

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ  
СИСТЕМ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою НН ІТС

(протокол № 3 від «26» квітня 2022 р.)

**ПРОГРАМА КОМПЛЕКСНОГО АТЕСТАЦІЙНОГО  
ЕКЗАМЕНУ**

здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»

за освітньо-професійною програмою

*Інженерія та програмування інфокомунікацій*

спеціальності *172 Телекомунікації та радіотехніка*

Розроблено та рекомендовано

Кафедрою телекомунікацій

Протокол № 8 від 30 березня 2022 р.

Київ – 2022

## ПРЕАМБУЛА

Програма комплексного атестаційного екзамену складена для проведення атестації студентів (здобувачів ступеня вищої освіти «бакалавр») з метою встановлення відповідності здобутих ними компетентностей та результатів навчання за освітньо-професійною програмою «*Інженерія та програмування інфокомунікацій*» вимогам стандарту вищої освіти зі спеціальності 172 *Телекомунікації та радіотехніка*, зокрема:

### Компетентності

- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- Здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації.
- Здатність використовувати нормативну та правову документацію, що стосується інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем (закони України, технічні регламенти, міжнародні та національні стандарти, рекомендації Міжнародного союзу електрозв'язку і т.п.) для вирішення професійних завдань.
- Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах.
- Здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, дослідну перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки.
- Здатність складати нормативну документацію (інструкції) з експлуатаційно-технічного обслуговування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, а також за програмами випробувань.
- Здатність проводити роботи з керування потоками навантаження інформаційно-телекомунікаційних мереж.
- Здатність проводити розрахунки у процесі проектування споруд і засобів інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування.
- Здатність виконувати типові завдання щодо проектування, монтажу, налагодження, експлуатації інфокомунікаційного обладнання, керування інфокомунікаційними мережами, опанувати та впроваджувати перспективні інфокомунікаційні технології на базі програмно-визначуваних інструментів.
- Здатність виконувати типові завдання щодо структурно-топологічної, організаційно-технічної побудови, експлуатації, технічного забезпечення, системного проектування і дослідження безпроводових мереж та систем мобільних інфокомунікацій; розробляти відповідні програмно-апаратні платформи для безпроводових систем і мереж інфокомунікацій, здійснювати їх інтеграцію з іншими інфокомунікаційними мережами, зокрема мережами мобільного зв'язку 5-го покоління.

### Програмні результати навчання

- Аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні спеціалізованих задач та практичних проблем телекомунікацій та радіотехніки, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов.

- Застосовувати результати особистого пошуку та аналізу інформації для розв'язання якісних і кількісних задач подібного характеру в інформаційно-комунікаційних мережах, телекомунікаційних і радіотехнічних системах.

- Аналізувати та виконувати оцінку ефективності методів проектування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

- Застосування фундаментальних і прикладних наук для аналізу та розробки процесів, що відбуваються в телекомунікаційних та радіотехнічних системах.

- Здійснювати стандартні випробування інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем на відповідність вимогам вітчизняних та міжнародних нормативних документів.

- Пояснювати принципи побудови й функціонування апаратно-програмних комплексів систем керування та технічного обслуговування для розробки, аналізу і експлуатації інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

- Забезпечувати надійну та якісну роботу інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

- Контролювати технічний стан інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних і радіотехнічних систем у процесі їх технічної експлуатації з метою виявлення погіршення якості функціонування чи відмов, та його систематична фіксація шляхом документування.

- Здійснювати проектування, моделювання, монтаж, налагодження, експлуатацію елементів мереж доступу, базової мережі, обладнання каналоутворення, комутаційного обладнання, систем керування інфокомунікаційними мережами, мережевих протоколів.

- Виконувати пошуково-дослідні роботи по вдосконаленню сучасних безпроводових технологій, провадити розрахунки необхідних параметрів проєктованих мереж; створювати та оформлювати проєктну і експлуатаційну документацію, проводити розрахунки і вимірювання частотно-територіального планування, здійснювати технічне забезпечення безпроводових мереж та систем мобільних інфокомунікацій.

