



# МУЛЬТИСЕРВІСНІ МЕРЕЖІ АБОНЕНТСЬКОГО ДОСТУПУ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	172 Електронні комунікації та радіотехніка
Освітня програма	Інженерія інноваційних інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем
Статус дисципліни	<i>Вибірنا</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів, 150 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/модульна контрольна робота (МКР)
Розклад занять	<a href="https://schedule.kpi.ua/">https://schedule.kpi.ua/</a>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>кандидат технічних наук Гаттуров Віктор Кавич, gvk51@ukr.net</i> Практичні / Семінарські: <i>кандидат технічних наук Гаттуров Віктор Кавич, gvk51@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=1860">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=1860</a>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

<b>Цілі дисципліни</b>	Метою навчальної дисципліни є формування у студентів: – системи знань конструктивно-технологічних принципів побудови і функціонування Мультисервісні мережі абонентського доступу та Інтернету речей (ММАДІР); – здібностей у питаннях планування, побудови, розгортання і технічного супроводу структури ММАДІР; – самостійно використовувати і вивчати літературу з основ побудови та принципів функціонування ММАДІР, розвивати гнучкість мислення, творчу самостійності та дію.
<b>Предмет навчальної дисципліни</b>	Основи побудови і функціонування ММАДІР, властивостей базових мережевих технологій та функціонування телекомунікаційних мереж різних поколінь, навантаження, якості обслуговування та характеристики ММАДІР.

<b>Компетентності</b>	<p>Здатність аналізувати та оцінювати повноту інформації в ході професійної діяльності з управління проектами (ЗК 4, 5).</p> <p>Здатність оцінювати рівень існуючих технологій у галузі професійної діяльності, ефективність технічних рішень та можливості реалізації наукових ідей у прибуткових бізнес-проектах та стартапах (ФК 2).</p> <p>Здатність оцінювати проблемні ситуації та недоліки в сфері розробки, конструювання, налагодження, функціонування та експлуатації телекомунікаційних та радіотехнічних систем, формулювати пропозиції щодо вирішення проблем та усунення недоліків (ФК13).</p> <p>Здатність виявляти основні закономірності побудови і функціонування ММАДІР та проводити системне проектування як її окремих елементів, так і всієї мережі в цілому (ФК 20).</p> <p>Здатність виявляти, розраховувати, використовувати основні характеристики, параметри, принципи організаційно-технічної побудови, моделі і типові процеси, що протікають у них, які акцентовані на побудову ММАДІР (ФК 21).</p> <p>Здатність проводити аналіз систем управління ММАДІР та на його основі здійснювати вдосконалення систем управління існуючих телекомунікаційних мереж і систем Інтернету речей (ФК 22).</p>
<b>Програмні результати навчання</b>	<p>Впорядковувати набуті знання для постановки і вирішення інженерних та наукових завдань, вибору і використання відповідних аналітичних методів розрахунку ММАДІР (ПРН 1).</p> <p>Досліджувати процеси у телекомунікаційних та радіотехнічних системах з використанням засобів автоматизації інженерних розрахунків, планування та проведення наукових експериментів з обробкою і аналізом результатів (ПРН 6).</p> <p>Застосовувати інформаційні критерії для аналізу сучасних телекомунікаційних мереж та оцінювати ефективність інфокомунікаційних технологій систем Інтернету речей на основі моделей фізичного та каналного рівнів (ПРН 16).</p> <p>Проводити аналіз і синтез телекомунікаційних мереж наступного покоління, технічно грамотно забезпечувати розподіл і застосування засобів на цих мережах, нормувати показники основних характеристик ММАДІР (18).</p>

## 2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

**Пререквізити:** Курс «Мультисервісні мережі абонентського доступу та Інтернету речей» є складовою інженерної освіти спеціаліста. Він є необхідним для успішного засвоєння подальших спеціальних дисциплін. Навчальна дисципліна «Мультисервісні мережі абонентського доступу та Інтернету речей» (ПО 4) вивчається студентами в 10 семестре і базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін в попередніх семестрах.

**Постреквізити:** Кредитний модуль «Мультисервісні мережі абонентського доступу та Інтернету речей» передувє вивченню спеціальних виборних дисциплін Ф-Каталогу: «Освітній компонент 1» (ПВ 1), «Освітній компонент 2» (ПВ 2), «Освітній компонент 3» (ПВ 3), «Освітній компонент 4» (ПВ 4), «Освітній компонент 5» (ПВ 5), кредитним модулям «Практика» (ПО 8) та «Виконання магістерської дисертації» (ПО 9).

