

TCM Ольга - Віктор ЗАЙКА

« 31 » 08 2026p.

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«СИНХРОНІЗАЦІЯ В ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ»**

|                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                      |                     |                                                                      |                     |                                                                                              |  |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Лектор курсу                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                             | Треньова Катерина Олександрівна, PhD (доктор філософії), доцент кафедри Телекомунікаційних систем та мереж<br>Градобоєва Неля Вікторівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем та мереж |                     | Контактна інформація лектора (e-mail), сторінка курсу в Google Class |                     | e-mail: trenova.ko@duikt.ua, n.gradoboeva@duikt.edu.ua<br>Код курсу в Google Class – mi6orzi |  |
| Галузь знань                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                             | G Інженерія, виробництво та будівництво                                                                                                                                                                              |                     | Рівень вищої освіти                                                  |                     | Магістр                                                                                      |  |
| Спеціальність                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                             | G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка                                                                                                                                             |                     | Семестр                                                              |                     | 1                                                                                            |  |
| Освітня програма                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                             | Телекомунікаційні системи та мережі                                                                                                                                                                                  |                     | Тип дисципліни                                                       |                     | Обов’язкова                                                                                  |  |
| 3. Обсяг:                                  | Кредитів ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Годин                                                                                                       | За видами занять:                                                                                                                                                                                                    |                     |                                                                      |                     |                                                                                              |  |
|                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                             | Лекцій                                                                                                                                                                                                               | Семінарських занять | Практичних занять                                                    | Лабораторних занять | Самостійна підготовка                                                                        |  |
|                                            | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 90                                                                                                          | 18                                                                                                                                                                                                                   | -                   | 18                                                                   | -                   | 54                                                                                           |  |
| АНОТАЦІЯ КУРСУ                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                      |                     |                                                                      |                     |                                                                                              |  |
| Взаємозв’язок у структурно-логічній схемі  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                      |                     |                                                                      |                     |                                                                                              |  |
| Освітні компоненти, які передують вивченню |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | -                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                      |                     |                                                                      |                     |                                                                                              |  |
| Освітні компоненти для яких є базовою      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Проектування телекомунікаційних систем та мереж, Моделювання та оптимізація систем та мереж телекомунікацій |                                                                                                                                                                                                                      |                     |                                                                      |                     |                                                                                              |  |
| Мета курсу:                                | Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей: засвоєння теоретичних основ синхронізації частоти в цифрових мережах зв’язку з синхронним та асинхронним режимами передавання; самостійного отримання знань по тематиці дисципліни із використанням літературних джерел, періодичних видань та Інтернет-ресурсів; відпрацювання методичних навичок застосування |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                      |                     |                                                                      |                     |                                                                                              |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | отриманих знань для вирішення практичних завдань, пов'язаних з плануванням та експлуатацією мереж синхронізації та розподілу точного часу (математичне моделювання з застосуванням різних програмних пакетів, аналіз результатів вимірювань параметрів часу та частоти тощо). |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                       |
| Компетенції відповідно до освітньої програми                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                       |
| Soft- skills / Загальні компетентності (ЗК)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                               | Hard-skills / Фахові компетентності (ФК)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                       |
| ЗК3. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                               | ФК3. Здатність обґрунтовано обирати та ефективно застосовувати математичні методи, комп'ютерні технології моделювання, а також технічні підходи для оптимізації параметрів синхронізації, якості функціонування систем електронних комунікацій, інфокомунікаційних мереж і радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів на всіх етапах їх життєвого циклу з метою отримання техніко-економічного виграшу.<br>ФК4. Здатність застосовувати комплексний підхід до вирішення задач забезпечення синхронізації, надійності, живучості, завадозахищеності, інформаційної безпеки та пропускну здатності систем електронних комунікацій, інфокомунікаційних мереж та радіотехнічних систем.<br>ФК5. Здатність розробляти, вдосконалювати та використовувати сучасне програмне, апаратне та програмно-апаратне забезпечення систем електронних комунікацій, інфокомунікаційних мереж та радіотехнічних систем, комплексів, пристроїв, засобів, а також сучасні методи вимірювання часу та частоти в мережах синхронізації. |                                                       |
| Програмні результати навчання (ПРН)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                       |
| ПРН3. Знати теоретичні основи, принципи побудови і функціонування сучасних та перспективних систем електронних комунікацій, інфокомунікаційних мереж та радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів.<br>ПРН4. Знати і розуміти принципи та методи дослідження, проєктування, впровадження, експлуатації, модернізації сучасних та перспективних систем комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів за напрямком професійної діяльності.<br>ПРН6. Вміти аналізувати напрями перспективного розвитку і новітні стандарти у сфері електронних комунікацій та радіотехніки; користуватися чинною нормативною базою та технічними регламентами глобальних інститутів стандартизації та галузевих технічних вимог з метою впровадження нових послуг телекомунікацій.<br>ПРН7. Вміти оцінювати і локалізувати стан проблемної ситуації на етапах проєктування, впровадження, експлуатації, модернізації та дослідження сучасних та перспективних систем електронних комунікацій, інфокомунікаційних мереж, радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів, формулювати пропозиції щодо її вирішення з усуненням виявлених недоліків.<br>ПРН9. Вміти застосовувати комплексний підхід до вирішення задач забезпечення надійності, живучості, завадозахищеності, інформаційної безпеки та пропускну здатності телекомунікаційних та радіотехнічних систем. |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                       |
| ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                       |
| Тема, опис теми                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Вид заняття                                                                                                                                                                                                                                                                   | Оцінювання за темою                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Форми і методи навчання/питання до самостійної роботи |

