



ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ МЕРЕЖІ НАСТУПНОГО ПОКОЛІННЯ ДЛЯ СИСТЕМ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	172 Електронні комунікації та радіотехніка
Освітня програма	Системи електронних комунікацій та Інтернету речей
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5,5 кредитів, 165 годин (лекції 54 год, практики 18 год, СРС -93 год)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/модульна контрольна робота
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: кандидат технічних наук, доц. Григоренко О.Г. olenagri@ukr.net Практичні: к.т.н., доц. Григоренко О.Г. olenagri@ukr.net
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=1859 (Moodle)

Програма навчальної дисципліни

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

Цілі дисципліни	Метою навчальної дисципліни є формування у студентів: — системи знань конструктивно-технологічних принципів побудови і функціонування Телекомунікаційні мережі наступного покоління та Інтернету речей (ТМНПР); — здібностей у питаннях планування, побудови, розгортання і технічного супроводу структури ТМНПР; — самостійно використовувати і вивчати літературу з основ побудови та принципів функціонування ТМНПР, розвивати гнучкість мислення, творчу самостійності та дію.
Предмет навчальної дисципліни	Принципи побудови і функціонування ТМНПР, властивості базових мережевих технологій та функціонування телекомунікаційних мереж різних поколінь, навантаження, якість обслуговування та характеристики ТМНПР.

Компетентності	Здатність аналізувати та оцінювати повноту інформації в ході професійної діяльності з управління проектами (ЗК 4, 5). 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). Здатність оцінювати проблемні ситуації та недоліки в сфері розробки, конструювання, налагодження, функціонування та експлуатації телекомунікаційних та радіотехнічних систем, формувати пропозиції щодо вирішення проблем та усунення недоліків (ФК13). Здатність розробляти критерії оцінювання ефективності систем електронних комунікацій та Інтернету речей на основі моделей фізичного та каналного рівнів (ФК 19) Здатність виявляти основні закономірності побудови і функціонування ТМНПР та проводити системне проектування як її окремих елементів, так і всієї мережі в цілому (ФК 20). Здатність виявляти, розраховувати, використовувати основні характеристики, параметри, принципи організаційно-технічної побудови, моделі і типові процеси, що протікають у них, які акцентовані на побудову ТМНПР (ФК 21). Здатність проводити аналіз систем управління ТМНПР та на його основі здійснювати вдосконалення систем управління існуючих телекомунікаційних мереж і систем Інтернету речей (ФК 22).
Програмні результати навчання	Впорядковувати набуті знання для постановки і вирішення інженерних та наукових завдань, вибору і використання відповідних аналітичних методів розрахунку ТМНПР (ПРН 1). 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). 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). Проводити аналіз і синтез телекомунікаційних мереж наступного покоління, технічно грамотно забезпечувати розподіл і застосування засобів на цих мережах, нормувати показники основних характеристик ТМНПР (18).

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

Пререквізити: Курс «Телекомунікаційні мережі наступного покоління для систем Інтернету речей» є складовою інженерної освіти спеціаліста. Він є необхідним для успішного засвоєння подальших спеціальних дисциплін. Навчальна дисципліна «Телекомунікаційні мережі наступного покоління для систем Інтернету речей» (ПО 4) вивчається студентами в 9 семестрі і базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін в попередніх семестрах: «Основи теорії мереж електронних комунікацій та Інтернету речей», «Мережні технології електронних комунікацій та Інтернету речей», «Організація кібербезпеки в мережах електронних комунікацій та системах Інтернету речей».

