



ІНЖЕНЕРІЯ ОБЛАДНАННЯ ТА МЕРЕЖ ІНФОКОМУНІКАЦІЙ

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	Інженерія інноваційних інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити– 120 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, МКР
Розклад занять	3 години на тиждень згідно з розкладом http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., с.н.с. Тріска Наталія Романівна, ntriska@ukr.net Практичні: к.т.н., с.н.с. Тріска Наталія Романівна, ntriska@ukr.net
Розміщення курсу	Платформа дистанційного навчання “Сікорський”, код курсу dewnd7h

Програма навчальної дисципліни

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

В умовах адаптації мереж інфокомунікацій до роботи за сучасними стандартами з впровадженням нових технологій, послуг та платформ управління, важливо забезпечити спадкоємність та співіснування технологій і разом з тим оптимально застосувати нові підходи до інженерії обладнання та мереж. Майбутня практична діяльність в сфері інфокомунікацій вимагатиме від фахівців знання основних нормативно-правових засад процесу проектування об'єктів в сфері інфокомунікацій, а також практичних навичок відпрацювання технічних рішень.

Метою навчальної дисципліни “Інженерія обладнання та мереж інфокомунікацій” є формування у студентів компетентностей:

- засвоєння нормативно-правових, технічних та прикладних аспектів інженерії об'єктів в сфері інфокомунікацій;
- самостійного отримання знань за тематикою дисципліни із використанням актуальної нормативної бази, періодичних видань та Інтернет-ресурсів;
- відпрацювання методичних навичок застосування отриманих знань для проектування окремих фрагментів цифрових мереж інфокомунікацій (оптимізація структури мережі та передавання трафіку, синхронізація мережі тощо).

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі **результати навчання:**
знання:

- діючої в Україні нормативно-правової бази, що регламентує виробничу діяльність в сфері проектування та будівництва об'єктів в сфері інфокомунікацій;
- основних вимог до проектної документації (стадії проектування, види проектної документації, типовий склад проекту);
- послідовності етапів проектування та введення в експлуатацію об'єктів різного ступеню складності;

– технічних особливостей інженерії окремих фрагментів сучасних цифрових мереж, зокрема, систем передавання та синхронізації;

уміння:

– оформлювати проектно-кошторисну документацію відповідно до діючих вимог;
– відпрацьовувати технічні рішення в рамках проекту (розробка схеми організації зв'язку, розробка планів синхронізації, розрахунок кошторису проекту тощо).

досвід:

– знайомство з сучасною нормативною базою в сфері проектування та будівництва та нормативною базою Міжнародного Союзу Електрозв'язку (ITU-T).

Вивчення навчальної дисципліни додатково забезпечує:

- формування у студентів таких програмних компетентностей:

ЗК3 Здатність приймати управлінські рішення, оцінювати їх можливі наслідки та бути відповідальним за якість кінцевого результату діяльності;

ФК12 Здатність до аналізу, розробки та удосконалення наукової, проектно-конструкторської, технологічної, метрологічної та організаційно-управлінської документації;

ФК14 Здатність оцінювати конструкторсько-технологічні, інженерні та науково-технічні рішення з точки зору дотримання умов безпеки життєдіяльності, енергоефективності та екологічності.

– набуття студентами наступних програмних результатів навчання:

ПРН3 Будувати систему організації документообігу, підготовки технічної, проектно-конструкторської, технологічної, метрологічної та організаційно-управлінської документації, формування звітності, перевірки відповідності діючим нормам та стандартам діловодства, впровадження системи менеджменту якості на підприємстві;

ПРН7 Аргументувати та захищати розроблені проектно-конструкторські та науково-технічні рішення перед замовником, вести аргументовану професійну та наукову дискусію.

ПРН15 Вирішувати та координувати розробку, підбір і використання необхідного обладнання, інструментів і методів при організації виробничого процесу з урахуванням технічних та технологічних можливостей.

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

Навчальна дисципліна ґрунтується на знаннях, отриманих студентами під час здобуття вищої освіти першого (бакалаврського) рівня.