### Тема 1. Завдання синхронізації і характеристика видів синхронізації

**Знати:** призначення синхронізації в інфокомунікаційних мережах, основні види синхронізації, причини виникнення похибок синхронізації, показники якості синхронізації.

**Вміти:** класифікувати види синхронізації, аналізувати вплив похибок синхронізації на передачу даних, визначати вимоги до синхронізації телекомунікаційних систем.

**Формування компетенцій:** ЗКЗ, ФКЗ

**Програмні результати навчання:** ПРН3-4, ПРН6-7, ПРН9

**Рекомендовані джерела:** 1-5, 15, 19, 24-30, 32-36

|                                                                         |                        |   |                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------|
| Заняття 1.1 Завдання синхронізації і характеристика видів синхронізації | Лекція 2 г.            | 5 | Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування            |
| Заняття 1.2 Нормативна база мереж синхронізації.                        | Практичне заняття 2 г. |   | Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь. |

### Тема 2. Загальні відомості про тактову мережеву синхронізацію

**Знати:** принципи побудови тактових мереж синхронізації, джерела опорної частоти, ієрархію пристроїв синхронізації, показники стабільності частоти.

**Вміти:** будувати структурні схеми мереж синхронізації, визначати джерела еталонної частоти, оцінювати параметри тактової синхронізації.

**Формування компетенцій:** ЗКЗ, ФК4

**Програмні результати навчання:** ПРН3-4, ПРН6

**Рекомендовані джерела:** 1-6, 13-27

|                                                                   |                        |   |                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------|
| Заняття 2.1 Загальні відомості про тактову мережеву синхронізацію | Лекція 2 г.            | 5 | Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування            |
| Заняття 2.2 Структура мережі синхронізації. Характеристики        | Практичне заняття 2 г. |   | Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь. |

### Тема 3. Архітектура систем синхронізації

**Знати:** основні архітектури систем синхронізації, принципи централізованої та розподіленої синхронізації, особливості побудови мереж синхронізації.

**Вміти:** аналізувати архітектуру мереж синхронізації, обирати оптимальну структуру синхронізації, оцінювати надійність архітектурних рішень.