Програму складено на основі діючих нормативних документів Університету, що регламентують організацію освітнього процесу та з урахуванням рекомендації МОН України щодо атестації здобувачів вищої освіти із застосуванням дистанційних технологій навчання.

Для перевірки результатів навчання до програми комплексного атестаційного екзамену включено питання з таких навчальних дисциплін:

1. Архітектури, служби та технології інфокомунікацій.
2. Керування інфокомунікаційними мережами.
3. Теорія систем мобільних інфокомунікацій.
4. Безпроводові мережі та технології.

## *ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ*

*Атестація* – це встановлення відповідності результатів навчання (наукової або творчої роботи) здобувачів вищої освіти вимогам освітньої програми та/або вимогам програми єдиного державного кваліфікаційного іспиту.

*Атестаційний екзамен* – форма атестації здобувачів вищої освіти, що проводиться з метою перевірки рівня навчальних досягнень здобувачів вищої освіти відповідно до отриманих ними знань, вмінь та інших компетентностей згідно певної освітньої програми.

*Екзаменаційний білет* – документ, як правило, на паперовому носії, заповнений з лицьового боку завданнями та затверджений у встановленому порядку.

*Екзаменаційна комісія* (далі – ЕК) – комісія, що створюється наказом по університету для здійснення атестації здобувачів вищої освіти.

## *РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ*

Завідувач кафедри ТК, д.т.н., професор Сергій Олександрович КРАВЧУК

Професор кафедри ТК, д.т.н., професор Олександр Іванович РОМАНОВ

Доцент кафедри ТК, к.т.н., доцент Валерій Сергійович ЯВІСЯ

## ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО АТЕСТАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ

Комплексний атестаційний екзамен проводиться з метою визначення рівня отриманих результатів навчання студентів за освітньою програмою *Інженерія та програмування інфокомунікацій* та їх відповідність вимогам стандарту вищої освіти за спеціальністю *172 Телекомунікації та радіотехніка*, зокрема, вміння самостійно аналізувати складні явища та процеси, активно використовувати набуті компетентності у своїй професійній та суспільній діяльності.

Порядок проведення комплексного атестаційного екзамену в дистанційному режимі відповідає діючому Положенню про екзаменаційну комісію та атестацію здобувачів вищої освіти в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/node/35>) та Регламенту організації і проведення захистів кваліфікаційних робіт та атестаційних екзаменів в дистанційному режимі (<https://osvita.kpi.ua/node/148>).

Комплексний атестаційний екзамен проводиться в усній формі. Атестація проводиться екзаменаційними комісіями в режимі відео-конференцій. Для проведення комплексний атестаційного екзамену консультацій у режимі відеов'язку допускається використовувати різні програмні продукти, наприклад, Zoom, Google Meet, Skype, Discord, BigBlueButton тощо з урахуванням їх можливостей та обмежень (час сеансу відеозв'язку, кількість одночасних користувачів, програмні вимоги тощо).

Перед комплексним атестаційним екзаменом обов'язково проводиться консультація зі здобувачами в онлайн режимі (рекомендовано здійснювати відеофіксацію зустрічі), під час якої НПП має довести до відома здобувачів:

- чіткий і зрозумілий алгоритм дистанційного проведення екзамену, критерії оцінювання, спосіб зв'язку та інформаційні засоби і середовища, які будуть застосовані під час проведення контрольних заходів;
- спосіб контролю за дотриманням здобувачами вимог академічної доброчесності та наслідки порушення ними даних вимог;

Обов'язковою частиною консультації є відповіді на запитання здобувачів як щодо навчального матеріалу, так і щодо процедури проведення екзамену.

Комплексний атестаційний екзамен проводиться за таким же регламентом, що і заходи семестрового контролю, передбачені Регламентом проведення семестрового контролю в дистанційному режимі. Тривалість усного комплексного атестаційного екзамену для одного здобувача не повинна перевищувати 0,5 години. Загальна тривалість комплексного атестаційного екзамену не повинна перевищувати шести академічних годин на день.