## 3. Зміст навчальної дисципліни

Зміст навчальної дисципліни «Мультисервісні мережі абонентського доступу та Інтернету речей» включає наступні теми:

## **Розділ 1 Місце, роль та функції мереж абонентського доступу в телекомунікаційній системі**

### Тема 1.1 Принципи організації, характеристики та функції мультисервісних мереж доступу.

Основні етапи розвитку системи абонентського доступу. Принципи модернізації місцевих мереж електрозв'язку. Модель, визначення і архітектура мереж доступу. Класифікація технологій. Основні поняття. Формальний опис характеристик абонентської мережі. Розподіл довжин абонентських ліній. Розподіл ємкості абонентського кабелю

### Тема 1.2 Основні тенденції еволюції абонентської мережі.

Еволюція абонентської мережі. Пропускна спроможність абонентської мережі. Структура мережі. Середовище поширення сигналів.

### Тема 1.3 Цифрові мережі з інтеграцією послуг (ЦМПП) – ISDN.

Загальні принципи інтегрального обслуговування. Принципи побудови і компоненти мереж ISDN. Шлюз V5 в мультисервісну мережу.

## **Розділ 2 Технології дротяні доступу**

### Тема 2.1 Мережі доступу на мідних кабелях.

Засоби і методи передачі сигналів в дротяних лініях. Технології передачі по мідних дротах. Мідні кабелі і вимоги до них. Характеристики систем DSL. Технічні принципи технології xDSL. Нові рішення для мідної інфраструктури. Структура технології ADSL. Розвиток технології ADSL. Універсальні мультисервісні платформи доступу. Принципи побудови мереж доступу на базі IP DSLAM. Канальний, мережевий і транспортний рівні моделі OSI для мережі доступу на базі IP DSLAM.

### Тема 2.2 Волоконно-оптичні мережі доступу.

Основні поняття і визначення. Типові вирішення побудови мереж доступу на базі мультіплексорів PDH і SDH, їх конфігурація і експлуатація. Оптичні технології FTTx, PON.

### Тема 2.3 Міські мережі Ethernet.

Технологія Ethernet. Технології доступу по мережах кабельного телебачення. Доступ по електромережі (PLC-технології).

## **Розділ 3 Технології безпроводного доступу**

### Тема 3.1 Класифікація, технології і архітектура безпроводних мереж доступу.

Системи радіо доступу. Класифікація і технології безпроводних мереж доступу. Технологія UMTS/HSPA. Технологія і архітектура мереж LTE. Архітектура і реалізовані проекти LTE. Необхідність переходу, призначення і технології мереж 5 G. Порівняння 3G, 4G та 5G. Стан і прогнози ринку безпроводного доступу

### Тема 3.2 Конвергентні мережі доступу та їх стратегія розвитку.

Проблема сумісності в мережах доступу. Конвергентні мережі доступу і їх стратегія розвитку. Кордони застосовності різних технологій доступу. Порівняльний аналіз технологій доступу.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Базова література:**

1. Жураковский Б.Ю. Комп'ютерні мережі. Частина 1. Навчальний посібник [Електронний ресурс] / Б. Ю. Жураковский, І. О. Зенів // КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2020. – 336 с. – Режим доступу до ресурсу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/36615>

2. Жураковський Б. Ю. Комп'ютерні мережі. Частина 2 Навчальний посібник [Електронний ресурс] / Б. Ю. Жураковський, І. О. Зенів // КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2020. – 372 с. – Режим доступу до ресурсу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/36641>
3. Жураковський Б.Ю. Системи доступу. Навчальний посібник. [Електронний ресурс] / Б. Ю. Жураковський, Н. В. Коршун // Київ, Державний університет телекомунікацій. –2015.–58с.–Режим доступу до ресурсу: [http://ir.nmapo.edu.ua:8080/jspui/bitstream/lib/277/1/1\\_841\\_81364872.pdf](http://ir.nmapo.edu.ua:8080/jspui/bitstream/lib/277/1/1_841_81364872.pdf).
4. Технології інтернету речей. Навчальний посібник [Електронний ресурс / Б. Ю. Жураковський, І.О. Зенів; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2021. – 271 с.
5. Заїка В.Ф. Телекомунікаційні системи та мережі наступного покоління: Навчальний посібник / Заїка В.Ф., Варфоломєєва О.Г., Домрачева К.О., Гринкевич Г.О. - Київ, ДУТ, 2019. – 315с.
6. Ложковський А.Г. Нові методи теорії телетрафіка.– Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018. – 80 с.:
7. Телекомунікаційні системи та мережі наступного покоління: конспект лекцій. Модуль 5.2 / Педяш В.В. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. – 76 с.
8. Архітектура та технології Інтернету речей: навч. посіб. / І.В. Пулеко, А.А. Єфіменко. – Електронні дані. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2022. – 234 с.