**Формування компетенцій:** ЗКЗ, ФК5

**Програмні результати навчання:** ПРН3-4

**Рекомендовані джерела:** 1, 2, 7, 8, 10, 18, 19, 32

|                                                           |                        |   |                                                                             |
|-----------------------------------------------------------|------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------|
| Заняття 3.1 Архітектура систем синхронізації              | Лекція 2 г.            | 5 | Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування            |
| Заняття 3.2 Види архітектур систем тактової синхронізації | Практичне заняття 2 г. |   | Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь. |

**Тема 4. Види синхронізацій сигналів даних**

**Знати:** принципи бітової, циклової та кадрової синхронізації, методи виділення синхросигналів, особливості синхронізації цифрових потоків.

**Вміти:** визначати типи синхронізації в цифрових системах, аналізувати процеси формування та виділення синхросигналів, оцінювати якість синхронізації даних.

**Формування компетенцій:** ЗКЗ, ФКЗ-5

**Програмні результати навчання:** ПРНЗ, ПРН6-7, ПРН9

**Рекомендовані джерела:** 1-11, 14-17

|                                               |                        |   |                                                                             |
|-----------------------------------------------|------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------|
| Заняття 4.1 Види синхронізацій сигналів даних | Лекція 2 г.            | 5 | Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування            |
| Заняття 4.2 Циклова, кадрова синхронізація    | Практичне заняття 2 г. |   | Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь. |

**Тема 5. Тактова синхронізація**

**Знати:** принципи тактової синхронізації цифрових систем, структурні схеми тактових синхронізаторів, характеристики тактових генераторів.

**Вміти:** аналізувати роботу схем тактової синхронізації, визначати параметри синхронізаторів, оцінювати точність відновлення тактової частоти.

**Формування компетенцій:** ЗКЗ, ФКЗ-4

**Програмні результати навчання:** ПРН4, ПРН6-7, ПРН9

**Рекомендовані джерела:** 1-9, 19-22

|                                                            |                        |   |                                                                             |
|------------------------------------------------------------|------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------|
| Заняття 5.1 Тактова синхронізація                          | Лекція 2 г.            | 5 | Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування            |
| Заняття 5.2 Аналіз структурних схем тактової синхронізації | Практичне заняття 2 г. |   | Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь. |

**Тема 6. Схеми відновлення тактової частоти**

**Знати:** методи відновлення тактової частоти, принцип роботи фазових автопідлаштовувальних систем, особливості цифрових та аналогових схем відновлення.

**Вміти:** досліджувати роботу схем відновлення частоти, розраховувати параметри систем PLL, оцінювати ефективність схем відновлення синхронізації.

**Формування компетенцій:** ЗКЗ, ФК4-5

**Програмні результати навчання:** ПРНЗ-4, ПРН6-7

**Рекомендовані джерела:** 6-17, 22-35

|                                                            |                        |   |                                                                             |
|------------------------------------------------------------|------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------|
| Заняття 6.1 Схеми відновлення тактової частоти             | Лекція 2 г.            | 5 | Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування            |
| Заняття 6.2 Аналіз схем відновлення тактової синхронізації | Практичне заняття 2 г. |   | Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь. |

**Тема 7. Петля синхронізації**

**Знати:** поняття петлі синхронізації, причини її виникнення, наслідки утворення замкнених контурів синхронізації, способи їх усунення.