Комплексний атестаційний екзамен складається здобувачами згідно з затвердженим розкладом, який доводиться до членів ЕК і здобувачів не пізніше, ніж за місяць до початку атестації. Відхилення від розкладу екзаменів неприпустимо.

Під час проведення усного екзамену, в онлайн режимі одночасно може перебувати не більше 6 здобувачів. Для підготовки до відповіді здобувачу має надаватися не менше 30 хвилин, а загальна тривалість усного екзамену в навчальній групі не повинна перевищувати 6 годин. Для уточнення рівня володіння матеріалом екзаменатори можуть задавати додаткові питання.

У разі виникнення технічних або інших перешкод у здобувача під час запланованого терміну проведення комплексного атестаційного екзамену, в результаті яких ЕК за змогла оцінити здобувача, йому за рішенням ЕК може бути надана можливість додаткової спроби здачі комплексного атестаційного екзамену в будь який час відповідно до затвердженого графіку роботи ЕК.

Екзаменаційний білет комплексного атестаційного екзамену складається з чотирьох питань, по одному з програми кожної навчальної дисципліни, які виносяться на екзамен.

Під час проведення комплексного атестаційного екзамену та відповіді на питання білету користування допоміжними матеріалами (довідники, прилади, тощо) заборонено.

## ПЕРЕЛІК ТЕМ, ЩО ВИНОСЯТЬСЯ НА КОМПЛЕКСНИЙ АТЕСТАЦІЙНИЙ ЕКЗАМЕН

### *Навчальна дисципліна «Архітектури, служби та технології інфокомунікацій»*

Функціональний склад телекомунікаційних мереж з комутацією пакетів: структура мережі з комутацією пакетів, основні елементи, їх призначення і функції»; методи комутації та розподілу інформації в телекомунікаційних мережах; комутатори і маршрутизатори мереж з комутацією пакетів. Принцип побудови IP – мереж: структура IP – мереж; система адресації IP – мереж; мережеві служби на базі DNS-сервера і FTP – сервера; мережеві служби на базі Web --сервера і DHCP – сервера; побудова віртуальних мереж з використанням GNS 3 і VIRTUALBOX. Технології IP – мереж: технології LAN мереж; принцип побудови локальної мережі на базі технології Ehtenet; принцип побудови мережі на базі технології Vlan; технології каналоутворення WAN мереж; побудова мережі з використанням технології ATM; принцип побудови мережі на базі технології DWDM; принцип побудови мережі на базі технології MPLS; принцип побудови мережі на базі технології Carrier Ethernet.

### *Навчальна дисципліна «Керування інфокомунікаційними мережами»*

Концепції побудови систем управління телекомунікаційними мережами: склад і призначення основних елементів TMN; функціональна архітектура TMN; фізична архітектура TMN; інформаційна архітектура TMN; логічна архітектура TMN; управління на базі протоколу SNMP; інформаційна база управління MIB протоколу SNMP; управління телекомунікаційними мережами згідно концепції NGN; управління мережами згідно концепції IMS; побудова мережі оператора мобільного зв'язку з використанням платформи IMS. Методи управління телекомунікаційними мережами: два типу систем управління телекомунікаційними мережами; принципи структурної побудови систем управління; план розподілу навантаження; Методи формування плану розподілу навантаження; вплив обхідних шляхів на якість функціонування телекомунікаційних мереж; управління телекомунікаційними мережами в умовах перевантаження; напрямки розвитку систем управління телекомунікаційними мережами.