Навчальна дисципліна додатково підготовлює студентів до проходження науково-дослідної практики, виконання магістерської дисертації та подальшої роботи за фахом.

3. Зміст навчальної дисципліни

Предметом навчальної дисципліни є базові принципи, нормативно-правові засади та сучасні технічні рішення з інженерії обладнання та мереж в сфері інфокомунікацій (зокрема, транспортних мереж та мереж синхронізації).

Розділ 1. Загальне уявлення про процес проектування об'єктів в сфері інфокомунікацій

Тема 1.1 Введення в дисципліну

Розділ 2. Нормативно-правові та організаційно-технічні аспекти інженерії об'єктів в сфері інфокомунікацій

Тема 2.1 Нормативно-правові основи діяльності в сфері проектування: нормативна база проектної діяльності, стадії проектування, основні вимоги до проектної документації.

Тема 2.2 Організація робіт з розробки проекту в сфері інфокомунікацій:

- підготовчі етапи розробки проекту (завдання на проектування, попередня оцінка вартості проектних робіт);
- особливості розробки техніко-економічного обґрунтування (стадія ТЕО) та техніко-економічного розрахунку (стадія ТЕР).
- особливості розробки проекту (стадія П).
- особливості розробки робочого проекту (стадія РП).
- обов'язкові розділи проектної документації.

Розділ 3. Технічні рішення з інженерії обладнання та мереж інфокомунікацій

Тема 3.1 Інженерія транспортних мереж інфокомунікацій:

- визначення, структура та функції транспортної мережі;

- основні напрямки стандартизації ІТУ-Т;
- основні засади проектування транспортних мереж;
- автоматизація управління ресурсами транспортної мережі на базі концепції ASON.

Тема 3.2 Інженерія мереж синхронізації:

- основні задачі розробки та впровадження мереж тактової синхронізації (ТМС);
- загальні принципи планування мереж ТМС;
- розробка проектних рішень для мереж ТМС на міжстанційних та внутрішньостанційних ділянках;
- задачі та технічні засоби синхронізації в сучасних пакетних мережах.

Тема 3.3 Проектування окремих фрагментів сучасної інфокомунікаційної мережі:

- проектування лінійно-кабельних споруд;
- проектування базових станцій стільникового зв'язку.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. ДБН А.2.2-3-2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво
2. ДСТУ Б А.2.4-4-2009 Основні вимоги до проектної та робочої документації
3. ДБН А.2.2-1:2021. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС)
4. Настанова з визначення вартості проектних, науково-проектних, вишукувальних робіт та експертизи проектної документації на будівництво (Мінрегіон, 2021 р.)
5. Бірюков М.Л., Стеклов В.К., Костік Б.Я. Транспортні мережі телекомунікацій: Системи мультиплексування: Підручник для студентів вищ. техн. закладів. – К., Техніка, 2005. – 312 с., іл.

Допоміжна література

6. Закон України “Про електронні комунікації”
7. Закон України “Про охорону праці”
8. Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища”
9. ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності)
10. ГБН В.2.2-34620942-002:2014 Лінійно-кабельні споруди телекомунікацій. Проектування
11. Bregni S. Synchronization of Digital Telecommunication Networks. – John Wiley & Sons, Ltd – 2002, 395 p.
12. Рекомендація ІТУ-Т G.8261/Y.1361 (08/19) Timing and synchronization aspects in packet networks (Аспекти синхронізації в пакетних мережах).
13. Рекомендація ІТУ-Т G.8262/Y.1362 (11/18) Timing characteristics of synchronous Ethernet equipment slave clock (ЕЕС) (Характеристики вбудованих пристроїв синхронізації обладнання синхронного Ethernet (ЕЕС)).
14. Рекомендація ІТУ-Т G.8263/Y.1363 (08/17) Timing characteristics of packet-based equipment clocks (Характеристики вбудованих пристроїв синхронізації, що використовують пакетні методи).
15. Рекомендація ІТУ-Т G.8264/Y.1364 (08/17) Distribution of timing through packet networks (Розподілення синхронізації в пакетних мережах).
16. Рекомендація ІТУ-Т G.8265/Y.1365 (10/10) Architecture and requirements for packet-based frequency delivery (Архітектура мережі та вимоги до пакетного розподілу тактової частоти).
17. Рекомендація ІТУ-Т G.8265.1/Y.1365.1 (06/21) Precision time protocol telecom profile for frequency synchronization (“Телеком-профіль” протоколу точного часу РТР для частотної синхронізації).
18. Методичні вказівки та завдання на виконання курсової роботи з навчальної дисципліни “Методи проектування інфокомунікаційних систем” на тему “Планування телекомунікаційної мережі з елементами програмного забезпечення”. – КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІТС, Кафедра телекомунікацій. – К., 2020. – 92 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Розділ 1. Загальне уявлення про процес проектування об'єктів в сфері інфокомунікацій