**Вміти:** виявляти петлі синхронізації в мережі, аналізувати їх вплив на стабільність роботи мережі, розробляти заходи щодо їх запобігання.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                        |   |                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Формування компетенцій:</b> ЗКЗ, ФКЗ<br><b>Програмні результати навчання:</b> ПРН3-4, ПРН6, ПРН9<br><b>Рекомендовані джерела:</b> 10-15, 20-39                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                        |   |                                                                             |
| Заняття 7.1 Петля синхронізації                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Лекція 2 г.            | 5 | Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування            |
| Заняття 7.2 Правила уникнення петель синхронізації                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Практичне заняття 2 г. |   | Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь. |
| <b>Тема 8. Відновлення тактової мережевої синхронізації</b><br><b>Знати:</b> алгоритми відновлення мережевої синхронізації, принципи резервування джерел синхронізації, методи підвищення живучості мережі.<br><b>Вміти:</b> розробляти схеми резервування синхронізації, аналізувати аварійні режими роботи мережі, оцінювати ефективність механізмів відновлення синхронізації.<br><b>Формування компетенцій:</b> ЗКЗ, ФКЗ-4<br><b>Програмні результати навчання:</b> ПРН3-4, ПРН7, ПРН9<br><b>Рекомендовані джерела:</b> 1-10, 13, 14, 20-30, 31                                                   |                        |   |                                                                             |
| Заняття 8.1 Відновлення мережі тактової синхронізації.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Лекція 2 г.            | 5 | Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування            |
| Заняття 8.2 Схеми відновлення тактової мережевої синхронізації                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Практичне заняття 2 г. |   | Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь. |
| <b>Тема 9. Вимір основних параметрів ТМС.</b><br><b>Знати:</b> параметри якості синхронізації, методи та засоби вимірювання часу і частоти, нормативні вимоги до параметрів синхронізації.<br><b>Вміти:</b> виконувати вимірювання джитера, вандера та фазових блукань, аналізувати результати вимірювань, оцінювати відповідність параметрів вимогам стандартів, формувати висновки щодо якості роботи мережі синхронізації.<br><b>Формування компетенцій:</b> ЗКЗ, ФКЗ-5<br><b>Програмні результати навчання:</b> ПРН3-4, ПРН6-7, ПРН9<br><b>Рекомендовані джерела:</b> 1, 2, 4-6, 9, 11, 15, 20-39 |                        |   |                                                                             |
| Заняття 9.1 Вимір основних параметрів ТСС                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Лекція 2 г.            | 5 | Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування            |
| Заняття 9.2 Вимір джитера, вандера, фазових блукань                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Практичне заняття 2 г. |   | Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь. |
| <b>МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                        |   |                                                                             |
| <ul style="list-style-type: none"><li>Мультимедійний проектор;</li><li>Комп’ютерний клас для проведення практичних занять</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                        |   |                                                                             |
| <b>ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                        |   |                                                                             |