### *Навчальна дисципліна «Теорія систем мобільних інфокомунікацій»*

Стільникові системи мобільного зв'язку: формування радіоканалу (радіо-інтерфейс), системи абонентського доступу; принципи і особливості побудови стільникових систем мобільного зв'язку; частотно-територіальне планування стільникових систем мобільного зв'язку. Архітектури стільникових систем мобільної телефонії. Архітектура стільникових систем мобільного зв'язку. Архітектура мобільного телефону. Нумерація, адресація і ідентифікація в стільникових мережах мобільного зв'язку. Сигналізація в системах мобільного зв'язку. Канали керування і трафіку, входження в зв'язок, формування з'єднань. Процедури аутентифікації та ідентифікації. Підтримання мобільності Передача обслуговування та місцевизначення в системах мобільного зв'язку. Тарифікація.

### *Навчальна дисципліна «Безпроводові мережі та технології»*

Пропускна здатність безпроводових систем електронних комунікацій. Багатоантенна технологія МІМО. Розподілені безпроводові системи. Структурні рішення для безпроводових розподілених систем. Безпроводові мережі персонального рівня. Наномережі, RFID та NFC. Bluetooth, ZigBee та UWB. Оптичні методи персонального рівня. Телекомунікаційна система на базі високопіднятої аероплатформи, міжплатформенні лінії зв'язку та системи широкосмугового радіодоступу. Телекомунікаційна система на базі високопіднятої аероплатформи HAPS. Телекомунікаційні безпроводові системи різного призначення: телекомунікаційні безпроводові системи на транспорті; глобальна морська система зв'язку в умовах лиха і для забезпечення безпеки мореплавання GMDSS; телекомунікаційні системи підземного і підводного базування. Безпроводові локальні комп'ютерні мережі. Сімейство стандартів безпроводових мереж IEEE 802.11. Режими роботи безпроводових мереж. Технологія WDS. Роумінг в безпроводових мережах. Безпека в безпроводових мережах.

### *Перелік питань, для формування екзаменаційних білетів*

#### *Навчальна дисципліна «Архітектури, служби та технології інфокомунікацій»*

1. Еталонна модель взаємодії відкритих систем OSI. Призначення рівнів.
2. Принцип інкапсуляції і деінкапсуляція даних при використанні моделі OSI.
3. Структура комп'ютерної мережі. Склад і призначення її елементів.
4. Основні мережеві сервіси та служби. Три класи мережевих служб.
5. Загальна характеристика мережевих пристроїв комп'ютерної мережі.
6. Призначення і принцип роботи повторювача (repeater), концентратора (hub) і моста (bridge).
7. Принцип побудови і структурна схема комутатора.
8. Принцип побудови і структурна схема маршрутизатора.
9. Принцип побудови і структурна схема комп'ютера.
10. Призначення та принцип побудови мережі VLAN.
11. Призначення і принцип роботи протоколу ARP. Принцип формування ARP таблиць
12. Принцип обслуговування в мережі VLAN.
13. Призначення ACCESS і TRUNK портів при побудові VLAN. Навести приклад.
14. Принципи адресування в комп'ютерній мережі.
15. Структура IP адреси. Призначення полів.
16. Принцип організації підмереж в IP мережі. Призначення маски в IP мережі.
17. Характеристика статичної і динамічної маршрутизації в IP мережах.
18. "Клієнт-серверна" архітектура в комп'ютерній мережі. Її призначення. Навести приклад.
19. Завдання і принцип роботи DNS-служби.



20. Процес розпізнавання імен. Порядок перетворення доменного імені в IP-адресу;
21. Призначення і принцип роботи FTP-сервера (файлового сервера).
22. Призначення і принцип роботи E-mail сервера (сервер електронної пошти).
23. Загальна характеристика технологій доступу в мережах LAN.
24. Характеристика технології Ethernet.
25. Типи структур мереж Ethernet і їх характеристика.
26. Призначення рівнів LLC (Logical Link Control) і MAC (Media Access Control).
27. Принцип побудови мережі Ethernet. Перелік елементів, їх призначення і функції
28. Формат кадру мережі Ethernet. Призначення полів кадрів.
29. Метод випадкового доступу CSMA / CD в мережі Ethernet.
30. Принцип управління потоком при дуплексному режимі передачі даних в мережі Ethernet.
31. Характеристика технології та принцип побудови мережі Token Ring
32. Типи кадрів в мережі Token Ring. Їх призначення та характеристика.
33. Процес обслуговування заявок в мережі Token Ring.
34. Характеристика технології та принцип побудови мережі FDDI.
35. Протоколи Telnet і SSH. Їх призначення та порівняльна характеристика.