Постреквізити: Кредитний модуль «Телекомунікаційні мережі наступного покоління для систем Інтернету речей» передуватиме 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

Назви розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні (семінарські)	СРС
1	2	3	4	5
Розділ 1 Основні положення та архітектура мереж наступного покоління (NGN) та Інтернету речей				
Тема 1.1 Напрямок розвитку мереж. Побудова мереж наступного покоління та Інтернету речей	6	4	-	2
Тема 1.2 Архітектура NGN та Інтернету речей	16	4	2	10
Розділ 2 Транспортні мережі NGN та Інтернету речей				
Тема 2.1 Загальні принципи побудови і архітектура транспортної мережі NGN та Інтернету речей	16	6	2	8
Тема 2.2 Транспортні мережі MPLS (Multiprotocol Label Switching - багатопроTOCOLьна комутація по мітках)	34	12	8	14
Розділ 3 Управління комутацією і обслуговуванням викликів				
Тема 3.1 Системи управління комутацією і викликами.	14	6	2	6
Тема 3.2 Система управління на базі гнучкого комутатора Softswitch та концепції IMS	28	14	2	12
Розділ 4 Послуги та якість обслуговування в NGN та Інтернету речей				
Тема 4.1 Конвергенція сучасних послуг зв'язку та послуг наступного покоління. Еволюція послуг зв'язку і їх реалізація на базі різних технологій.	7	4	-	3
Тема 4.2 Оцінка якості обслуговування в мережах NGN і їх механізми забезпечення	10	4	-	6
<i>МКР</i>	4	-	2	2
<i>Іспит</i>	30	-	-	30
<i>Всього годин</i>	165	54	18	93

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Взаємодія між компонентами систем IoT : навчальний посібник / укладач А.П. Саміла ; Міністерство освіти і науки України, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича. - Чернівці : Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, 2021. - 91 с.

https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000639024&local_base=KPI01

2. Климаш, Михайло Миколайович. Телекомунікаційні системи передавання інформації : навчальний посібник / М.М. Климаш, Р.С. Колодій ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка". - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. - 630 с.

https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000601859&local_base=KPI01

3. Горбатий, Іван Володимирович. Телекомунікаційні системи та мережі. Принципи функціонування, технології та протоколи : навчальний посібник / І.В. Горбатий, А.П. Бондарев ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська

політехніка". - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. - 332 с.
https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000553998&local_base=KPI01

4. Кучернюк, П. В. Технології моніторингу та трафік-інжинірингу в телекомунікаційних мережах [Електронний ресурс] : підручник для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / П. В. Кучернюк ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,11 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 257 с. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41500/1/Pidrushkyk_TSU_2021.pdf

5. Архітектура та технології Інтернету речей: навчальний посібник / І.В. Пулеко, А.А. Єфіменко - 2022 - eztuir.ztu.edu.ua
<https://eztuir.ztu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/8093/%D0%9F%D1%83%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%BE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

6. Телекомунікаційні системи та мережі наступного покоління: навчальний посібник / В.Ф. Заїка, О.Г. Варфоломеева, К.О. Домрачева... - dut.edu.ua – 2019
https://duikt.edu.ua/uploads/l_1762_12226724.pdf

7. Мікуляк С. В. Основні принципи організації мереж NGN та їх архітектура / С. В. Мікуляк, О. В. Дробик // Зв'язок. - 2019. - № 3. - С. 27-30. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zvjazok_2019_3_7.

8. Варфоломеева О. Г. Можливості розвитку мереж наступного покоління з оновленими можливостями / О. Г. Варфоломеева, І. М. Скарнарь, О. В. Пантін // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. - 2018. - № 3. - С. 26-30. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nzundiz_2018_3_6

9. Браїловський М. М. Основні вимоги до побудови та безпеки мереж наступного покоління / М. М. Браїловський, О. В. Пташок, Т. В. Погребна // Телекомунікаційні та інформаційні технології. - 2014. - № 2. - С. 41-48. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vduikt_2014_2_8

Додаткова література:

1. Мережі наступного покоління в умовах надзвичайної ситуації: презентація / А.А. Гринь - 2020 - ir.lib.vntu.edu.ua
https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/32896/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%93%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%8C_2020%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

2. Телекомунікаційні мережі майбутнього / О. В. Коваль, В. Б. Каток, В. О. Кузьмич, С. І. Отрох // Telecommunication Sciences : international research journal. – 2011. – Vol. 2, N. 2(3). – Р. 65–67.
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/6498/1/09_koval_ov_telekomunikatsiyi_merezhi_maybutnogo.pdf

3. Сети следующего поколения NGN / Под ред. А.В. Рослякова - М.: Эко-Трендз, 2009– 424 с.