### Додаткова література:

1. Беркман Л.Н. Типові сигнали та завади в електрозв'язку [Навчальний посібник], [Електронний ресурс] / Беркман Л.Н., Жураковський Б.Ю., Твердохліб М.Г. // - К.: ДУТ, 2015. – 92с. – Режим доступу до ресурсу: [http://www.dut.edu.ua/uploads/1\\_869\\_71565720.pdf](http://www.dut.edu.ua/uploads/1_869_71565720.pdf).
2. Бондарчук А. П. Основи інфокомунікаційних технологій: навчальний посібник [Електронний ресурс] / А. П. Бондарчук, Г. С. Срочинська, М. Г. Твердохліб // Київ, ДУТ. – 2015. – 76 с. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.dut.edu.ua/ua/lib/1/category/1090/view/840>.
3. Жураковський Б. Ю. Кінцеві пристрої абонентського доступу. Навчальний посібник [Електронний ресурс] / Б. Ю. Жураковський, Г. С. Срочинська, Н. М. Довженко // Київ, Державний університет телекомунікацій. – 2015. – 65 с. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.dut.edu.ua/ru/lib/118/category/96/view/903>.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Лекційні заняття

№/п	№№	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
11		<p><u>Лекція 1. Принципи організації Мультисервісні мережі абонентського доступу та Інтернету речей</u></p> <p><u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u>            Основні етапи розвитку системи абонентського доступу. Принципи модернізації місцевих мереж електрозв'язку. Модель, визначення і архітектура мереж доступу. Класифікація технологій.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.  <u>Література:</u> Л.1, гл.1.1-1.3; Л.2, с.121-134; Л.3, с.229-237; Л.5, гл.1  <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
22		<p><u>Лекція 2. Основні характеристики мереж доступу</u></p> <p><u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u>            Основні поняття. Формальний опис характеристик абонентської мережі. Розподіл довжин абонентських ліній. Розподіл ємкості абонентського кабелю</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.  <u>Література:</u> Л.1, гл.1.3, 1.4</p>

	<p><u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
33	<p><u>Лекція 3. Основні тенденції еволюції абонентської мережі</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Еволюція абонентської мережі. Пропускна спроможність абонентської мережі. Структура мережі. Середовище поширення сигналів <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.1, гл.1.5; Л.2, с.174-194; Л.3, с.255-265 <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
44	<p><u>Лекція 4. Цифрові мережі з інтеграцією послуг (ЦМІП) – ISDN</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Загальні принципи інтегрального обслуговування. Принципи побудови і компоненти мереж ISDN. Шлюз V5 в мультисервісну мережу. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.1, гл.2.2, 2.4; Л.4, с.108-112; Л.7, с.11-19 <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
55	<p><u>Лекція 5. Мережі доступу на мідних кабелях</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Засоби і методи передачі сигналів в дротяних лініях. Технології передачі по мідних дротах. Мідні кабелі і вимоги до них. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.5, гл.2; Л.6, гл.3 <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
56	<p><u>Лекція 6. Мережі доступу на основі xDSL-ліній</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Характеристики систем DSL. Технічні принципи технології xDSL. Нові рішення для мідної інфраструктури. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.1, гл.1.5; Л.2, с.126-134; Л.3, с.243-245; Л.5, с.112-117; Л.6, гл.2 <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
57	<p><u>Лекція 7. Мережі доступу на основі технології ADSL.</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Структура технології ADSL. Розвиток технології ADSL <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, с.255-265; Л.5, гл.4; <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
58	<p><u>Лекція 8. Побудова мереж доступу на базі IP DSLAM. Концепція Triple Play</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Універсальні мультисервісні платформи доступу. Принципи побудови мереж доступу на базі IP DSLAM. Канальний, мережевий і транспортний рівні моделі OSI для мережі доступу на базі IP DSLAM. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, с.255-265; Л.5, гл.4; Л.7, с.24-29 <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
59	<p><u>Лекція 9. Волоконно-оптичні мережі доступу</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u></p>