#### ***Навчальна дисципліна «Керування інфокомунікаційними мережами»***

1. Цілі і завдання впровадження систем управління телекомунікаційними мережами.
2. Загальна структура системи управління телекомунікаційними мережами. Органи і об'єкти управління. Їх призначення та функції.
3. Характеристика концепції управління Smart TMN (форум управління телекомунікаціями TM Forum).
4. Характеристика концепції управління NMF (Network Management Framework спеціальна комісія Інтернет розробок IETF).
5. Характеристика концепції управління фірми IBM.
6. Характеристика концепції управління TINA ((Telecommunication Information Network Architecture).
7. Характеристика концепції управління CORBA (Common Object Request Broker Architecture).
8. Характеристика концепції управління Java.
9. Характеристика концепції управління TMN. Можливості та призначення TMN.
10. Органи і об'єкти управління TMN (Telecommunications Management Network) Їх призначення та функції.
11. Призначення основних елементів TMN, їх функції та взаємодія.
12. Фізична архітектура TMN та її основні компоненти.
13. Інтерфейси фізичної архітектури TMN. Взаємодія елементів у процесі рішення задач.
14. Інформаційна архітектура TMN та її основні компоненти.

15. Призначення та історичні умови появи протоколу SNMP. Принцип рішення завдань управління з використанням SNMP.
16. Модель управління з використанням протоколу SNMP.
17. Структура і формати повідомлень протоколу SNMP.
18. Типи операторів взаємодії в структурі менеджер-агент.
19. Інформаційна база управління (MIB) протоколу SNMP. Її призначення.
20. Історичні умови появи концепції NGN, визначення і основні ознаки мереж NGN
21. Характеристика багаторівневої архітектури NGN. Призначення і характеристика задач кожного рівня.
22. Характеристика рівня доступу мереж NGN елементи і технології.
23. Характеристика транспортного рівня мереж NGN елементи і технології.
24. Характеристика рівня управління NGN елементи і технології.
25. Характеристика рівня доданків і послуг мереж NGN елементи і технології.
26. Принцип взаємодії рівня послуг з транспортною мережею на базі архітектури OSA/Parlay.
27. Призначення, структура і основні функції Softswitch. Переваги і недоліки.
28. Процес обслуговування користувачів в мережі NGN Історичні умови переходу від мереж NGN до IMS. Які проблеми були вирішені в IMS.
30. Порівняльна характеристика спрощеної архітектури NGN і IMS
31. Характеристика рівня управління в архітектурі IMS. Перелік елементів, їх призначення та функції.
32. Характеристика рівня транспортних мереж в архітектурі IMS. Перелік елементів, їх призначення та функції.
33. Основні протоколи в архітектурі IMS. Їх призначення та функції.
34. Характеристика рівня доданків і послуг в архітектурі IMS. елементи, їх призначення та функції.
35. Процес обслуговування користувачів в мережі IMS.

### ***Навчальна дисципліна «Теорія систем мобільних інфокомунікацій»***

1. Назвіть ключові параметри безпроводового каналу систем мобільного зв'язку. Що представляє собою ефект затінення на радіотрасі? Що представляє собою імовірність переривання зв'язку в каналах радіосистем?
2. Дайте класифікацію завмирань в безпроводовому каналі.
3. Що таке принцип повторного використання частот? Дайте визначення відстані повторного використання частот. Чим відрізняються статистичний і детермінований способи формування зон обслуговування? Що представляє собою кластер в стільниковій мережі?
4. Порівняйте стільникові системи мобільного зв'язку першого, другого, третього і четвертого покоління.
5. Базова архітектура мережі стандарту GSM.
6. Підсистема базових станцій BSS системи GSM. Контролер базових станцій BSC системи GSM. Транскодер TCE / TRC / TRAU системи GSM.
7. Центр комутації мобільного зв'язку MSC системи GSM. Домашній реєстр місцезнаходження HLR системи GSM. Візитний (тимчасовий) реєстр

місцерозташування VLR системи GSM. Список даних про користувача, що зберігається в реєстрах місцезнаходження системи GSM.

