

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інформаційних технологій
Кафедра Телекомунікацій, медійні та інтелектуальних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Декан факультету інформаційних технологій
ТЕТЯНА ГОВОРУЩЕНКО
 «05» 09 2024 р.

СИЛАБУС

Навчальна дисципліна **Мережі абонентського доступу**

Освітньо-професійна програма **Електронні інформаційно-комунікаційні системи та мережі**

Рівень вищої освіти **перший (бакалаврський)**

Загальна інформація

| Позиція | Зміст інформації |
|----------------------------------|---|
| Викладач | Бойко Юлій Миколайович |
| Профайл викладача | https://tmit.khmnmu.edu.ua/kafedra/sklad-kafedry/ |
| Е-mail викладача | boiko_julius@ukr.net |
| Контактний телефон | заповнюється за домовленістю |
| Сторінка дисципліну в ІСУ | https://msn.khmnmu.edu.ua/course/index.php?categoryid=612 |
| Навчальний рік | 2024-2025 |
| Консультації | Очні: (онлайн): за попередньою домовленістю |

Характеристика дисципліни

| Статус дисципліни | Форма навчання | Курс | Семестр | Обсяг дисципліни - ліни | Кількість годин | | | | | | Форма семестрового контролю | | | | |
|-------------------|----------------|------|---------|-------------------------|-----------------|-------------------|--------|--------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------|-------|-------|
| | | | | | Кредити ЄКТС | Аудиторні заняття | | | | Індивідуальна робота студента | Самостійна робота, в т.ч. ІРС | Курсовий проект | Курсова робота | Залік | Іспит |
| | | | | | | Разом | Лекції | Лабораторні роботи | Практичні заняття | | | | | | |
| О | Д | 2 | 4 | 7 | 210 | 90 | 36 | 36 | 18 | 120 | - | + | - | + | |

Силабус розроблено на основі робочої програми навчальної дисципліни «Мережі абонентського доступу».

Силабус складено

Юлій БОЙКО

Завідувач кафедри ТМІТ

Сергій ПІДЧЕНКО

Анотація навчальної дисципліни

Мета дисципліни. Формування особистості фахівця, здатного вирішувати типові та складні завдання, які необхідні для їх участі в проведенні аналізу та проектуванні мереж абонентського доступу.

Пререквізити - Вища математика; Фізика, Теорія ймовірності, математична статистика та випадкові процеси; Аналогова та цифрова схемотехніка; Інтернет технології та інформаційні ресурси; Комп'ютерне моделювання кіл та процесів в телекомунікаціях; Телекомунікаційні обчислювальні мережі.

Кореквізити - Волоконно-оптичні мережі та системи; Цифрові системи комутації та розподілу інформації в телекомунікаційних мережах Планування, проектування та розробка мереж і систем "Smart City/Smart Home"; Інтелектуальні мультисервісні мережі та засоби телекомунікацій; Медійні інформаційні системи та мережі; Кваліфікаційний проект.

Предмет дисципліни. Принципи організації, архітектури, функціонування, технології мереж абонентського доступу.

Завдання дисципліни. Формування практичних навичок з проектування, адміністрування, тестування, діагностування та оптимізації мереж абонентського доступу.

Результати навчання. Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: *розуміти* основні принципи побудови мереж абонентського доступу в Україні і в світі; *аналізувати* узагальнені структурні схеми та типові характеристики мереж абонентського доступу; *проектувати* мережі абонентського доступу з використанням новітніх технологій та сучасної апаратури вітчизняних і закордонних виробників.

Очікувані результати навчання.

Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: **формулювати** актуальність та новизну практичної задачі; **розрізняти і визначати** технології, що можуть бути використані для розв'язку задач; **визначати** граничні умови завдання; **оформлювати** отримані теоретичні та практичні результати; **презентувати** здобуті результати дослідження; **шукати** інформацію відповідно до поставлених завдань; **встановлювати** достовірність та об'єктивність одержаних результатів.

Тематичний план дисципліни і календар його виконання.