4. Гольдштейн, Александр Борисович. Softswitch / А.Б. Гольдштейн, Б.С. Гольдштейн. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2006. - 366 с.
https://opac.kpi.ua/F/?func=direct&doc_number=000596314&local_base=KPI01

5. Кунуп Т. В. Аналітична модель рівня сервісів та додатків мережі наступного покоління / Т. В. Кунуп // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. - 2017. - № 8. - С. 51-57. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VSUNU_2017_8_11

6. Кухарева О. В. Дослідження завантаженості мережевих елементів при варіюванні параметрів мережі з технологією MPLS / О. В. Кухарева, С. О. Кухарев //

Системні дослідження та інформаційні технології : науково-технічний журнал. – 2009. – № 4. – С. 88–91. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/7995/1/08_Kukha.pdf

7. Могильний, С. Б. Покрокова побудова системи для Інтернету речей / С. Б. Могильний // Вісник НТУУ «КПІ». Радіотехніка, радіоапаробудування : збірник наукових праць. – 2016. – Вип. 65. – С. 73–78. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/17492>

8. Телекомунікаційні системи та мережі наступного покоління: конспект лекцій. Модуль 5.2 / Педяш В.В. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. – 76 с. [file://fs.ntb.ntu-kpi.kiev.ua/rffolders\\$/kireieva/Downloads/%D0%A2%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%83%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8%20%D1%82%D0%B0%20%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D1%96%20%D0%BD%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%83%D0%BF%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%BF%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F.%20%D0%9C%D0%BE%D0%B4.%205.2_%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9.pdf](file://fs.ntb.ntu-kpi.kiev.ua/rffolders$/kireieva/Downloads/%D0%A2%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%83%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8%20%D1%82%D0%B0%20%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D1%96%20%D0%BD%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%83%D0%BF%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%BF%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F.%20%D0%9C%D0%BE%D0%B4.%205.2_%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9.pdf)

Інформаційні ресурси

1. Дистанційний курс «Телекомунікаційні мережі наступного покоління та Інтернету речей» <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=1859>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<u>Лекція 1. Напрями розвитку мереж NGN та Інтернету речей</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Предмет, мета і завдання дисципліни. Еволюція принципів побудови мереж зв'язку. Основні тенденції в розвитку сучасних мереж. Конвергенція телекомунікаційних технологій. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, Л.6, Л.5, Л.1, Л.9, ДЛЗ. <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
2	<u>Лекція 2. Концептуальні положення щодо побудови мереж NGN та Інтернету речей</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Терміни і визначення. Поняття NGN та її базові принципи. Особливості функціонування мереж NGN. Методи комутації і їх порівняльний аналіз. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, Л.6, Л.5, Л.1, ДЛЗ <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
3	<u>Лекція 3. Нормативна база мереж NGN та Інтернету речей</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Міжнародні організації по стандартизації NGN. Стандартизація NGN в ITU-T, ETSI. Стандартизація підсистеми IMS в рамках партнерств 3GPP та 3GPP2. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, Л.6, Л.5, Л.1, ДЛЗ