1. Брени С. Синхронизация цифровых сетей связи: Пер. с англ. – М.: Мир, 2003. – 465 с.
2. Бернард Скляр Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Пер. с англ. Изд-во “Вильямс”. 2017. -1106 с.
3. Цифровая связь: Справочник/ И.П. Панфилов, В.К. Стеклов, Н.Л. Бирюков и др.; Под ред. д-ра техн. наук В.К. Стеклова.-К.: Техніка, 1992.- 230 с.
4. Бірюков М.Л., Стеклов В.К., Костік Б.Я. Транспортні мережі телекомунікацій: Системи мультимплексування: Підручник для студентів вищ. техн. закладів. – К., Техніка, 2005. – 312 с., іл.
5. Давыдкин П.Н., Колтунов М.Н., Рыжков А.В. Тактовая сетевая синхронизация. – М.: Эко-Трендз, 2004. – 205 с., ил.
6. Колтунов М.Н., Леготин Н.Н., Шварц М.Л. Сетевая синхронизация в системах связи. – М.: SYRUS SYSTEMS, 2007. – 240 с., ил.
7. Рыжков А.В. Частота и время в инфокоммуникациях XXI века.- М.: МАС, 2006. – 320 с.
8. ДСТУ 4382:2005 Мережі електрозв’язку цифрові. Мережі синхронізації. Терміни та визначення понять.
9. ДСТУ ІТУ-Т G.811:2008 Мережі електрозв’язку цифрові. Мережі синхронізації. Первинні пристрої синхронізації. Основні технічні характеристики.
10. ДСТУ ІТУ-Т G.812:2008 “Мережі електрозв’язку цифрові. Мережі синхронізації. Ведені пристрої синхронізації. Основні технічні характеристики.
11. ДСТУ ІТУ-Т G.813:2008 Мережі електрозв’язку цифрові. Мережі синхронізації. Пристрої синхронізації синхронної цифрової ієрархії. Основні технічні характеристики.
12. Рекомендація ІТУ-Т G.810 (08/96) Definitions and terminology for synchronization networks (Визначення та термінологія мереж синхронізації).
13. Рекомендація ІТУ-Т G.811 (09/97) Timing characteristics of primary reference clocks (Характеристики первинних пристроїв синхронізації).
14. Рекомендація ІТУ-Т G.812 (05/96) Timing requirements of slave clocks suitable for use as node clocks in synchronization networks (Вимоги до ведених пристроїв синхронізації, що використовуються в мережах синхронізації як вузлові пристрої).
15. Рекомендація ІТУ-Т G.813 (08/96) Timing characteristics of SDH equipment slave clocks (SEC) (Характеристики вбудованих пристроїв синхронізації обладнання СЦІ (SEC)).
16. Рекомендація ІТУ-Т G.823 (03/00) The control of jitter and wander within digital networks which are based on the 2048 kbit/s hierarchy (Контроль дрижання та дрейфу фази в цифрових мережах, які базуються на ієрархії 2048 кбіт/с).
17. Рекомендація ІТУ-Т G.704 (10/98) Synchronous frame structures used at 1544, 6312, 2048, 8448 and 44 736 kbit/s hierarchical levels ( Структури циклів синхронізації 1544, 6312, 2048, 8448 та 44 736 кбіт/с рівнів ієрархії).
18. Рекомендація ІТУ-Т G.707/Y.1322 (12/03) Network Node Interface for the Synchronous Digital Hierarchy (SDH) (Стик вузла мережі синхронної цифрової ієрархії).
19. Рекомендація ІТУ-Т Recommendation G.781 (07/99) Synchronization layer functions (Функції рівня синхронізації).
20. Рекомендація ІТУ-Т G.8260 (02/12) Definitions and terminology for synchronization in packet networks (Терміни та визначення з синхронізації пакетних мереж)
21. Рекомендація ІТУ-Т G.8261/Y.1361 (02/12) Timing and synchronization aspects in packet networks (Аспекти синхронізації в пакетних мережах).
22. Рекомендація ІТУ-Т G.8262/Y.1362 (07/10) Timing characteristics of synchronous Ethernet equipment slave clock (ЕЕС) (Характеристики вбудованих пристроїв синхронізації обладнання синхронного Ethernet (ЕЕС)).
23. Рекомендація ІТУ-Т G.8263/Y.1363 (02/12) Timing characteristics of packet-based equipment clocks (Характеристики вбудованих пристроїв синхронізації, що використовують пакетні методи).

24. Рекомендація ITU-T G.8264/Y.1364 (10/08) Distribution of timing through packet networks (Розподілення синхронізації в пакетних мережах).
25. Рекомендація ITU-T G.8265/Y.1365 (10/10) Architecture and requirements for packet-based frequency delivery (Архітектура мережі та вимоги до пакетного розподілу тактової частоти).
26. Рекомендація ITU-T G.8265.1/Y.1365.1 (10/10) Precision time protocol telecom profile for frequency synchronization (“Телеком-профіль” протоколу точного часу РТР для частотної синхронізації).
27. Рекомендація ITU-T G.8271/Y.1366 (02/12) Time and phase synchronization aspects of packet networks (Аспекти часової та фазової синхронізації в пакетних мережах).
28. Рекомендація ITU-T G.8271.1/Y.1371.1 (02/12) Network Limits for Time Synchronization in Packet Networks (Мережеві норми для часової синхронізації в пакетних мережах).
29. Рекомендація ITU-T G.8272/Y.1367 (10/12) Timing characteristics of primary reference time clocks (Характеристики первинних пристроїв синхронізації за часом).
30. Рекомендація ITU-T G.8273/Y.1368 (08/13) Framework of phase and time clocks (Огляд пристроїв синхронізації за фазою та часом).
31. а часом).
32. Рекомендація ITU-T G.8275/Y.1367 (07/13) Time and phase distribution through packet networks (Розподіл часу та фази в пакетних мережах).
33. Рекомендація ITU-T G.8275.1/Y.1367.1 (07/2013) (Precision time protocol telecom profile for phase/time synchronization (“Телеком-профіль” протоколу точного часу РТР для фазової/часової синхронізації).
34. Стандарт IEEE1588v2 (03/08) Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems
35. .Блехман И.И. Синхронизация в науке и технике. – М.: Наука, 1981.-352 с.
36. Одуан К., Гино Б. Измерение времени. Основы GPS. – М.: Техносфера, 2002 – 400 с. ISBN 5-94836-006-7.
37. Кааранен Х., Ахтиайнен А., Лаитинен Л., Найян С., Ниemi В. Сети UMTS. Архитектура, мобильность, сервисы. – М.: Техносфера, 2007. – 464 с. ISBN 978-5-94836-116-1.
38. L.Hanzo, J. S. Blogh, S. Ni 3G, HSPA and FDD versus TDD Networking. Smart Antennas and Adaptive Modulation. Second Edition. – JohnWiley and IEEE Press, 2008, 564 pages.
39. Фахові періодичні видання: “Зв’язок”, “Электросвязь”, “IEEE Communication Magazine” тощо.

