 1.14. Динамічні і статичні методи маршрутизації**
- 1.15. Протокол OpenFlow: принцип роботи, компоненти, структура OpenFlow пакету**
- 1.16. Технологія багатопротокольної комутації міток MPLS: принцип роботи, MPLS тунелі, стек міток, класи еквівалентності**
- 1.17. IP-протокол: принцип роботи, місце протоколу в моделях OSI і TCP/IP, структура IP-пакету**
- 1.18. Адресація в IP-мережах: класи IP-адрес, особливі та приватні IP-адреси.**
- 1.19. Мережа Інтернет та Інтернет-провайдери: стандарти, провайдери послуг Інтернет (ISP), служба доменних імен**
- 1.20. Технологія безкласової міждоменної маршрутизації: принцип роботи, CIDR, організація підмереж**

- Розділ 2. Основи радіозв'язку та технології мереж мобільного зв'язку**
- 2.1. Типи та методи ініціації хендоверу**
  - 2.2. Організація радіоканалів системи стандарту GSM і принципи їх функціонування**
  - 2.3. Багатопроменеве поширення радіохвиль та методи боротьби з ним**
  - 2.4. Основи стандарту CDMA: принципи побудови, переваги та недоліки**
  - 2.5. Архітектура ансамблю базових станцій**
  - 2.6. Контролер базових станцій: архітектура та функції**
  - 2.7. Структура та функції комутаційно-мережної частини GSM**
  - 2.8. Класифікація пристроїв генерування і формування радіосигналів та їх основні характеристики**
  - 2.9. Методи розділення каналів та множинного доступу**
  - 2.10. Архітектура LTE: компоненти, функції**
  - 2.11. Загальна архітектура управління якістю сервісу в мережах LTE**
  - 2.12. Управління мобільністю в мережах LTE на основі хендоверу**
  - 2.13. Структура і основні характеристики радіопередавачів**
  - 2.14. Архітектура мережі UMTS**
  - 2.15. Емпіричні моделі втрат при поширенні радіохвиль**
  - 2.16. Типи оптичних волокон та їх основні характеристики і параметри**
  - 2.17. Класифікація сигналів та їх математичний опис**
  - 2.18. Класифікація та методи оцінки завад у каналах зв'язку**
  - 2.19. Дискретизація, квантування та кодування сигналів**
  - 2.20. Типи ліній зв'язку та їх характеристики і параметри**

### **Форми контролю та критерії оцінювання**

Організування та проведення вступних випробувань до аспірантури здійснюється відповідно до Правил прийому до аспірантури Національного університету «Львівська політехніка» у відповідному році.

Вступний іспит зі спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» проводиться у письмово-усній формі згідно з окремим графіком, який затверджується Ректором Університету та оприлюднюється на інформаційному стенді відділу докторантури та аспірантури й офіційному веб-сайті Університету не пізніше, ніж за 3 дні до початку прийому документів.

Екзаменаційні білети вступного іспиту зі спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» формуються в обсязі програми рівня вищої освіти магістра зі спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» та затверджуються на засіданні Вченої ради Навчально-наукового інституту телекомунікацій, радіоелектроніки та електронної техніки.

Результати вступного іспиту зі спеціальності оцінюються за 100-бальною шкалою.

Екзаменаційний білет вступного іспиту до аспірантури зі спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» містить:

▪ письмову компоненту з чотирьох питань: два питання з розділу «Принципи побудови та функціонування телекомунікаційних і інфокомунікаційних мереж» і два питання з розділу «Основи радіозв'язку та технології мереж мобільного зв'язку» (кожне із чотирьох питань екзаменаційного білета оцінюється максимально в 20 балів, максимальна

сумарна кількість балів письмової компоненти – 80 балів);

▪ усну компоненту вступного іспиту з чотирьох питань (кожне із чотирьох питань усної компоненти оцінюється максимально в 5 балів, максимальна сумарна кількість балів усної компоненти – 20 балів).

Критерії оцінювання кожного питання письмової та усної компоненти вступного іспиту зі спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» є такими:

Оцінка «відмінно» (18-20 балів для питань письмової компоненти та 5 балів для питань усної компоненти): вступник в аспірантуру бездоганно засвоїв теоретичний матеріал щодо змісту питання; самостійно, грамотно і послідовно з вичерпною повнотою відповів на питання; демонструє глибокі та всебічні знання, логічно будує відповідь; висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем; вміє встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, логічно та обгрунтовано будувати висновки.

Оцінка «добре» (14-17 балів для питань письмової компоненти та 4 бали для питань усної компоненти): вступник в аспірантуру добре засвоїв теоретичний матеріал щодо змісту питання, аргументовано викладає його; розкриває основний зміст питання, дає неповні визначення понять, допускає незначні порушення в послідовності викладення матеріалу та неточності при використанні наукових термінів; нечітко формулює висновки, висловлює свої міркування щодо тих чи інших проблем, але припускається певних похибок у логіці викладу теоретичного змісту.