	<p>Основні поняття і визначення. Типові вирішення побудови мереж доступу на базі мультиплексорів PDH і SDH, їх конфігурація і експлуатація. Оптичні технології FTTx, PON.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.</p> <p><u>Література:</u> Л.2, с.134-137; Л.3, с.245-254; Л.5, гд2, 3; Л.7, с.44-51</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання.</p> <p>Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
510	<p><u>Лекція 10. Міські мережі Ethernet</u></p> <p><u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u></p> <p>Технологія Ethernet. Технології доступу по мережах кабельного телебачення. Доступ по електромережі (PLC-технології).</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.</p> <p><u>Література:</u> Л.2, с.137-142, 155-161; Л.4, с.117-122, 131-137; Л.5, гл.4; Л.5, гл.4; Л.7, с.30-39</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання.</p> <p>Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
111	<p><u>Лекція 11. Класифікація і еволюція безпроводних мереж доступу</u></p> <p><u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u></p> <p>Системи радіодоступу. Класифікація і технології безпроводних мереж доступу. Покоління мереж стільникового зв'язку. Міжнародні і національні стандарти.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.</p> <p><u>Література:</u> Л.1, гл.2.5; Л.2, с.142-171, 161-171; Л.3, с.292-312; Л.4, с.123-130; Л.5, гл.3</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання.</p> <p>Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
112	<p><u>Лекція 12. Еволюція архітектури мобільних мереж. Архітектура та технології мереж UMTS, IMT-2000 та IMT-2020. Реалізовані проекти безпроводних мереж доступу</u></p> <p><u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u></p> <p>Архітектура 3GPP різних релізів. Розвиток архітектури ALL-IP по 3GPP. Реалізовані проекти мереж UMTS. Стан і прогнози ринку безпроводного доступу.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.</p> <p><u>Література:</u> Л.2, с.161-171; Л.3, с.315-330, 354-393; Л.7, с.39-43</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання.</p> <p>Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
113	<p><u>Лекція 13. Послуги, підтримувані безпроводними мережами доступу.</u></p> <p><u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u></p> <p>Персональні безпроводні мережі доступу. Безпроводні мережі стандартів IEEE 802.1X. Пакетні мережі GPRS та EDGE. Послуги мереж 3G, 4G та 5G.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.</p> <p><u>Література:</u> Л.2, с.161-171; Л.3, с.315-330, 354-393; Л.7, с.39-43</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання.</p> <p>Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
114	<p><u>Лекція 14. Якість обслуговування в безпроводних мережах доступу (БМД).</u></p> <p><u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u></p> <p>Стандартизація якості обслуговування в БМД. Критерії якості обслуговування в БМД. Показники якості обслуговування в БМД. Особливості БМД з точки зору якості обслуговування.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.</p> <p><u>Література:</u> Л.8, с.226-234.</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання.</p> <p>Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
115	<p><u>Лекція 15. Підсистеми мультимедійних послуг (IP Multimedia Subsystem).</u></p>

	<p><u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u>  Ідея IMS. Функціональні переваги. Мультимедійні ір-сеанси. Взаємодія з іншими мережами. Інваріантність доступу. Створення послуг і управління послугами. Захист інформації. Архітектура IMS. Призначені для користувача бази HSS і SLF. Функція sip-сервера. Сервери додатків. Медіасервери MRF. Шлюз Pstn/cs. Шлюз захисту SEG. Опції оплати і білінга в IMS. Ідентифікація в IMS. IMS в стаціонарних мережах. Нововведення і перспективи IMS.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.  <u>Література:</u> Л.9, с.42-72.  <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання.  Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
116	<p><u>Лекція 16. Всепроникаючі сенсорні мережі.</u>  <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u>  Основи появи сенсорних мереж як складової ССОП. Архітектура сенсорних мереж. Алгоритми маршрутизації USN. Алгоритми вибору головного вузла в кластері. Алгоритм розподіленої кластеризації.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.  <u>Література:</u> Л.9, с.93-130.  <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання.  Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
617	<p><u>Лекція 17. Молекулярні наномережі. Інтернет речей (IoT).</u>  <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u>  Наномережі як напрям розвитку мереж зв'язку. Класифікація молекулярних наномереж. Додатки наномереж. Прогнози і нові концепції розвитку мереж зв'язку. Самоорганізація мереж в концепції ІОТ. Муніципальні мережі. Медичні мережі.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.  <u>Література:</u> Л.9, с.28-41, 142-148.  <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання.  Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
118	<p><u>Лекція 18. Конвергентні мережі доступу та їх стратегія розвитку</u>  <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u>  Проблема сумісності в мережах доступу. Конвергентні мережі доступу і їх стратегія розвитку. Кордони застосовності різних технологій доступу. Порівняльний аналіз технологій доступу.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.  <u>Література:</u> Л.2, с.174-189; Л.4, с.94-105, 141-147; Л.5, гл.10  <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання.  Виконати завдання до самостійної роботи.</p>

### Практичні (семінарські) заняття

Основні завдання циклу семінарських занять є закріплення теоретичних положень навчальної дисципліни.

Цільове призначення семінарських занять з кредитного модуля «Мультисервісні мережі абонентського доступу та Інтернету речей» полягає в розвитку пізнавальних здібностей, самостійності мислення і творчої активності студентів; поглибленні, розширенні, деталізації знань, отриманих на лекції в узагальненій формі, і сприянні виробленню умінь професійної діяльності.