	<u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
4	<u>Лекція 4. Архітектура NGN та Інтернету речей</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Проблеми переходу к мережам NGN. Модель NGN. Общі принципи архітектури NGN. Архітектура NGN, предлагаемая ITU-T, MSF, 3GPP, EURESCOM, Комітетом TISPAN ETSI. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, Л.6, Л.5, Л.1, Л.7, ДЛЗ <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
5	<u>Лекція 5 Функціональна структура NGN та Інтернету речей</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Класифікація устаткування NGN. Протоколи мереж NGN. Побудова NGN. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, Л.6, Л.5, Л.8, ДЛЗ <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
6	<u>Лекція 6. Загальні принципи побудови та особливості транспортної мережі NGN та Інтернету речей</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Особливості та технології транспортних мереж NGN. Еволюція топологій транспортних мереж. Многошарова архітектура транспортної мережі. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, Л.6, Л.5, Л.1, ДЛЗ <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
7	<u>Лекція 7. Опорні мережі як базові технології транспортних мереж</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Волоконно-оптичні системи передачі. Системи SDH нового покоління - NGSDH. Транспортні мережі Ethernet. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.6, Л.2, ДЛ.3,8 <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
8	<u>Лекція 8. Основи технології багатопротокової комутації по мітках</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Технологія MPLS. Основні поняття. Комутація по метках. Структура метки. Стек меток MPLS. Інкапсуляція меток. Таблиці пересилки. Режими операцій с метками. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, Л.2, Л.4, ДЛ.6, ДЛ.8 <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
9	<u>Лекція 9. Метки и механизмы функционирования MPLS</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Классы эквивалентности пересылки FEC. Структура метки. Стек меток MPLS. Инкапсуляция меток. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, Л.6, ДЛ.8 <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
10	<u>Лекція 10. Протоколы распределения меток</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Протокол LDP. Протокол RSVP (Resource ReSerVation Protocol, RFC-2205) для MPLS.

	<u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, Л.6, ДЛ.8 <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
11	<u>Лекція 11. Протоколи маршрутизації</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Основні протоколи маршрутизації – OSPF, IS-IS, BGP. Вживання протоколів маршрутизації в MPLS. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, Л.6, ДЛ.8 <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
12	<u>Лекція 12. Інжиніринг трафіку. MPLS TE.</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Концепція інжиніринг трафіку (TE) в MPLS. Механізми TE в MPLS. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, Л.6, ДЛ6, ДЛ.8 <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
13	<u>Лекція 13. Віртуальні приватні мережі на основі MPLS</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Віртуальні приватні мережі VPN. Віртуальні приватні MPLS-мережі. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, Л.6 <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
14	<u>Лекція 14. Системи управління комутацією і обслуговуванням викликами</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Особливості рівня управління. Концепція управління та сигналізації телекомунікаційних мереж. Побудова існуючих і перспективних систем управління викликами. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, Л.6, ДЛ.8 <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
15	<u>Лекція 15. Функції підсистем загальноканальної сигналізації №7 при взаємодії мереж NGN</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Підсистеми користувачів ЗКС №7. Модель протоколу користувача GSM - MAP. Перехід від ЗКС №7 до концепції Softswitch. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, Л.6, ДЛ.4. <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
16	<u>Лекція 16. Архітектура гнучкого комутатора Softswitch.</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Функціональні площини еталонної архітектури Softswitch. Функціональні об'єкти. Структура контролера медіашлюзов та пограничного контролера сесій гнучкого комутатора Softswitch. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, Л.6, ДЛ.4 <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
17	<u>Лекція 17. Протоколи управління мережами NGN</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u>

