

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ОПТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Лектор курсу			Марков Сергій Юхимович , кандидат технічних наук, доцент кафедри Інтернет технологій		Контактна інформація лектора (e-mail), сторінка курсу в Google Class		e-mail: s.markov@duikt.edu.ua Код курсу в Google Class – uibuquoyz	
Обсяг:	Кредитів ECTS	Годин	За видами занять:					
			Лекцій	Семінарських занять	Практичних занять	Лабораторних занять	Самостійна підготовка	
	5	150	18	-	36	-	96	
АНОТАЦІЯ КУРСУ								
Мета курсу:	Метою навчальної дисципліни є підготовка висококваліфікованих фахівців, які володіють знаннями та практичними навичками по використанню сучасних оптичних технологій в телекомунікації.							
ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ								
Тема, опис теми			Вид заняття	Оцінювання за тему	Форми і методи навчання/питання до самостійної роботи			
Тема 1. Основи телекомунікаційних оптичних технологій Знати: принципи побудови телекомунікаційних мереж, види та характеристики оптичних волокон, діапазони довжин хвиль, принципи оптичної передачі. Вміти: аналізувати структуру телекомунікаційної мережі, визначати сфери застосування оптичних технологій, обирати тип оптичного волокна та робочу довжину хвилі. Рекомендовані джерела: 1-2, 4-8								
Заняття 1.1 Сучасні телекомунікаційні мережі та оптичні технології			Лекція 2 г.	5	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування			
Заняття 1.2 Аналіз структури сучасних телекомунікаційних мереж та застосування оптичних технологій.			Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.			
Заняття 1.3 Дослідження характеристик оптичних волокон та вибір типу волокна для телекомунікаційної системи.			Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.			
Тема 2. Технології PDH та SDH Знати: принципи PDH і SDH, структуру E1, STM-1 та STM-N, способи мультиплексування і синхронізації цифрових потоків. Вміти: аналізувати структуру цифрових потоків, формувати STM-N, порівнювати PDH і SDH, визначати параметри цифрових ієрархій. Рекомендовані джерела: 3, 5, 6, 9, 14.								
Заняття 2.1 Плезіохронна та синхронна цифрові ієрархії PDH/SDH			Лекція 2 г.	5	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування			
Заняття 2.2 Дослідження структури цифрового потоку E1 та			Практичне		Усне опитування, виконання завдань на практичне			

ієрархії PDH.	заняття 2 г.		застосування знань і вмінь.
Заняття 2.3 Формування та аналіз цифрових потоків STM-N.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 3. Побудова та розрахунок ВОСП Знати: структуру ВОСП, джерела втрат оптичної потужності, поняття енергетичного потенціалу, чутливості приймача та регенераційної ділянки. Вміти: розраховувати енергетичний потенціал ВОСП, чутливість приймача, сумарні втрати та допустиму довжину регенераційної ділянки. Рекомендовані джерела: 1, 2, 5, 6, 7, 8.			
Заняття 3.1 Волоконно-оптичні системи передачі та їх енергетичні характеристики	Лекція 2 г.	5	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 3.2 Розрахунок енергетичного потенціалу та чутливості приймача ВОСП.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Заняття 3.3 Розрахунок довжини регенераційної ділянки ВОСП.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 4. Оптичні транспортні мережі OTN та WDM Знати: архітектуру OTN, принципи WDM, призначення транспондерів, мультиплексорів, демультимплексорів та оптичних підсилювачів. Вміти: аналізувати структуру OTN/WDM, формувати багатоканальні оптичні системи, визначати необхідну кількість і місця встановлення оптичних підсилювачів. Рекомендовані джерела: 2, 3, 6, 9, 10, 11, 18.			
Заняття 4.1 Технології OTN та спектрального мультиплексування WDM	Лекція 2 г.	5	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 4.2 Дослідження структури OTN та принципів мультиплексування WDM.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Заняття 4.3 Розрахунок кількості та розміщення оптичних підсилювачів на ділянці ВОСП.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 5. Оптичні технології локальних мереж Знати: принципи FDDI та Ethernet, топології локальних мереж, типи вузлів, структуру кадру Ethernet та методи доступу. Вміти: будувати структури FDDI та Ethernet, аналізувати їх характеристики, обирати мережеве обладнання та порівнювати технології локальних мереж. Рекомендовані джерела: 3, 4, 13, 14, 17.			
Заняття 5.1 Технології FDDI та Ethernet	Лекція 2 г.	5	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 5.2 Побудова та аналіз мережі FDDI.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.