Основними завданнями семінарських занять є наступні завдання:

- навчання студентів методам аналізу теоретичних положень і концепцій кредитного модуля «Мультисервісні мережі абонентського доступу та Інтернету речей»;
- придбання студентами умінь та набуття досвіду використання сучасних теоретичних і науково-технічних методів і пристроїв в рішенні конкретних практичних задач;
- розвиток творчого професійного мислення, професійній і пізнавальній мотивації;



- використання професійних знань в учбових умовах - оволодіння термінологією кредитного модуля «Мультисервісні мережі абонентського доступу та Інтернету речей», навиками володіння формулюваннями, поняттями, визначеннями, уміннями постановки і вирішення інтелектуальних проблем і завдань;

- повторення і закріплення знань;
- розвиток наукового мислення, мови, спілкування з аудиторією і т.д.;
- організації оперативного зворотного зв'язку викладача і студентів.

Навчальний матеріал програми, який виносить на семінарські заняття з розподілом на окремі заняття наступний

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
11	<p><u>СЗ.1. Практичні схеми підключення до послуг ISDN</u>  <u>Перелік основних питань, які виносяться на семінарське заняття:</u>  Опорні точки ISDN. Характеристики фізичних інтерфейсів в опорних точках. Практичні схеми підключення до послуг ISDN на базовій (BRA) і первинній швидкостях (PRA).  <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.  <u>Література:</u> конспект лекцій, Л.1, гл.2.2, 2.4; Л.4, с.108-112; Л.7, с.11-19  <u>Завдання на СРС:</u> Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
22	<p><u>СЗ.2. Мережі доступу на основі xDSL-ліній</u>  <u>Перелік основних питань, які виносяться на семінарське заняття:</u>  Конструкція і характеристики міських і магістральних кабелів, істотні для передачі цифрових сигналів. Технічні принципи технології та характеристики систем xDSL. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.  <u>Література:</u> конспект лекцій, Л.1, гл.1.5; Л.2, с.126-134; Л.3, с.243-245; Л.5, с.112-117; Л.6, гл.2, 3.  <u>Завдання на СРС:</u> Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
23	<p><u>СЗ.3. Мережі доступу на основі технології ADSL.</u>  <u>Перелік основних питань, які виносяться на семінарське заняття:</u>  Технології ADSL. Види модуляції ADSL. Порівняльний аналіз технологій ADSL, 2+ та VDSL.  <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.  <u>Література:</u> конспект лекцій, Л.3, с.255-265; Л.5, гл.4.  <u>Завдання на СРС:</u> Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
44	<p><u>СЗ.4. Побудова мереж доступу на базі IP DSLAM. Концепція Triple Play</u>  <u>Перелік основних питань, які виносяться на семінарське заняття:</u>  Структура и принцип работы IP DSLAM. Сети доступа на базе IP DSLAM.  <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.  <u>Література:</u> конспект лекцій, Л.3, с.255-265; Л.5, гл.4.  <u>Завдання на СРС:</u> Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
45	<p><u>СЗ.5. Волоконно-оптичні мережі доступу</u>  <u>Перелік основних питань, які виносяться на семінарське заняття:</u>  Волоконно-оптичні мережі доступу. Оптичні технології FTTx. Сімейство пасивних оптичних мереж xPON.  <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.</p>



	<p><u>Література:</u> конспект лекцій, Л.2, с.134-137; Л.3, с.245-254; Л.5, гл.2, 3; Л.7, с.44-51</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
66	<p><u>СЗ.6. Технологія Ethernet. Технології доступу по мережах кабельного телебачення.</u></p> <p><u>Перелік основних питань, які виносяться на семінарське заняття:</u> Технологія Ethernet. Технології доступу по мережах кабельного телебачення.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.</p> <p><u>Література:</u> конспект лекцій, Л.2, с.137-142, 155-161; Л.4, с.117-122, 131-137; Л.5, гл.4; Л.6, гл.4; Л.7, с.30-39</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
77	<p><u>СЗ.7. Системи радіодоступу. Класифікація і технології безпроводних мереж доступу. Технологія UMTS/HSPA.</u></p> <p><u>Перелік основних питань, які виносяться на семінарське заняття:</u> Системи радіодоступу. Класифікація і технології безпроводних мереж доступу. Технологія UMTS/HSPA.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.</p> <p><u>Література:</u> конспект лекцій, Л.1, гл.2.5; Л.2, с.142-171, 161-171; Л.3, с.292-312; Л.4, с.123-130; Л.5, гл.3</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
88	<p><u>СЗ.8. Технологія мереж LTE Архітектура і реалізовані проекти LTE. Порівняння різних технологій безпроводних мереж доступу.</u></p> <p><u>Перелік основних питань, які виносяться на семінарське заняття:</u> Технологія мереж LTE Архітектура і реалізовані проекти WIMAX. Порівняння різних технологій безпроводних мереж доступу.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.</p> <p><u>Література:</u> конспект лекцій, Л.2, с.161-171; Л.3, с.315-330, 354-393; Л.7, с.39-43</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.</p>
99	<p><u>СЗ 9. Конвергентні мережі доступу та їх стратегія розвитку</u></p> <p><u>Перелік основних питань, які виносяться на семінарське заняття:</u> Проблема сумісності в мережах доступу. Конвергентні мережі доступу і їх стратегія розвитку. Кордони застосовності різних технологій доступу. Порівняльний аналіз технологій доступу.</p> <p><u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору.</p> <p><u>Література:</u> Л.2, с.174-189; Л.4, с.94-105, 141-147; Л.5, гл.10</p> <p><u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.</p>