8. Регістр ідентифікації користувацького обладнання EIR, IMEI системи GSM. Центр аутентифікації AuC системи GSM. Шлюзовий центр комутації мобільного зв'язку GMSC системи GSM. Підсистема управління мережею NMS системи GSM.

9. Архітектура мережі GSM/GPRS.

10. Передумови і становлення систем 3G. Початкова архітектура UMTS.

11. Архітектура UMTS згідно 3GPP реліз 7. Розподілений MSC як результат впровадження Softswitch-архітектури в мобільних мережах. Бази HSS і SLF, що призначені для користувача.

12. Основні положення IMS. Функціональність IMS. Архітектура IMS.

13. Подальший революційний розвиток систем мобільного зв'язку в релізах 8 і 9 3GPP LTE. Архітектура мережі LTE без підключення мереж інших стандартів безпроводового доступу.

14. Схема з традиційною комутацією голосових викликів CSFB в мережі LTE. Схема з традиційною комутацією голосових викликів VoLGA в мережі LTE. Передача голосу в мережі LTE VoLTE.

15. Передача голосу в мережі LTE за допомогою OTT-сервісів. Технологія WiFi-Calling.

16. LTE-Advanced.

17. Ідентифікатори LTE.

18. Що представляє собою модуль ідентифікації користувача SIM-картка? Особливості карток R-UIM, Virtual SIM, MultiSim

19. UICC як мультисервісна платформа. П'ять видів даних, що містяться на USIM-картці. Специфікація e-SIM на базі Remote SIM Provisioning.

20. Частотні діапазони GSM. Фізичні канали в системі GSM. Канали трафіку в стандарті GSM.

21. Широкомовні логічні канали BCH керування в стандарті GSM.

22. Загальні логічні канали керування CCCH в стандарті GSM.

23. Спеціалізовані (виділені) логічні канали керування DCCH в стандарті GSM.

24. Багаторівневість структури каналів системи UMTS.

25. Логічні, транспортні і фізичні канали вниз і вгору системи UMTS.

26. Інформаційні канали LTE

27. Стек протоколів LTE

28. Функція правил і політики обробки викликів і тарифікації

29. Процедура реєстрації MS в мережі GSM.

30. Процедура обміну сигналами для вхідного і вихідного з'єднань в мережі GSM.

31. Аутентифікація і захист в системі GSM.

32. Аутентифікація та шифрування в мережах LTE.

33. Процедура обслуговування виклику від користувача стаціонарної мережі до користувача мобільної мережі GSM.

34. Оновлення місцеположення в мережі GSM.

35. Архітектура мережі 5G із зазначенням мережних інтерфейсів.