	Структура контролера медіашлюзов гнучкого комутатора Softswitch. Протоколи мереж IP-телефонії SIP. Протоколи мереж IP-телефонії H.323 <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, Л.6, ДЛ.4 <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
18	<u>Лекція 18. Протоколи управління шлюзами MGCP і MEGACO/H.248</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Протоколи управління шлюзами MGCP і MEGACO/H.248. Протокол взаємодії Softswitch BICC. Транспортування інформації сигналізації SIGTRAN. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, Л.6, ДЛ.4 <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
19	<u>Лекція 19. Транспортування сигнальної інформації ЗКС №7 в мережах IP</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Система загальноканальної сигналізації №7 в IP-мережі. Транспортний протокол з управлінням потоками SCTP. Транспортування сигналізації ЗКС №7 при використанні SCTP <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, Л.6, ДЛ.4 <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
20	<u>Лекція 20. Структура мережі на базі Softswitch</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> Состав и функції елементів мереж на базі гнучкого комутатора Softswitch. Приклади мережових конфігурацій. Взаємодія Softswitch і ЗКС №7. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.3, Л.6, ДЛ.4 <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
21	<u>Лекція 21. Реалізація Softswitch</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> <u>Програмно-апаратні засоби Softswitch. Приклади платформ Softswitch</u> <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.6, гл.6; Л.7 с.279-317 <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
22	<u>Лекція 22. Тенденції розвитку послуг зв'язку. Послуги наступного покоління NGN та Інтернету речей</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> <u>Класифікація послуг зв'язку. Сучасний стан і перспективи розвитку послуг мереж зв'язку. Необхідність впровадження нових послуг. Тенденції розвитку рівня послуг.</u> <u>Послуги наступного покоління NGS.</u> <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.1, с.199-217; Л.2, с.318-327; Л.4, с.136-142; Л.5, с.27-34 <u>Завдання на СРС:</u> Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
23	<u>Лекція 23. Послуги наступного покоління та конвергенція сучасних послуг зв'язку.</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> <u>Сучасний стан і перспективи розвитку послуг мереж зв'язку. Послуги наступного покоління NGS. Конвергенція сучасних послуг зв'язку та послуг наступного покоління.</u> <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.1, с.199-224; Л.2, с.318-327; Л.4, с.136-142; Л.5, с.27-34

	<u>Завдання на СРС: Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання.</u> <u>Виконати завдання до самостійної роботи.</u>
24	<u>Лекція 24. Еволюція послуг зв'язку NGN та Інтернету речей. Їх реалізація на базі різноманітних технологій.</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> <u>Еволюція послуг зв'язку. Можливі сценарії еволюції послуг в NGN. Реалізація конвергентних послуг на базі різноманітних технологій.</u> <u>Дидактичні засоби: презентація з використанням мультимедійного проектору.</u> <u>Література: Л.1, с.224-234; Л.2, с.327-355; Л.8, с.102-112, 323-340</u> <u>Завдання на СРС: Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання.</u> <u>Виконати завдання до самостійної роботи.</u>
25	<u>Лекція 25. Оцінка якості обслуговування мереж NGN та Інтернету речей</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> <u>Основні поняття. Загальні вимоги до якості доставки інформації в мережах з різними технологіями. Показники оцінки якості послуг. Класи якості обслуговування.</u> <u>Дидактичні засоби: презентація з використанням мультимедійного проектору.</u> <u>Література: Л.3, с.93-104; Л.4, с.72-79; Л.5, с.34-53; Л.6, гл.7</u> <u>Завдання на СРС: Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання.</u> <u>Виконати завдання до самостійної роботи.</u>
26	<u>Лекція 26. Механізми забезпечення якості обслуговування.</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> <u>Класифікація мережевих механізмів QoS. MPLS-мережі. Угода про рівень якості послуги.</u> <u>Дидактичні засоби: презентація з використанням мультимедійного проектору.</u> <u>Література: Л.3, с.107-123; Л.4 с.79-96; Л.5, с.166-227; Л.6, гл.8; Л.8, с.341-356</u> <u>Завдання на СРС: Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання.</u> <u>Виконати завдання до самостійної роботи.</u>
27	<u>Лекція 27. Хмарні технології в мережах NGN та Інтернету речей</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на лекцію:</u> <u>Віртуалізація мережевих функцій (NFV), пов'язана з концепцією мереж, що програмно конфігуруються (SDN). Архітектура NFV та SDN. Хмарна архітектура NGN на основі NFV/SDN.</u> <u>Дидактичні засоби: презентація з використанням мультимедійного проектору.</u> <u>Література: Керівництво по SDN и NFV//[Електронний ресурс] – режим доступу: https://shalaginov.com/2018/01/16/%d1%80%d1%83%d0%ba%d0%be%d0%b2%d0%be%d0%b4%d1%81%d1%82%d0%b2%d0%be-%d0%bf%d0%be-sdn-%d0%b8-nfv-1/</u> <u>Завдання на СРС: Вивчити матеріал лекції. Відповісти на контрольні питання.</u> <u>Виконати завдання до самостійної роботи.</u>