Тема 1.1 Введення в дисципліну

Лекція 1. Введення в дисципліну. Нормативна база проектування об'єктів в сфері інфокомунікацій.

Розділ 2. Нормативно-правові та організаційно-технічні аспекти інженерії об'єктів в сфері інфокомунікацій

Тема 2.1 Нормативно-правові основи діяльності в сфері проектування

Лекція 2. Основні вимоги до проектної документації (стадії проектування та види проектної документації, типовий склад проекту).

Лекція 3. Вимоги до оформлення проектної документації

Тема 2.2 Організація робіт з розробки проекту в сфері інфокомунікацій:

Лекція 4. Підготовчі етапи розробки проекту (завдання на проектування, вихідні дані на проектування).

Лекція 5. Попередня оцінка вартості проектних робіт.

Лекція 6. Особливості розробки проектної документації на стадіях: техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) та проект (П).

Лекція 7. Особливості розробки проектної документації на стадіях: робочий проект (РП) та робочі креслення (Р).

Лекція 8. Обов'язкові розділи проектної документації.

Розділ 3. Технічні рішення з інженерії інфокомунікаційних систем та мереж

Тема 3.1 Інженерія транспортних мереж інфокомунікацій:

Лекція 9. Транспортні мережі інфокомунікацій (визначення, структура та функції транспортної мережі; напрямки стандартизації ITU-T).

Лекція 10. Основні засади інженерії транспортних мереж інфокомунікацій (основні структурні показники, еталонні ланцюги).

Лекція 11. Автоматизація управління ресурсами транспортної мережі на базі концепції ASON (розрахунок пропускної здатності, схема організації зв'язку.).

Лекція 12. Структура та основні характеристики оптичного тракту. Розрахунок бюджету оптичної лінії зв'язку.

Тема 3.2 Інженерія мереж синхронізації:

Лекція 13. Синхронізація телекомунікаційних мереж (основні задачі розробки та впровадження мереж тактової синхронізації – ТМС, вибір ідеології та структури мережі).

Лекція 14. Розробка проектних рішень для мереж синхронізації на міжстанційних та внутрішньостанційних ділянках.

Лекція 15. Методи запобігання та виявлення петель синхронізації. Алгоритм обміну повідомленнями про статус сигналу синхронізації – SSM.

Лекція 16. Задачі та технічні засоби синхронізації в сучасних пакетних мережах.

Тема 3.3 Проектування окремих фрагментів сучасної інфокомунікаційної мережі:

Лекція 17. Проектування лінійно-кабельних споруд транспортної мережі та доступу (вибір траси, способи прокладання кабелів зв'язку, питання безпеки та охорони навколишнього середовища).

Лекція 18. Проектування базових станцій стільникового зв'язку (склад базової станції, вимоги до розміщення, питання безпеки та охорони навколишнього середовища).

Практичні заняття

Цикл практичних занять передбачає виконання завдань, об'єднаних загальною темою – **робота над проектом фрагменту транспортної інфокомунікаційної мережі обласного рівня** (за варіантами індивідуально для кожного студента).