### ***Навчальна дисципліна «Безпроводові мережі та технології»***

1. Телекомунікаційні системи на базі висотних аероплатформ: Загальна структура системи. Зони обслуговування. Особливості організації радіолінії в ТСВА з наземними терміналами.
2. Принципи роботи UWB-систем.
3. Персональні безпроводові мережі: стандарт IEEE 802.15.
4. Локальні безпроводові мережі: набір стандартів IEEE 802.11.
5. Системи широсмугового радіодоступу, їх становлення.
6. Системи безпроводового доступу стандарту IEEE 802.16.
7. Когнітивне радіо.
8. Системи програмно визначеного радіо SDR.
9. Системи міліметрового діапазону внутрішньої та зовнішньої установки.
10. Телекомунікаційні системи терагерцового діапазону.
11. Наномережа, її об'єкти і інтерфейси.
12. Безпроводові mesh мережі.
13. Епізодичні безпроводові мережі ad hoc.
14. Безпроводові сенсорні мережі.
15. Системи зв'язку на базі гібридного з'єднання оптоволоконно-радіоканал.
16. Системи зв'язку на базі оптичних каналів у вільному просторі.
17. Розподілені антенні системи.
18. Визначення пропускної здатності безпроводових мереж доступу: каналу та системи.
19. Види молекулярного зв'язку в наномережі.
20. Структура та принципи побудови радіорелейних систем передачі прямої видимості і загоризонтного зв'язку (тропосферних).
21. Формування безпроводової системи зв'язку на основі рою безпілотних літаючих апаратів.
22. Пропускна здатність ідеального каналу зв'язку.
23. Пропускна здатність безпроводового каналу зв'язку з адитивним білим гауссівським шумом.
24. Пропускна здатність безпроводового каналу зв'язку із завмираннями.
25. Вплив знання інформації про стан каналу CSI на його пропускну здатність.
26. Система радіочастотної ідентифікації RFID.
27. Безпроводовий канал, сформований багатоантенною системою: MIMO, MISO, SIMO.
28. Пропускна здатність каналів багатоантенної системи.
29. Підземні та підводні телекомунікаційні безпроводові системи.
30. Системна пропускна здатність.
31. Підтримання мобільності в безпроводових мережах. Передача обслуговування.
32. Модель системи для традиційної кооперативної ретрансляції.
33. Модель системи кооперативної ретрансляції без підтримки безпосереднього з'єднання між джерелом і цільовим приймачем.
34. Модель системи кооперативної ретрансляції з декількома послідовними ретрансляторами.
35. Застосування хмарних обчислень в телекомунікаціях.

## ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТУ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)  
Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка  
Освітньо-професійна програма «Інженерія та програмування інфокомунікацій»

### ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № \_\_\_\_

Комплексного атестаційного екзамену  
на здобуття освітнього ступеня бакалавра зі спеціальності 172 Телекомунікації та  
радіотехніка

1. Характеристика статичної і динамічної маршрутизації в IP мережах.
2. Характеристика концепції управління TINA (Telecommunication Information Network Architecture).
3. Процедура обміну сигналами для вхідного і вихідного з'єднань в мережі GSM.
4. Пропускна здатність безпроводового каналу зв'язку з адитивним білим гауссівським шумом.

Затверджено на засіданні кафедри телекомунікацій  
Протокол № \_\_\_\_ від “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

Завідувач кафедри

Сергій КРАВЧУК

## КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВІДПОВІДЕЙ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ

На комплексному атестаційному екзамені студент отримує екзаменаційний білет, який включає чотири питання з зазначених вище переліків відповідних навчальних дисциплін.

Відповідь на кожне питання оцінюється за 25-бальною шкалою:

- повна відповідь з виводами формул, схемами, поясненнями, прикладами, розрахунками (не менше 95% потрібної інформації) – 24...25 балів;
- повна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 85% потрібної інформації) – 22...23 балів;
- повна принципowo правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, прикладів, розрахунків (не менше 75% потрібної інформації) – 19...21 бали;
- повна принципowo правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, прикладів, розрахунків та (або) з неточностями у формулюваннях (не менше 65% потрібної інформації) – 17...18 балів;
- не повна відповідь, в якій відсутні принципovi неточности (не менше 60% потрібної інформації) – 15...16 балів;
- неповна відповідь з грубими помилками та (або) принципovими неточностями (менше 60% потрібної інформації) або відсутність відповіді – 0...14 балів.

Після закінчення комплексного атестаційного екзамену, на закритому

засіданні екзаменаційної комісії, визначається середній бал оцінювання членами екзаменаційної комісії кожного запитання. Загальна оцінка за комплексний атестаційний екзамен обчислюється як сума значення балів чотирьох відповідей. Таким чином, за результатами комплексного атестаційного екзамену здобувач може набрати від 0 до 100 балів. Результуючі рейтингові бали окремого студента переводяться в оцінку за університетською шкалою:

Рейтингова оцінка здобувача	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
менше 60	Незадовільно

Результати комплексний атестаційного екзамену в усній формі голова ЕК оголошує здобувачам у день складання комплексного атестаційного екзамену.