Практичні (семінарські) заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<u>СЗ. 1. Еталонна модель NGN. Архітектура мережі Інтернету речей</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на семінарське заняття:</u> <u>Архітектура NGN на базі гнучкого коммутатора Softswitch. Функціональні елементи. Архітектура, її функціональні елементи і можливості на базі IMS.</u> <u>Дидактичні засоби: презентація з використанням мультимедійного проектору.</u> <u>Література: Л.1, 40-58; Л.2, с.19-31; Л.3, с.62-77; Л.4, с.9-17; Л.6, гл.2</u> <u>Завдання на СРС: Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.</u>
2	<u>СЗ. 2. Опорні мережі на базі NGSDH, Ethernet и их сравнительный анализ.</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на семінарське заняття:</u> <u>Общие принципы построения транспортной сети. Опорные сети на базе NGSDH, Ethernet и их сравнительный анализ.</u>

	<u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> конспект лекцій, Л.1, с.73-84; Л.2, с.207-227 <u>Завдання на СРС:</u> Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
3	<u>СЗ. 3. Технології для побудови транспортних мереж NGN та Інтернету речей.</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на семінарське заняття:</u> Мережі на базі віртуальних з'єднань. Основні принципи технології ATM . Модель мережі ATM. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> конспект лекцій, Л.1, с.73-84; Л.2, с.207-227 <u>Завдання на СРС:</u> Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
4	<u>СЗ. 4. Протоколи распределения меток</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на семінарське заняття:</u> Протокол распределения меток LDP. Протокол RSVP (Resource ReSerVation Protocol) для MPLS. Построение коммутируемого маршрута. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> конспект лекцій; Л.6, гл.11; Л.10, с.54-116. <u>Завдання на СРС:</u> Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
5	<u>СЗ. 5. Інжиніринг трафіку (TE) MPLS</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на семінарське заняття:</u> Неефективність традиційного способу визначення шляхів в IP-мережах. Протокол OSPF. Алгоритм, принцип работы, применение в MPLS. MPLS TE. Концепция, задача выбора пути, протоколы сигнализации. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> конспект лекцій, Л.6, гл.13; Л.10, гл.8,9; ДЛ.3, с.717-722 <u>Завдання на СРС:</u> Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
6	<u>СЗ. 6. Віртуальні приватні MPLS-мережі.</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на семінарське заняття:</u> Віртуальні приватні мережі VPN. Віртуальні приватні MPLS-мережі. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> конспект лекцій, Л.6, гл.13; Л.10, с.182-209 <u>Завдання на СРС:</u> Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
7	<u>СЗ.7. Функції підсистем ЗКС №7 при взаємодії мереж NGN.</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на семінарське заняття:</u> Підсистема мережевих послуг NSP: MTP+SCCP. Підсистеми користувачів ISUP, INAP та MAP. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> Л.4, с.167-188; Л.6, с.13-71, 93-117; Л.10, с.30-68. <u>Завдання на СРС:</u> Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
8	<u>СЗ.8. Протоколи управління мережами NGN. Транспортування сигнальної інформації в мережі NGN</u> <u>Перелік основних питань, які виносяться на семінарське заняття:</u> Протоколи та мережі H.323, SIP. Архітектура мереж та їх функціональні можливості. Протокол MEGACO. Транспортування сигнальних протоколів SIGTRAN. <u>Дидактичні засоби:</u> презентація з використанням мультимедійного проектору. <u>Література:</u> конспект лекцій, Л.5, с.137-152, 163-196; Л.7, с.186-230; Л.9, с.148-232. <u>Завдання на СРС:</u> Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.
9	<u>СЗ.9. Архітектура і функціональні можливості IP-підсистеми мультимедійного зв'язку IMS.</u>