Основні напрямки роботи над проектом:

1. Розгляд основних етапів виконання робіт з розробки проекту в сфері інфокомунікацій:
 - а) розробка завдання на проектування за своїм варіантом;
 - б) розробка складу проекту;
 - в) складання специфікації обладнання та кошторису проекту.
2. Відпрацювання технічних рішень з проектування систем передавання та мереж тактової синхронізації з використанням розрахунків та моделювання у середовищах Excel та MATLAB (або інших програмних засобів, за вибором студента):
 - а) побудова матриці з'єднань та відстаней проекрованої ділянки транспортної мережі;
 - б) програмування структури проекрованої ділянки транспортної мережі; розрахунок трафіку та пропускної здатності;
 - в) програмування структури мережі тактової синхронізації (ТМС); відпрацювання алгоритму повідомлень про статус синхронізації – SSM.

Модульна контрольна робота

Під час одного з практичних занять студенти виконують модульну контрольну роботу (МКР) у формі письмового тестування. Тематика завдань на МКР:

- проектування систем передавання;
- проектування мереж синхронізації.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента (СРС) передбачає:

- поглиблене опрацювання матеріалу лекцій та практичних занять, знайомство з нормативними документами за тематикою курсу (стандарти та Державні будівельні норми України, Рекомендації ІТУ-Т);
- підготовка до написання модульної контрольної роботи (МКР) та до складання екзамену.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Матеріал навчальної дисципліни вивчається на різних видах занять, що рекомендуються педагогікою вищої школи. Зокрема, використання формату “ділових ігор” під час практичних занять дозволить студентам відпрацювати практичні навички в умовах, наближених до реальної виробничої діяльності.

Передбачається регулярний контроль знань і вмінь студентів на практичних заняттях, а також під час виконання модульної контрольної роботи (МКР).

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>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

Дистанційне навчання

Дистанційне навчання через проходження онлайн-курсів за певною тематикою допускається за умови погодження зі студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання пройти онлайн-курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у навчальній дисципліні.

Виконання практичних завдань здійснюється під час самостійної роботи студентів у дистанційному режимі (з можливістю консультування з викладачем через електронну пошту та засобів відеоконференцзв'язку).

Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, окрім студентів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

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

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

- роботу на практичних заняттях (7 практичних завдань);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

2. Критерії нарахування балів.

2.1. Робота на практичних заняттях оцінюється у 10 балів за кожне практичне завдання (максимальна кількість балів за виконання 7 завдань – 70 балів):

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9-10 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 7-8 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6 балів;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

2.2. Модульна контрольна робота оцінюється у 30 балів:

- «відмінно» – правильно і повністю виконані всі завдання (не менше 90% потрібної інформації) – 27-30 балів;
- «добре» – частково виконані завдання (не менше 75% потрібної інформації) – 22-26 балів;
- «задовільно» – завдання контрольної роботи виконані із помилками (не менше 60% потрібної інформації) – 18-21 балів;
- «незадовільно» – завдання не виконані або містять грубі помилки, МКР не зараховано – 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.

4. Умовою допуску до заліку є виконання модульної контрольної роботи.

5. Студенти, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку з кредитного модуля без додаткових випробувань.

6. Зі студентами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі проводиться залікова співбесіда.

7. Залікова співбесіда проводиться в усній формі за білетами. Білет містить три запитання за програмою кредитного модуля; крім того, під час співбесіди студенту можуть задаватися два-три додаткових запитання. Під час співбесіди студент має продемонструвати як теоретичні знання основних положень кредитного модуля, так і вміння застосовувати ці знання для вирішення типових виробничих завдань.

Критерії оцінювання (максимальна кількість балів = 100):

- “відмінно” – повна відповідь на питання, що демонструє міцні знання навчального матеріалу в заданому обсязі, високий рівень підготовленості до вирішення типових виробничих завдань – 95-100 балів;
- “добре”, “дуже добре”, – недостатньо повна відповідь на питання або відповідь з несуттєвими неточностями (не більше двох), підготовленість до вирішення типових виробничих завдань – 75-94 бали;
- “задовільно”, “достатньо” – відповідь з суттєвими неточностями (не більше чотирьох), підготовленість до вирішення типових виробничих завдань – 60-74 бали;
- “незадовільно”, відповідь не відповідає умовам до “достатньо” – 0 балів.