#### **ПОЛІТИКА КУРСУ («ПРАВИЛА ГРИ»)**

- Курс передбачає роботу в колективі.
- Середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики.
- Освоєння дисципліни передбачає обов’язкове відвідування лекцій і практичних занять, а також самостійну роботу.
- Самостійна робота включає в себе теоретичне вивчення питань, що стосуються тем лекційних занять, які не ввійшли в теоретичний курс, або ж були розглянуті коротко, їх поглиблена проробка за рекомендованою літературою.
- Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін.
- Якщо аспірант відсутній з поважної причини, він презентує виконання завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача.
- Під час роботи над завданнями не допустимо порушення академічної доброчесності: при використанні Інтернет ресурсів та інших джерел інформації аспірант повинен вказати джерело, використане в ході виконання завдання. У разі виявлення факту плагіату аспірант отримує за завдання 0 балів.

- Аспірант, який спізнився, вважається таким, що пропустив заняття з неповажної причини з виставленням 0 балів за заняття, і при цьому має право бути присутнім на занятті.
- За використання телефонів і комп'ютерних засобів без дозволу викладача, порушення дисципліни аспірант видаляється з заняття, за заняття отримує 0 балів.

### КРИТЕРІЙ ТА МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ

Оцінювання аспірантів здійснюється за накопичувальною 100-бальною системою і складається із двох основних блоків і розподіляється в певних пропорціях: 55 (бали напрацьовані під час вивчення дисципліни) та 45 (залік):  
перший блок – бали за успішне виконання практичних занять та підготовка тез та наукових статей (55 балів);  
другий блок – за підсумковий контроль – залік (45 бали).

|                                            |                                                                                                                                                                                       |                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Форми контролю                             | Види навчальної роботи                                                                                                                                                                | Оцінювання                                    |
| <b>ПОТОЧНИЙ<br/>КОНТРОЛЬ</b>               | <i>Робота на заняттях, у т.ч.:</i>                                                                                                                                                    |                                               |
|                                            | • бали за успішну роботу на практичних заняттях (45 балів)                                                                                                                            | за роботу на практичному занятті - до 5 балів |
| <b>Додаткова оцінка</b>                    | Участь у наукових конференціях, підготовка наукових публікацій, участь у Всеукраїнських та Міжнародних конкурсах наукових студентських робіт за спеціальністю, створення кейсів тощо. | максимальна оцінка – 10 балів                 |
| <b>ПІДСУМКОВЕ<br/>ОЦІНЮВАННЯ<br/>Залік</b> | Метою заліку є контроль сформованості практичних навичок та професійних компетенцій, необхідних для виконання професійних обов'язків.<br>Залік проходить у письмовій формі.           | максимальна оцінка – 45 балів                 |