	<u>Перелік основних питань, які виносяться на семінарське заняття:</u> Конвергенція фіксованих та мобільних мереж (FMC). Концепція підсистеми мультимедійного зв'язку IMS. Архітектура та основні елементи IMS. Функціональні можливості IMS. <u>Дидактичні засоби: презентація з використанням мультимедійного проектору.</u> <u>Література: конспект лекцій: Л.7, с.317-340; Л.8, с.249-258; Л.11, с.42-74.</u> <u>Завдання на СРС: Відповісти на контрольні питання. Виконати завдання до самостійної роботи.</u>
--	---

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Вивчення дисципліни включає наступні види самостійної роботи:

- підготовка до лекційних та практичних занять, виконання домашніх завдань;
- підготовка та виконання модульної контрольної роботи;
- підготовка до іспиту.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Рекомендовані методи навчання: вивчення основної та допоміжної літератури за тематикою лекцій, розв'язування задач на практичних заняттях та при виконанні домашніх робіт.

Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій. Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання методів та алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота. Вона містить читання літератури, огляд літератури за темою, підготовку до занять, підготовку до МКР та іспиту.

Методи навчання: словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо);
практичний метод (практичні заняття, розрахункові роботи тощо);
наочний метод (метод ілюстрацій і метод демонстрацій);
робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання реферату); відеометод у поєднанні з новітніми інформаційними технологіями та комп'ютерними засобами навчання (дистанційні, мультимедійні).

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО) (очна\дистанційна форма)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Семестр	Навч. час		Розподіл навчальних годин			Контрольні заходи	
	Кредити	Акад. год.	Лекції	Практичні	СРС	МКР	Семестр. атест.

9	5,5	165	54	18	93	1	екзамен
---	-----	-----	----	----	----	---	---------

На першому занятті здобувачі ознайомлюються із рейтинговою системою оцінювання (PCO) дисципліни, яка побудована на основі Положення про систему оцінювання результатів навчання
https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/Pologennia_RSO_2022.pdf

Поточний контроль: фронтальний (усний, письмовий), МКР.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу, результати якого відображаються в системі Електронний кампус <https://campus.kpi.ua>.

Рейтингова система оцінювання (PCO) включає всі види тестування: контрольні роботи, якість виконання МКР. Кожний студент отримує свій підсумковий рейтинг з дисципліни.

PCO з дисципліни складається з двох складових: стартової – призначена для оцінювання заходів поточного контролю впродовж семестру та екзаменаційної – призначена для оцінювання окремих запитань (завдань) на екзамені.

Розмір стартової складової PCO дорівнює 50 балів, екзаменаційної складової – 50 балів.

Стартові бали формуються як сума рейтингових балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю, які він отримує за:

- відповіді на практичних заняттях;
 - написання модульної контрольної роботи;
- а також заохочувальних та штрафних балів.

Після оцінювання відповідей здобувача на екзамені (виконання екзаменаційної контрольної роботи) викладач підсумовує стартові бали та бали за екзамен, зводить до рейтингової оцінки та переводить до оцінок за університетською шкалою.

Відповіді під час *практичних* занять

Ваговий бал 5

- якщо задача повністю розв’язана, то здобувач отримує максимальну кількість запланованих балів;
- якщо відповідь правильна, але у розв’язку є неточності, то здобувач отримує 0,5 запланованих балів;
- якщо незадовільна відповідь, метод розв’язування задачі неправильний – 0 балів.