Таблиця 3 – Тематичний план дисципліни

| № тижня | Тема лекцій* | Тема лабораторного заняття | Тема практичного заняття | Самостійна робота студентів | | |
|---------|---|--|---|---|------|------------|
| | | | | Зміст | Год. | Література |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Вступ. Задачі, зміст визначення. | | Побудова карти зонування абонентської мережі мікрорайону. Вибір топології магістральної мережі. | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи № 1, підготовка до захисту лабораторної роботи № 1. | 6 | [1, 3] |
| 2 | Користувач. Оператор. Конкуренція. Конвергенція. Застосування різних технологій доступу. Номенклатура послуг. Діапазон швидкостей, необхідний для доставки широкосмугових послуг. | Дослідження та налаштування роботи прикладних поштових протоколів SMTP та POP3 | | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи № 1, підготовка до захисту лабораторної роботи № 1. | 6 | [1, 3] |
| 3 | Аналіз технологій АД. Загальна мережева архітектура. Основне призначення мережі доступу. Існуючі моделі мереж доступу. | | Побудова карти зонування абонентської мережі мікрорайону. Вибір топології магістральної мережі. | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи № 2, підготовка до захисту лабораторної роботи | 6 | [1, 3] |

| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|--|---|---|---|---|--------|
| 4 | Розподіл позицій учасників мережі доступу до Інтернет. Асиметричний обмін інформацією за технологією ADSL. Доступ за технологією HFC. Доступ за технологією PON (пасивні оптичні мережі). Доступ до інтерактивних послуг. | Дослідження принципів організації комутованого ADSL доступу до мережі інтернет | | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи № 2, підготовка до захисту лабораторної роботи | 6 | [1, 3] |
| 5 | Мережі передачі даних, як мережі доступу. Фізичний рівень мережі доступу. Сучасний стан фізичного середовища мереж доступу в Україні. Світові тенденції розвитку фізичного рівня мереж доступу | | Побудова траси прокладання оптичного кабелю. Вибір та обґрунтування типу магістрального кабелю. | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи № 3, підготовка до захисту лабораторної роботи № 3. | 6 | [1, 3] |
| 6 | Класифікація і характеристика технологій провідного абонентського доступу | Дослідження принципів організації широкопasmового доступу до мережі Інтернет за допомогою цифрових абонентських ліній (DSL) | | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи № 3, підготовка до захисту лабораторної роботи № 3. | 6 | [1, 3] |
| 7 | Пасивні оптичні мережі та концепції побудови систем абонентського доступу на їх основі. Основні топології побудови оптичних мереж доступу. Основна ідея архітектури PON. Технологія APON та протокол APON MAC. | | Побудова траси прокладання оптичного кабелю. Вибір та обґрунтування типу магістрального кабелю. | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи № 4, підготовка до захисту лабораторної роботи № 4. | 6 | [1, 2] |
| 8 | Технологія EPON. Емуляції в EPON. Порівняння технологій EPON і APON. Технологія й стандарти GPON. Структура рівнів GPON. | Дослідження принципів організації абонентського доступу до мережі інтернет за технологією DOCSIS | | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи № 4, підготовка до захисту лабораторної роботи № 4. | 6 | [1, 2] |
| 9 | Принципи створення пакетного доступу з використанням ATM-технологій. Узагальнена структура мережі доступу ATM. Характеристики місцевої мережі ATM. Побудова широкопasmової системи доступу. | | Побудова структурної схеми мікрорайону на базі технології PON | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи № 5, підготовка до захисту лабораторної роботи № 5, | 6 | [1, 2] |
| 10 | Узагальнена схема передачі голосу і даних з використанням технологій ATM і xDSL. Доступ з використанням мережі кабельного телебачення. Доступ на базі радіотехнологій. Доступ на базі використання оптичних технологій. Якісне порівняння різних технологій. Характеристики інтерфейсів місцевої і внутрішньозонавої мереж ATM. Робочі параметри | Дослідження принципів організації мережі кабельного телебачення | | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи № 5, підготовка до захисту лабораторної роботи № 5, | 6 | [1, 2] |