8. Якщо оцінка за залікову співбесіду більша ніж за рейтингом, студент отримує оцінку з кредитного модуля за результатами залікової співбесіди.

9. Якщо оцінка за залікову співбесіду менша ніж за рейтингом, студент отримує оцінку з кредитного модуля відповідно до набраного рейтингу (за роботу протягом семестру).

10. Оцінка з кредитного модуля за 100-бальною шкалою переводиться до оцінки за університетською шкалою згідно з таблицею:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка за університетською шкалою</i>
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 (залік):

- Напрямки проектної діяльності в сфері телекомунікацій. Базові вимоги до фахівців.
- Нормативна база проектної діяльності.
- Поняття будівлі, комплексу (будови), об'єкту будівництва, черги будівництва, пускового комплексу, проектної документації.
- Класифікація об'єктів будівництва.
- Види будівництва.
- Стадії проектування та види проектної документації.
- Основні правила комплектування проектної документації.
- Правила оформлення комплектів робочих креслень.
- Посадові обов'язки головного інженера проекту (ГІП).
- Завдання на проектування. Зміст та порядок погодження.

- Основні засади розрахунку кошторисної вартості проектних робіт.
- Вихідні дані на проектування. Зміст та порядок погодження.
- Особливості розробки проектної документації стадії ТЕО (техніко-економічне обґрунтування) або ТЕР (техніко-економічний розрахунок).
- Особливості розробки проектної документації стадії П (проект).
- Особливості розробки проектної документації стадії РП (робочий проект).
- Розробка розділу з питань охорони праці, пожежної безпеки та виробничої санітарії.
- Розробка розділу з оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС).
- Розробка розділу з технічного захисту інформації (ТЗІ).
- Основні вимоги до вибору траси під час проектування лінійно-кабельних споруд.
- Способи прокладання кабелів зв'язку.
- Основні вимоги до виконання робочих креслень під час проектування лінійно-кабельних споруд.
- Структура та ієрархічні рівні транспортних мереж. Допоміжні мережі – завдання, структура, ієрархічні рівні.
- Основні нормативні документи МСЕ-Т в частині транспортних телекомунікаційних мереж: технології систем передавання, архітектура транспортних мереж, допоміжні мережі (синхронізація та управління).
- Роль синхронізації у формуванні пакетної транспортної мережі операторського класу. Нормативна база частотно-часового забезпечення пакетних мереж.
- Розробка схеми організації зв'язку. Розрахунок попиту на послуги проектованої транспортної мережі.
- Розробка схеми організації зв'язку. Розрахунок пропускну здатності проектованої транспортної мережі.
- Розробка схеми організації зв'язку. Об'єднання складових схеми та графічне відображення.
- Розробка схеми організації зв'язку. Розрахунки бюджету оптичних ліній.
- Розробка схеми організації зв'язку. Вибір обладнання та складання специфікації.
- Розробка схеми організації зв'язку. Оцінювання вартості проекту будівництва.
- Основні задачі та принципи планування мереж тактової синхронізації.
- Режими, типи та методи синхронізації мереж.
- Технологія синхронного Ethernet (SyncE).
- Основні засади міжстанційного розподілу сигналів синхронізації. Еталонні ланцюги.

Передбачена можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за тематикою навчальної дисципліни або її окремих тем за умови, що кількість годин проходження відповідних курсів не менша ніж кількість годин, що відводиться на вивчення навчальної дисципліни або окремої теми.

Комунікація з викладачем будується за допомогою використання інформаційної системи «Електронний кампус», платформи дистанційного навчання «Сікорський», а також такими інструментами комунікації, як електронна пошта, Telegram і Viber. Під час навчання та для взаємодії зі студентами використовуються сучасні інформаційно-комунікаційні та мережеві технології для вирішення навчальних завдань.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: Доцент кафедри телекомунікацій, к.т.н., с.н.с. Тріска Наталія Романівна

Ухвалено кафедрою телекомунікацій (протокол № 11 від 25.05.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІТС (протокол № 4 від 08.06.2023 р.)