### ПІДСУМКОВА ОЦІНКА ЗА ДИСЦИПЛІНУ

| бали   | Критерії оцінювання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Рівень компетентності                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Оцінка / запис<br>екзаменаційній відомості |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 90-100 | Студент демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях.<br>Вміє реалізувати теоретичні положення дисципліни в практичних розрахунках, аналізувати та співставляти дані об'єктів діяльності фахівця на основі набутих з даної та суміжних дисциплін знань та умінь.<br>Знає сучасні технології та методи розрахунків з даної дисципліни. За час навчання при проведенні практичних занять, при виконанні індивідуальних / контрольних завдань проявив вміння самостійно вирішувати поставлені завдання, активно включатись в дискусії, може відстоювати власну позицію в питаннях та рішеннях, що розглядаються. Зменшення 100-бальної оцінки може бути пов'язане з недостатнім розкриттям питань, що стосується дисципліни, яка вивчається, але виходить за рамки об'єму матеріалу, передбаченого робочою програмою, або студент проявляє невпевненість в тлумаченні теоретичних положень чи складних практичних завдань. | Високий<br>Повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни. Власні пропозиції студента в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін, а також знання, набуті при самостійному поглибленому вивченні питань, що відносяться до дисципліни, яка вивчається. | Відмінно /<br>Зараховано (A)               |
| 82-89  | Студент демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Достатній<br>Забезпечує студенту самостійне                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Добре /<br>Зараховано (B)                  |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                             |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною. Знає сучасні технології та методи розрахунків з даної дисципліни. За час навчання при проведенні практичних занять, при виконанні індивідуальних / контрольних завдань та поясненні прийнятих рішень, дає вичерпні пояснення.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | вирішення основних практичних задач в умовах, коли вихідні дані в них змінюються порівняно з прикладами, що розглянуті при вивченні дисципліни                                                                |                                                                                                                             |
| 75-81 | Студент в загальному добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати при вирішенні типових практичних завдань, але допускає окремі неточності. Вміє пояснити основні положення виконаних завдань та дати правильні відповіді при зміні результату при заданій зміні вихідних параметрів. Помилки у відповідях/ рішеннях/ розрахунках не є системними. Знає характеристики основних положень, що мають визначальне значення при проведенні практичних занять, при виконанні індивідуальних / контрольних завдань та поясненні прийнятих рішень, в межах дисципліни, що вивчається. | Достатній<br>Конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни.<br>Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають утруднення. | Добре /<br>Зараховано (C)                                                                                                   |
| 64-74 | Студент засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постанову стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядалися з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача.                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Середній<br>Забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни                                                                                                                     | Задовільно /<br>Зараховано (D)                                                                                              |
| 60-63 | Студент має певні знання, передбачені в робочій програмі дисципліни, володіє основними положеннями, що вивчаються на рівні, який визначається як мінімально допустимий. З використанням основних теоретичних положень, студент з труднощами пояснює правила вирішення практичних/розрахункових завдань дисципліни. Виконання практичних / індивідуальних / контрольних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.                                                                                                                                                                                              | Середній<br>Є мінімально допустимим у всіх складових навчальної програми з дисципліни                                                                                                                         | Задовільно /<br>Зараховано (E)                                                                                              |
| 35-59 | Студент може відтворити окремі фрагменти з курсу.<br>Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни студент виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних робіт в більшості є невірними, необгрунтованими.<br>Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у студента відсутня.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Низький<br>Не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни                                                                                                                   | Незадовільно з<br>можливістю<br>повторного<br>складання) / Не<br>зараховано (FX) В<br>залікову книжку не<br>представляється |
| 1-34  | Студент повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни.<br>Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними.<br>Студент не допущений до здачі заліку.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Незадовільний<br>Студент не підготовлений до самостійного вирішення задач, які                                                                                                                                | Незадовільно з<br>обов'язковим<br>повторним<br>вивченням / Не                                                               |

1  
0

|  |  |                                         |                                                              |
|--|--|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|  |  | окреслює мета та завдання<br>дисципліни | допущений (F) В<br>залікову книжку<br>не проставля-<br>ється |
|--|--|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|