| | АТМ і класи якості послуг. | | | | | |
|----|---|--|--|---|---|----------------|
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 11 | Огляд технологій xDSL. Еталонна модель мережі доступу. Класифікація технологій xDSL за середовищем передачі. Класифікація симетричних xDSL. Класифікація симетричних систем з передачею однією АЛ. Класифікація асиметричних технологій xDSL. Методи організації передачі по ЦАЛ. | | Побудова структурної схеми мікрорайону на базі технології PON | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи № 6, підготовка до захисту лабораторної роботи № 6 | 6 | [1, с.350-360] |
| 12 | Організація МАД на основі xDSL. Обладнання еталонної моделі мережі доступу. Еталонна модель ділянки мережі в приміщенні абонента. Проходження фаз забезпечення мультисервісних послуг. Архітектура RGW. Еталонні точки та стики моделі мережі доступу. Мультисервісний RGW. Функціональна блок-діаграма мультисервісного RGW. | Вивчення побудови і принцип дії IP – телефону D-Link | | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання лабораторної роботи № 6, підготовка до захисту лабораторної роботи № 6 | 6 | [1, с.350-360] |
| 13 | Опис технології ADSL. Архітектура системи ADSL. Структура фізичного рівня системи ADSL. | | Побудова структурованої кабельної мережі PON багатоповерхового житлового будинку. Розрахунок кількості обладнання. | Опрацювання лекційного матеріалу підготовка до виконання лабораторної роботи № 7, підготовка до захисту лабораторної роботи № 7. Підготовка до тестового контролю Т2. | 8 | [1, с.373-384] |
| 14 | Еталонні моделі передавачів ADSL для транспортування АТМ. Еталонна модель передавача ATU-R. | Дослідження принципів організації абонентської мережі VoIP телефонії | | Опрацювання лекційного матеріалу підготовка до виконання лабораторної роботи № 7, підготовка до захисту лабораторної роботи № 7. Підготовка до тестового контролю Т2. | 8 | [1, с.373-384] |
| 15 | Телефонна мережа, як мережа доступу. Аналіз стану, тенденції і прогноз розвитку абонентської мережі доступу. Телефонна мережа доступу та її межі. Доступ до послуг перенесення інформації. Доступ до телекомунікаційних послуг. Доступ до додаткових послуг. | | | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до підсумкового тестування з курсу, підготовка до захисту лабораторної роботи № 8, підготовка до захисту курсової роботи | 8 | [2, с.100-109] |
| 16 | Телефонна мережа, як мережа доступу. Аналіз стану, тенденції і прогноз розвитку абонентської мережі доступу. Телефонна мережа доступу та її межі. Доступ до послуг перенесення інформації. Доступ до телекомунікаційних послуг. Доступ до додаткових послуг. | Дослідження принципів організації аналогового абонентського доступу до мережі VoIP телефонії | Побудова структурованої кабельної мережі PON багатоповерхового житлового будинку. Розрахунок кількості обладнання. | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до підсумкового тестування з курсу, підготовка до захисту лабораторної роботи № 8, підготовка до захисту курсової роботи | 8 | [2, с.100-109] |

| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|---|--|--|---|-----|----------------|
| 17 | Мережі приміщень користувачів. Місце мережі приміщень користувача в мережній ієрархії. Аудиомережі (мережі звукового мовлення, ЗМ). | | | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до підсумкового тестування з курсу, підготовка до захисту лабораторної роботи № 8, захист курсової роботи, презентація курсової роботи | 8 | [2, с.100-109] |
| 18 | Телевізійні МПК. Основні типи телевізійних МПК. Телефонні МПК. Сучасні комп'ютерні МПК. Універсальні МПК | Дослідження принципів організації мультисервісної мережі абонентського доступу | Вибір оптичної розподільчої шафи (ОРШ). Визначення комплектації ОРШ. | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до підсумкового тестування з курсу, підготовка до захисту лабораторної роботи № 8, захист курсової роботи, презентація курсової роботи | 8 | [2, с.100-109] |
| | | | | | 120 | |

Політика дисципліни.