### **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО КОМПЛЕКСНОГО АТЕСТАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ з дисципліни**

#### **“ Архітектури, служби та технології інфокомунікацій ”**

1. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Досягнення в телекомунікаціях 2019/ за наук. ред. М.Ю. Ільченка, С.О. Кравчук: монографія. – Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. – 336 с. ISBN 978-617-7734-12-2
2. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Телекомунікаційні системи. – К.: Наукова думка, 2017 – 730с.
3. Globa, L., Skulysh, M., Romanov, O., Nesterenko, M. Quality control for mobile communication management services in hybrid environment // Lecture Notes in Electrical Engineering 560, с. 76-100, 2019
4. Romanov, O., Nesterenko, M., Veres, L.A. IMS: Model and calculation method of telecommunication network's capacity // 2nd International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2017 - Proceedings 3 November 2017, № 8095412
5. Романов О.І. Конспект лекцій з дисципліни "Принципи побудови та методи реалізації телекомунікаційних систем нового покоління". 2016р. Посилання на конспект лекцій з дисципліни: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/17778>

#### **з дисципліни**

#### **“ Керування інфокомунікаційними мережами ”**

1. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Досягнення в телекомунікаціях 2019/ за наук. ред. М.Ю. Ільченка, С.О. Кравчук: монографія. – Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. – 336 с. ISBN 978-617-7734-12-2
2. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Телекомунікаційні системи. – К.: Наукова думка, 2017 – 730с.
3. Романов А.И. Телекоммуникационные сети и управление. Киев, ВПЦ «Киевский Университет», 2003. - 247с.
4. Романов А.И. Управление потоками речевых сообщений на сетях святы. Киев, НЦ КВІУЗ, 1998. – 272с.
5. Романов О.І. Конспект лекцій з дисципліни "Методи управління телекомунікаційними мережами". 2016р. Посилання на конспект лекцій з дисципліни: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/17668>

#### **з дисципліни**

#### **“ Теорія систем мобільних інфокомунікацій ”**

1. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Телекомунікаційні системи. – К: Наукова думка, 2017. – 730 с.
2. Ільченко М.Е., Кравчук С.А. Телекоммуникационные системы на основе высотных аэроплатформ. – К.: НПП "Издательство "Наукова думка" НАН Украины", 2008. – 580 с.
3. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Телекомунікаційні системи широкопугового радіодоступу. – К.: Наукова думка, 2009. – 312 с.
4. Кравчук С.О., Наритник Т.М. Телекомунікаційні системи терагерцового діапазону. – Житомир: ФОП «Євенок О.О.», 2015. – 208 с.

#### **з дисципліни**

#### **“ Безпроводові мережі та технології ”**

1. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Телекомунікаційні системи. – К: Наукова думка, 2017. – 730 с.
2. Системи зв'язку з рухомими об'єктами / С.О. Кравчук, О.Г. Голубничий, А.Г. Тараненко, В.Г. Потапов, О.П. Ткаліч: підручник. – К.: Спринт-Сервіс, 2012. – 452 с.
3. Берлин А.Н. Цифровые сотовые системы связи. – М.: Эко-Трендз, 2007. – 296 с.
4. Сети UMTS. Архитектура, мобильность, сервисы / Х. Кааранен, А. Ахтиайен, Л. Лаитинен и др. / пер. с англ. Н.Л. Бирюкова. – М.: Техносфера, 2007. – 464 с.
5. Бабков В.Ю., Вознюк М.А., Михайлов П.А. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 224 с.
6. Тихвинский В.О., Терентьев С.В, Юрчук А.Б. Сети мобильной связи LTE: технологии и архитектура. – М.: Эко-Трендз, 2010. – 284 с.