## 6. Самостійна робота студента/аспіранта

### Самостійна робота

№ з/п	Назва теми, що виносить на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	<p><b>Розділ 1 Місце, роль та функції мереж абонентського доступу в телекомунікаційній системі</b></p> <p>Тема 1.1 Принципи організації, характеристики та функції мультисервісних мереж доступу</p> <p><u>Перелік основних питань, які виносяться на СРС студентів:</u></p>	10
		4

	<p>Основні етапи розвитку системи абонентського доступу. Принципи модернізації місцевих мереж електрозв'язку. Модель, визначення і архітектура мереж доступу. Класифікація технологій</p> <p><u>Література:</u> Л.1, гл.1.1-1.3; Л.2, с.121-134; Л.3, с.229-237; Л.5, гл.1</p>	
2	<p>Тема 1.2 Основні тенденції еволюції абонентської мережі</p> <p><u>Перелік основних питань, які виносяться на СРС студентів:</u></p> <p>Еволюція абонентської мережі. Пропускна спроможність абонентської мережі. Структура мережі. Середовище поширення сигналів</p> <p><u>Література:</u> Л.1, гл.1.5; Л.2, с.174-194; Л.3, с.255-265</p>	2
3	<p>Тема 1.3 Цифрові мережі з інтеграцією послуг (ЦМПП) – ISDN</p> <p><u>Перелік основних питань, які виносяться на СРС студентів:</u></p> <p>Загальні принципи інтегрального обслуговування. Принципи побудови і компоненти мереж ISDN. Шлюз V5 в мультисервісну мережу.</p> <p><u>Література:</u> Л.1, гл.2.2, 2.4; Л.4, с.108-112; Л.7, с.11-19</p>	4
4	<p><b>Розділ 2 Технології дротяні доступу</b></p> <p>Тема 2.1 Мережі доступу на мідних кабелях</p> <p><u>Перелік основних питань, які виносяться на СРС студентів:</u></p> <p>Засоби і методи передачі сигналів в дротяних лініях. Технології передачі по мідних дротах. Мідні кабелі і вимоги до них. Характеристики систем DSL. Технічні принципи технології xDSL. Нові рішення для мідної інфраструктури. Структура технології ADSL. Розвиток технології ADSL. Універсальні мультисервісні платформи доступу. Принципи побудови мереж доступу на базі IP DSLAM. Канальний, мережевий і транспортній рівні моделі OSI для мережі доступу на базі IP DSLAM.</p> <p><u>Література:</u> Л.5, гл.2; Л.6, гл.2,3; Л.1, гл.1.5; Л.2, с.126-134; Л.3, с.243-265; Л.5, с.112-117; Л.7, с.24-29</p>	20 4
5	<p>Тема 2.2 Волоконно-оптичні мережі доступу.</p> <p><u>Перелік основних питань, які виносяться на СРС студентів:</u></p> <p>Основні поняття і визначення. Типові вирішення побудови мереж доступу на базі мультиплексорів PDH і SDH, їх конфігурація і експлуатація. Оптичні технології FTTx, PON</p> <p><u>Література:</u> Л.2, с.134-137; Л.3, с.245-254; Л.5, гл.2, 3; Л.7, с.44-51</p>	8
6	<p>Тема 2.3 Міські мережі Ethernet.</p> <p><u>Перелік основних питань, які виносяться на СРС студентів:</u></p> <p>Технологія Ethernet. Технології доступу по мережах кабельного телебачення. Доступ по електромережі (PLC-технології).</p> <p><u>Література:</u> Л.2, с.137-142, 155-161; Л.4, с.117-122, 131-137; Л.5, гл.4; Л.5, гл.4; Л.7, с.30-39</p>	8
7	<p><b>Розділ 3 Технології безпроводного доступу</b></p> <p>Тема 3.1 Класифікація, технології і архітектура безпроводних мереж доступу</p> <p><u>Перелік основних питань, які виносяться на СРС студентів:</u></p> <p>Системи радіодоступу. Класифікація і технології безпроводних мереж доступу. Технологія UMTS/HSPA. Технологія і архітектура мереж LTE. Архітектура і реалізовані проекти WIMAX. Порівняння WIMAX з HSPA і LIE. Стан і прогнози ринку безпроводного доступу.</p> <p><u>Література:</u> Л.1, гл.2.5; Л.2, с.142-171, 161-171; Л.3, с.292-312; Л.4, с.123-130; Л.5, гл.3</p>	14 12
7	<p>Тема 3.2 Конвергентні мережі доступу та їх стратегія розвитку</p>	2