Оцінка «задовільно» (10-13 балів для питань письмової компоненти та 3 бали для питань усної компоненти): вступник в аспірантуру в основному засвоїв теоретичний матеріал щодо змісту питання; фрагментарно розкриває зміст питання і має лише загальне його розуміння; при відтворенні основного змісту питання допускає суттєві помилки, наводить прості приклади, непереконливо відповідає, плутає поняття.

Оцінка «незадовільно» (0-9 балів для питань письмової компоненти та 0-2 бали для питань усної компоненти): вступник не засвоїв зміст питання, не знає основних його понять; дає неправильну відповідь на запитання.

Виконання завдань вступного іспиту зі спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» передбачає необхідність неухильного дотримання норм та правил академічної доброчесності відповідно до Положення про академічну доброчесність у Національному університеті «Львівська політехніка». За порушення зазначених норм та правил вступники в аспірантуру притягаються до відповідальності згідно вимог чинного законодавства.

### **Рекомендована література**

1. М. М. Климаш, Т. А. Максимюк, М. І. Бешлей, Методи та моделі побудови гетерогенних мереж мобільного зв'язку 4G/5G. Львів, Україна: Видавництво "Львівська політехніка", 2020. ISBN: 978-966-941-552-3
2. Open Networking Foundation (ONF), “Software-Defined Networking (SDN) Definition”, <https://www.opennetworking.org/sdn-resources/sdndefinition>, 2017.
3. Timothy Chou “Precision: Principles, Practices and Solutions for the

Internet of Things”, 2016.

4. Klaus Schwab “The Fourth Industrial Revolution”, 2016.
5. Andrew Minter “Analytics for the Internet of Things (IoT): Intelligent analytics for your intelligent devices”, 2017.
6. Anand Tamboli “Build Your Own IoT Platform: Develop a Fully Flexible and Scalable Internet of Things Platform in 24 Hours”, 2019.
7. Cynthia H. Cwik “Internet of Things (IoT): Legal Issues, Policy, and Practical Strategies”, 2019.
8. Perry Lea “Internet of Things for Architects: Architecting IoT solutions by implementing sensors, communication infrastructure, edge computing, analytics, and security”, 2018.
9. Colin Dow “Mastering IOT: Build modern IoT solutions that secure and monitor your IoT infrastructure”, 2019.
10. Jim Doherty “SDN and NFV Simplified: A Visual Guide to Understanding Software Defined Networks and Network Function Virtualization”, 2016.
11. Joseph Ioffrida “SDN and NFV: Essentials”, 2020.
12. Jonathan Allen “Reaching Cloud Velocity: A Leader's Guide to Success in the AWS Cloud”, 2020.
13. Judith S. Hurwitz, Daniel Kirsch “Cloud Computing For Dummies, 2nd Edition”, 2020.
14. Kief Morris “Infrastructure as Code: Managing Servers in the Cloud”, 2016.
15. Stephen Orban, Andy Jassy, Adrian Cockcroft, Mark Schwartz “Ahead in the Cloud: Best Practices for Navigating the Future of Enterprise IT”, 2018.
16. Zeal Vora “Enterprise Cloud Security and Governance: Efficiently set data protection and privacy principles”, 2017.
17. Raoul Alongi “AWS: The Most Complete Guide to Amazon Web Services from Beginner to Advanced Level”, 2019.
18. Dan Sullivan “Official Google Cloud Certified Professional Cloud Architect Study Guide”, 2019.
19. Gerardus Blokdyk “LTE Advanced A Complete Guide”, 2019.
20. Herbert Schildt “Java: A Beginner's Guide, Eighth Edition”, 2018.
21. Joshua Bloch “Effective Java (2nd Edition)”, 2016.
22. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. 4-е изд. -М.: Радио и связь, 1986.-512 с.
23. Мандзій Б.А., Желяк Р.І. Основи теорії сигналів./ Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів України./ За редакцією д-ра техн. наук, проф. Б.А. Мандзія. -Львів, 2001.-152 с.
24. Желяк Р.І. Теорія сигналів. [Електронний ресурс] / Р.І. Желяк, М.В Мелень, І.В. Кулик. – Львів: ВНС Національного університету “Львівська політехніка”.
25. Волочій Б.Ю. Передавання сигналів в інформаційних системах. Частина 1. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2005. - 194 с.
26. Довгий С.О., Савченко О.Я., Воробієнко П.П. та ін. Сучасні телекомунікації: мережі, технології, економіка, управління. – К.: УВІЦ, 2002. – 520

с.

27. Климаш М. М. Системи передавання інформації: підручник / М. М. Климаш, Р. С. Колодій, Ю. В. Пиріг. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2023. – 548 с.

28. В.Г.Бондаренко, О.М.Скрипченко. Параметри каналів і трактів ЦСП, методи вимірювання параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП, ОЦК і типових цифрових трактів. Київ. 1996.- 46 с.

29. В.Г.Бондаренко. Основні положення по застосуванню систем і апаратури синхронної цифрової ієрархії на мережах зв'язку України, ДУІКТ К-2002. - 84 с.

30. Стеклов В. К., Беркман Л. Н. Телекомунікаційні мережі: Підручник. – К.:Техніка, 2001. – 392 с.