Організація освітнього процесу в Університеті відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітньої програми та навчального плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції і практичні заняття згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, курсову роботу та інші домашні завдання виконувати відповідно до графіка. Пропущене практичне заняття студент зобов'язаний опрацювати самостійно у повному обсязі і відзвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До практичних занять студент має підготуватися за відповідною темою і проявляти активність.

Критерії оцінювання результатів навчання.

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за **чотирибальною** шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих **позитивно** з урахуванням коефіцієнта вагомості і встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: усне опитування; засвоєння теоретичного матеріалу з тем перевіряється тестовим контролем; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом розв'язання задач та захисту курсової роботи. Оцінка, яка виставляється за практичне заняття, складається з таких елементів: знання теоретичного матеріалу з теми; вміння студента обґрунтувати прийняті рішення та розв'язувати задачі; своєчасне виконання домашніх завдань з теми.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

| Назва | Лабораторні роботи №1-7 | Практичні роботи №1-5 | Контрольні заходи: | | Підсумковий контрольний захід |
|-------|-------------------------|-----------------------|--------------------|-----|-------------------------------|
| Тип | ЛР | ПР | КР | ТК | ПКЗ |
| ВК | 0,15 | 0,15 | 0,20 | 0,1 | 0,4 |

Примітка: КР – контрольна робота; ВК – ваговий коефіцієнт; ТК – тестовий контроль; ПКЗ – підсумковий контрольний захід

Оцінювання тестових завдань

Тематичний тест для кожного студента складається з двадцяти тестових завдань, кожне з яких оцінюється одним балом. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 20.

Оцінювання здійснюється за чотирибальною шкалою. Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту, представлена у нижченаведеній таблиці.

| | | | | |
|--------------------------------|-----|-------|-------|-------|
| Сума балів за тестові завдання | 1–9 | 10–13 | 14–17 | 18–20 |
| Оцінка за 4-бальною шкалою | 2 | 3 | 4 | 5 |

На тестування відводиться 30 хвилин. Правильні відповіді студент записує у талоні відповідей. Студент може також пройти тестування і в он-лайн режимі у модульному середовищі для навчання MOODLE.

При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну наступного контролю.

Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

| Оцінка ECTS | Інституційна шкала балів | Інституційна оцінка | Критерії оцінювання | |
|-------------|--------------------------|---------------------|---------------------|---|
| A | 4,75-5,00 | 5 | Зараховано | Відмінно – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків. |
| B | 4,25-4,74 | 4 | | Добре – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками. |
| C | 3,75-4,24 | 4 | | Добре – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками. |
| D | 3,25-3,74 | 3 | | Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією. |
| E | 3,00-3,24 | 3 | | Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання |
| FX | 2,00-2,99 | 2 | Незараховано | Незадовільно – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни |
| F | 0,00-1,99 | 2 | | Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни. |

Курсова робота

Індивідуальна робота студентів у четвертому семестрі відповідно до навчального плану передбачає виконання курсової роботи.

Метою курсової роботи є поглиблення, закріплення й узагальнення знань набутих студентом при вивченні дисципліни «Мережі абонентського доступу», та їхнього застосування до комплексного вирішення конкретного завдання.

Тематика курсової роботи зазвичай є частиною питань, які передбачені робочою програмою з даної дисципліни.

Завдання видається студенту на останньому тижні третього семестру, а виконання та захист курсової роботи – у четвертому семестрі відповідно до графіка. Курсову роботу студенти виконують згідно із методичними рекомендаціями до виконання курсової роботи.

Консультації з курсової роботи здійснює керівник роботи – викладач кафедри відповідно до графіку, затвердженого деканом факультету. Захист курсової роботи здійснюється після її перевірки керівником перед комісією, призначеною завідувачем кафедри, у строки, встановлені графіком.

Оцінювання курсової роботи здійснюється за інституційною чотирибальною шкалою та шкалою ЄКТС за видами робіт і ваговими коефіцієнтами. Оцінка «відмінно/А» виставляється за високоякісно виконану роботу, де немає помилок, дотримання вимог методичних рекомендацій до виконання курсової роботи. Доповідь і захист роботи обґрунтовані, виявлені комплексні знання зі спеціальних дисциплін стосовно теми курсової роботи.