	<p><u>Перелік основних питань, які виносяться на СРС студентів:</u>          Проблема сумісності в мережах доступу. Конвергентні мережі доступу і їх стратегія розвитку. Кордони застосовності різних технологій доступу. Порівняльний аналіз технологій доступу.  <u>Література:</u> Л.2, с.174-189; Л.4, с.94-105, 141-147; Л.5, гл.10</p>	
--	--	--

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Матеріал кредитного модуля «Мультисервісні мережі абонентського доступу та Інтернету речей» вивчається на усіх видах занять, які рекомендуються педагогікою вищої школи, з регулярним контролем знань і умінь студентів на практичних та лабораторних заняттях.

Теоретичний матеріал кредитного модуля «Мультисервісні мережі абонентського доступу та Інтернету речей» вивчається студентам на лекціях і на практичних заняттях (окремі питання).

Передбачається, що студент конспектує під час лекції основні положення теоретичного курсу, що викладається лектором. Рекомендована література дозволить уточнити конспект і доповнити знання, отримані на лекції. Методика читання лекцій будується як на використанні сучасних технічних засобів, так і на застосуванні традиційних форм і методик.

Застосування сучасних технічних засобів і інноваційних методик є в даний час обов'язковим елементом в процесі навчання. У розпорядженні викладачів ІТС є проектор і екран для демонстрації слайдів. Лекції ведуться із застосуванням вказаного устаткування. Це дозволяє добитися кращої якості в зображенні формул, використовувати складніший графічний матеріал, необхідний для розкриття теми лекції, а також полегшує працю викладача, дозволяючи йому концентруватися на спілкуванні з аудиторією.

Використання слайдів на лекціях дає можливість наочніше викласти матеріалу, полегшує працю викладача і економить час на малювання таблиць і графіків.

Підсумковий контроль оволодіння навчальним матеріалом студентами здійснюється на семестровому заліку, який проводиться на останньому практичному занятті.

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали. Рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- роботу на практичних заняттях;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

2. Критерії нарахування балів.

2.1. Робота на практичних заняттях оцінюється із 10 балів:

- «відмінно» – самостійна відповідь (розв'язана задача, виконане завдання) – 9-10 балів;
- «добре» – відповідь (розв'язана задача, виконане завдання) з незначною допомогою викладача (аудиторії) – 7-8 балів;
- «задовільно» – відповідь (розв'язана задача, виконане завдання) зі значною допомогою викладача (аудиторії) – 6 балів;
- «незадовільно» – студент не здатний відповісти на поставлене питання (розв'язати задачу, виконати завдання) навіть з допомогою викладача – 0 балів.

2.2. Модульна контрольна робота оцінюється із 25 балів:

- «відмінно» – правильно і повністю виконані всі завдання (не менше 90% потрібної – «добре» – частково виконані завдання (не менше 75% потрібної інформації) – 19-22 бали;
- «задовільно» – завдання контрольної роботи виконані із помилками (не менше 60% потрібної інформації) – 15-18 балів;
- «незадовільно» – завдання не виконані або містять грубі помилки, МКР не зараховано – 0 балів.

2.4. Залікова контрольна робота (співбесіда) оцінюється в 100 балів. Контрольне завдання цієї роботи (співбесіди) складається з чотирьох запитань з переліку, що надається для підготовки до заліку.

Кожне запитання оцінюється з 25 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування – 23-25 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), є незначні неточності – 19-22 бали;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації), є деякі помилки – 15-18 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

3. Календарна проміжна атестація студентів проводиться за значенням поточного рейтингу студента на час атестації. Якщо значення цього рейтингу не менше 50 % від максимально можливого на час атестації, студент вважається атестованим. Умовою позитивної першої атестації є отримання не менше 10 балів, другої атестації – отримання не менше 35.

4. Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, за умови зарахування ДКР, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею (п.6). Якщо сума балів менша за 60, студент виконує залікову контрольну роботу (співбесіду). Умовою допуску до залікової контрольної роботи (співбесіди), є сума рейтингових балів не менша 40. У цьому разі сума балів за залікову контрольну роботу (співбесіду) переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею (п.6).

5. Студент, який у семестрі отримав більше 60 балів, але бажає підвищити свій результат, може взяти участь у заліковій контрольній роботі (пройти співбесіду). У цьому разі остаточний результат складається із балів, що отримані на заліковій контрольній роботі (співбесіді).

6. Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

### Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль.

1. Елементи мереж ISDN. Схема підключення до мережі ISDN BRI.
2. Інтерфейси та опорні точки ISDN. Взаємодія у опорних точках.
3. Призначення та функції інтерфейсів мережі ISDN.
4. Принципи побудови та компоненти мережі ISDN. Опорні точки, характеристики фізичних інтерфейсів у опорних точках.
5. Модель абонентської ділянки ISDN. Практичні схеми підключення до послуг ISDN на базових (BRA) та первинних (PRA) швидкостях.
6. Базова модель мережі абонентського доступу ISDN
7. Ключові характеристики кабелів для цифрових ліній (що впливають на передачі даних)
8. Методи модуляції/лінійного кодування xDSL
9. Стандарти та порівняння різних технологій xDSL
10. Мідні кабелі у мережі доступу та їх основні характеристики. Вимоги до мідних кабелів передачі цифрових сигналів.
11. Мережі доступу на основі сімейства xDSL-ліній. Методи кодування технології DSL.
12. Мережі доступу на основі сімейства xDSL-ліній. Технічні принципи та методи кодування в технологіях xDSL. Типові схеми увімкнення абонентського обладнання.
13. Технологія ADSL. Принципи, вимоги, структури сигналу. Формування, функціонування та розвиток

14. Приклад мережі доступу на базі IP DSLAM. Структура та принцип роботи IP DSLAM. Типові схеми увімкнення абонентського обладнання.

15. Технології доступу мережами кабельного телебачення Hybrid-Fiber/Coax (HFC). Специфікації Data Over Cable Service Interface Specifications (DOCSIS).

16. Пасивні оптичні мережі (PON). Склад та призначення елементів. Схеми прямого та зворотного потоків. PON на основі DWDM.

17. Сімейство оптичної технології FTTx. Основні схеми реалізації. Переваги і недоліки.

18. Системи радіодоступу. Класифікація сучасних бездротових мереж доступу. Технології мереж 3G та 4G, архітектури побудови.

19. Технологія UMTS/LTE. Архітектура та основні елементи.

20. Основні відмінності мереж 4G та 5G. Архітектура радіодоступу мереж 5G. Концепція OpenRAN.

21. Основні характеристики та функціональні можливості мереж 5G.

**У випадку дистанційної форми навчання у PCO відбуваються наступні зміни:**

- Контрольні заходи проводяться дистанційно із застосуванням електронної пошти, Telegram, Zoom та освітньої платформи Moodle, зокрема у вигляді тестових контрольних робіт.

- Максимальну суму вагових балів контрольних заходів протягом семестру  $R_C$  встановлюється на рівні 50 балів.

- Допусковий бал до екзамену  $R_D$  встановлюється на рівні 30 балів.

- Сума балів

$R_I$ , набрана студентом протягом семестру згідно затвердженого PCO, повідомляється на останньому практичному занятті.

- Підтвердження виконання студентом вимог поточного контролю та умов допуску до екзамену повинно бути відображено в Електронному кампусі.

- У разі не отримання студентом допускового балу, йому надається можливість підвищити  $R_I$  шляхом проведення додаткових контрольних заходів до допускового з відповідним відображенням результатів в Електронному кампусі.

- Рівень набуття передбачених навчальною програмою компетентностей визначається на підставі проведених заходів поточного контролю, а також виконання студентом умов допуску до екзамену відповідно до затвердженого PCO.

- Екзаменаційна оцінка може бути виставлена «автоматом» за формулою шляхом перерахунку стартових балів за 100-бальною шкалою:

$$R \square 60 \square \frac{40(R_I \square R_D)}{R_C \square R_D} .$$

Переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

Складено доцентом каф.ЕКІР канд. техн. наук Гаттуровим Віктором Кавичем

Ухвалено кафедрою ІКТС (з 01.07.2023 кафедра ЕКІР) (протокол №14 від 19 травня 2023 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІТС (протокол №4 від 08 червня 2023 р.)