Максимальний бал $20=5 \times 4$.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з двох частин

Ваговий бал кожної частини 15

МКР-1 «Основи побудови мереж NGN та Інтернету речей, опис мереж а її структури»

МКР-2 «Розрахунок параметрів мереж NGN та Інтернету речей»

Критерії оцінювання

- повна відповідь на всі завдання (більше 90% матеріалу) 11 – 15 балів;
- неповна відповідь на завдання (від 50 до 90% матеріалу) 6 – 10 балів;
- відповідь містить менше 50 % необхідної інформації 0 – 5 бали. Відсутність на контрольній роботі – 0 балів.

Максимальний бал $15 \times 2 = 30$

Штрафні та заохочувальні бали

- несвоєчасне (пізніше ніж на тиждень) подання модульної контрольної роботи -1 бал;
 - заохочувальні бали за удосконалення дидактичного матеріалу;
- Максимальна кількість штрафних (заохочувальних) балів не перевищує 10% (5 балів).

Форма *семестрового контролю* – усний екзамен.

На екзамені студенти усно відповідають на питання екзаменаційного білета. Білет складається з 2-х теоретичних питань та 1-го практичного завдання. Ваговий бал кожного усного питання 20, практичного завдання 10

Критерії оцінювання усних питань

- «відмінно»: повна відповідь на всі усні питання (не менше 90% потрібної інформації; повне, безпомилкове розв'язування завдань) 18 – 20 балів;
- «добре»: достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або є незначні неточності 15 – 17 балів;
- «задовільно»: неповна відповідь на завдання (не менше 60%) та є помилки і певні недоліки 12 – 14 балів;
- «незадовільно»: відповідь не відповідає умовам до «задовільно» (незадовільна відповідь, неправильний метод розв'язування) 0 – 11 бали.

Критерії оцінювання практичного завдання

- «відмінно»: повна відповідь на всі усні питання (не менше 90% потрібної інформації; повне, безпомилкове розв'язування завдань) 9 – 10 балів;
- «добре»: достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або є незначні неточності 7 – 8 балів;
- «задовільно»: неповна відповідь на завдання (не менше 60%) та є помилки і певні недоліки 5-6 балів;
- «незадовільно»: відповідь не відповідає умовам до «задовільно» (незадовільна відповідь, неправильний метод розв'язування) 0 – 4 бали.

Максимальний бал $20 \times 2 + 10 = 50$

Умови позитивної проміжної атестації.

Для отримання “зараховано” з першої (8 тиждень) та другої проміжної атестації (14 тиждень) студент повинен мати не менше ніж 50% можливих балів на момент проведення календарного контролю.

Перескладання позитивної підсумкової семестрової атестації з метою її підвищення не допускається.

Студент допускається до екзамену, якщо його рейтинг семестру не менший 30 балів, при цьому він повинен мати зараховані модульні контрольні роботи (виконано не менше, ніж на 60%). Студенти, які в кінці навчального семестру мають стартовий рейтинг $R_c < 20$ балів до екзамену не допускаються і повинні виконати додаткові завдання до першого перескладання. Студенти з рейтингом $20 < R_c < 30$ мають можливість добрати бали до допускових, шляхом виконання допускової контрольної роботи на останньому тижні навчального семестру.

Критерії оцінювання допускової контрольної роботи:

- «відмінно»: повна відповідь на всі питання (не менше 90% потрібної інформації; повне, безпомилкове розв'язування завдань) 9 – 10 балів;
- «добре»: достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або є незначні неточності 7 – 8 балів;
- «задовільно»: неповна відповідь на завдання (не менше 60%) та є помилки і певні недоліки 5 – 6 балів;
- «незадовільно»: відповідь не відповідає умовам до «задовільно» (незадовільна відповідь, неправильний метод розв'язування) 0 – 4 бали.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

6. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компоненту)

2.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом каф.ЕКІР к.т.н. Григоренко О.Г.

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.)