Оцінка «добре/В» виставляється за якісне виконання курсової роботи при одній-двох незначних помилках чи недосить впевнені відповіді на одне-два питання комісії.

Оцінка «добре/С» виставляється за якісно виконану роботу, дотриманні усіх вимог, що пред'являються до курсової роботи, за дві-три незначні помилки в пояснювальній записці, не чіткі відповіді на два-три питання комісії.

Оцінка «задовільно/Д» виставляється, якщо в пояснювальній записці виявлені помилки, є незначні порушення вимог до оформлення роботи, невпевнені відповіді на основні питання з теми роботи.

Оцінка «задовільно/Е» виставляється, якщо в роботі виявлені суттєві помилки в пояснювальній записці, грубі помилки при відповідях на запитання членів комісії, невпевненому захисті в цілому.

Оцінка «незадовільно/FX/F» виставляється за невідповідність змісту затвердженій темі курсової роботи, коли студент не орієнтується в тому, що виконав. У цьому випадку студент представляє виправлену роботу на повторний захист, або йому видається нова тема роботи і призначається термін її виконання і захисту.

Структурування курсової роботи за видами робіт і ваговими коефіцієнтами

| Оцінка за якість виконання | Оцінка за якість захисту | |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|
| Пояснювальна записка | Презентація | Відповіді на запитання |
| ВК: 0,5 | 0,2 | 0,3 |

Контрольні питання з дисципліни.

1. Наведіть елементи еталонної моделі xDSL.
2. Поясніть принцип класифікації елементів технології xDSL.
3. Порівняйте симетричні технології xDSL.
4. Порівняйте асиметричні технології xDSL.
5. Наведіть структуру моделі та розташування інтерфейсних точок технології ADSL.
6. Поясніть відмінність методів модуляції CAP і DMT.
7. Визначте місце пасивних оптичних мереж у телекомунікаціях.

8. Охарактеризуйте та порівняйте між собою топології PON.
9. Поясніть принцип дії PON.
10. Наведіть архітектуру PON.
11. Охарактеризуйте стандарти PON.
12. Поясніть призначення протоколу APON MAC.
13. Поясніть сутність і необхідність ранжування за відстанню.
14. Поясніть сутність і необхідність ранжування за потужністю.
15. Як здійснюється резервування в APON?
16. Поясніть структуру кадру в EPON.
17. Поясніть призначення протоколу MPCP.
18. Поясніть процедури емуляції в EPON.
19. Поясніть структуру рівнів GPON.
20. У чому полягають переваги GPON?
21. Поясніть процес активації ONT в GPON.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник / Укладачі : Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д. – Тернопіль, 2017 – 384 с
2. І.В. Горбатий. Телекомунікаційні системи та мережі. Навчальний посібник / Горбатий І.В., Бондарев А.П. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. – 336 с.

Додаткова

3. Азарова, А. О. Комп'ютерні мережі та телекомунікації : навчальний посібник/ Азарова А. О., Лисак Н. В. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 293 с. ISBN 978-966-641-487-1.
4. Комп'ютерні мережі : навчальний посібник / [Азаров О. Д., Захарченко С. М., Кадук О. В. та ін.] — Вінниця : ВНТУ, 2013. — 371 с. ISBN 978-966-641-543-4.
5. Воробієнко П.П. [та ін.]. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: Підручник [для вищих навчальних закладів] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К. : САММІТ- Книга, 2010.– 708 с.: іл.
6. Комп'ютерні мережі та телекомунікації [Текст] : навч. посіб. / В. А. Ткаченко, О. В. Касілов, В. А. Рябик. – Харків : НТУ "ХПІ", 2011. – 224 с.
7. Телекомунікаційні системи та мережі. Структура й основні функції. Том 1 / Поповський В.В, Лемешко О.В., Ковальчук В.К. та ін. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.znanius.com/3533.html?&L=0>

Інформаційні ресурси

7. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: : <https://msn.khmnu.edu.ua>.
8. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/page_lib.php.
9. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale=uk>