Заняття 5.3 Дослідження оптичного Ethernet та способів організації доступу до середовища передачі.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 6. Повністю оптичні мережі AON Знати: принципи AON, класи та архітектури повністю оптичних мереж, принципи хвильової маршрутизації та призначення OADM. Вміти: аналізувати архітектури AON, обирати топологію мережі, формувати маршрути оптичних каналів та застосовувати OADM. Рекомендовані джерела: 2, 3, 10, 11, 12.			
Заняття 6.1 Архітектура та принципи побудови повністю оптичних мереж AON	Лекція 2 г.	5	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 6.2 Аналіз архітектур та топологій повністю оптичних мереж AON.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Заняття 6.3 Проектування фрагмента AON із використанням OADM та хвильової маршрутизації.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 7. Оптична комутація та сучасні формати модуляції Знати: принципи оптичної комутації, типи оптичних комутаторів, класифікацію форматів модуляції та поняття спектральної ефективності. Вміти: порівнювати оптичні комутатори, аналізувати формати модуляції, оцінювати спектральну ефективність та обирати формат модуляції відповідно до параметрів системи. Рекомендовані джерела: 2, 3, 11, 12.			
Заняття 7.1 Оптичні комутатори та перспективні формати модуляції оптичного випромінювання	Лекція 2 г.	5	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 7.2 Дослідження принципів роботи та характеристик оптичних комутаторів.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Заняття 7.3 Порівняння форматів модуляції оптичного випромінювання за спектральною ефективністю.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Тема 8. Пасивні оптичні мережі PON Знати: архітектуру PON, функції OLT і ONU/ONT, принципи роботи сплітерів, особливості GPON та EPON, складові оптичного бюджету. Вміти: порівнювати технології PON, розраховувати оптичний бюджет, визначати допустимі втрати та оцінювати працездатність оптичної мережі доступу. Рекомендовані джерела: 3, 15, 16, 19, 20.			
Заняття 8.1 Технології пасивних оптичних мереж доступу	Лекція 2 г.	5	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 8.2 Порівняльний аналіз технологій GPON та EPON.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Заняття 8.3 Розрахунок оптичного бюджету потужності та бюджету втрат PON.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.

Тема 9. Проектування та перспективи розвитку оптичних мереж

Знати: принципи проектування PON, типи топологій, методи балансування, характеристики оптичних сплітерів, особливості та перспективи WDM-PON.

Вміти: проектувати PON, обирати топологію та сплітери, виконувати балансування оптичної мережі, оцінювати її параметри та можливості модернізації.

Рекомендовані джерела: 3, 10, 11, 15, 16, 19, 20.

Заняття 9.1 Проектування сучасних і перспективних пасивних оптичних мереж	Лекція 2 г.	5	Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування
Заняття 9.2 Проектування пасивної оптичної мережі заданої топології.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.
Заняття 9.3 Балансування PON та вибір параметрів оптичних сплітерів.	Практичне заняття 2 г.		Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь.

МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

- Мультимедійний проектор;
- Комп'ютерний клас для проведення практичних занять

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

1. Мохунь І. І., Вікторовська Ю. Ю., Галушко Ю. К. Оптичні технології в інформаційній техніці. — Чернівці: Чернівецький національний університет, 2021. — 301 с. Це джерело вже передбачене чинним силабусом.
2. Agrawal G. P. Fiber-Optic Communication Systems. 5th ed. — Wiley, 2021. — 544 p. ISBN 978-1-119-73736-0.
3. Ramaswami R., Sivarajan K. N., Sasaki G. H. Optical Networks: A Practical Perspective. 3rd ed. — Morgan Kaufmann, 2010. — 928 p. ISBN 978-0-12-374092-2.
4. Hecht J. Understanding Fiber Optics. 5th ed. — Pearson/Prentice Hall, 2006; Laser Light Press reprint. — 800 p.
5. Senior J. M., Jamro M. Y. Optical Fiber Communications: Principles and Practice. 3rd ed. — Pearson Education, 2009.
6. Keiser G. Optical Fiber Communications. 5th ed. — McGraw-Hill Education, 2021.
7. Mynbaev D. K., Scheiner L. L. Fiber-Optic Communications Technology. — Prentice Hall, 2001.
8. Palais J. C. Fiber Optic Communications. 5th ed. — Pearson/Prentice Hall, 2005.
9. van Helvoort H. SDH/SONET Explained in Functional Models: Modeling the Optical Transport Network. — John Wiley & Sons, 2005. — 300 p. ISBN 978-0-470-09123-4. Видання безпосередньо присвячене SDH, SONET та OTN.
10. Mukherjee B. Optical WDM Networks. — Springer, 2006.
11. Cvijetic M., Djordjevic I. B. Advanced Optical Communication Systems and Networks. — Artech House, 2013.
12. El-Bawab T. S. (Ed.) Optical Switching. — Springer, 2006. — 452 p. ISBN 978-0-387-26141-6. Видання охоплює MEMS, електрооптичну комутацію, оптичну пакетну та burst-комутацію.
13. Spurgeon C. E., Zimmerman J. Ethernet: The Definitive Guide. 2nd ed. — O'Reilly Media, 2014. — 508 p.
14. Оліфер В. Г., Оліфер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. — СПб.: Питер, 2021. — 1008 с. Це видання також міститься у вихідному силабусі.
15. Lam C. F. (Ed.) Passive Optical Networks: Principles and Practice. — Academic Press, 2007. — 368 p. ISBN 978-0-12-373853-0. Містить окремі розділи щодо архітектур PON, оптичних технологій PON, трансиверів, DBA, захисту та моніторингу.
16. Farmer J., Lane B., Bourg K., Wang W. FTTx Networks: Technology Implementation and Operation. — Morgan Kaufmann/Elsevier, 2017. ISBN 978-0-12-420137-8. Видання орієнтоване на планування, проектування, розгортання та експлуатацію FTTN/FTTx.
17. IEEE Std 802.3-2022. IEEE Standard for Ethernet. — IEEE, 2022.

18. ITU-T Recommendation G.709/Y.1331. Interfaces for the Optical Transport Network (OTN). — International Telecommunication Union.
 19. ITU-T Recommendation G.984.1. Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): General Characteristics. — International Telecommunication Union.
 20. ITU-T Recommendation G.9807.1. 10-Gigabit-capable Symmetric Passive Optical Network (XGS-PON). — International Telecommunication Union.

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: 45 (балів напрацьовані під час вивчення дисципліни) та 55 (залік):
 перший блок – бали за успішне виконання практичних занять та підготовка тез та наукових статей (45 балів);
 другий блок – за підсумковий контроль – залік (55 балів).

Форми контролю	Види навчальної роботи	Оцінювання
ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ	<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
Додаткова оцінка	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
ПІДСУМКОВЕ ОЦІНЮВАННЯ Залік	Метою заліку є контроль сформованості практичних навичок та професійних компетенцій, необхідних для виконання професійних обов'язків. Залік проходить у письмовій формі.	максимальна оцінка – 55 балів

ПІДСУМКОВА ОЦІНКА ЗА ДИСЦИПЛІНУ

бали	Критерії оцінювання	Рівень компетентності	Оцінка / запис в 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.	Високий Повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в	Відмінно / Зараховано (А)

	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. 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.	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.	
82-89	Студент демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати 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.	Достатній Забезпечує студенту самостійне вирішення основних практичних задач в умовах, коли вихідні дані в них змінюються порівняно з прикладами, що розглянуті при вивченні дисципліни	Добре / Зараховано (B)
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 Конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають утруднення.	Добре / 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 Забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни	Задовільно / 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	Середній Є мінімально допустимим у всіх складових навчальної програми з	Задовільно / Зараховано (E)

	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.	дисципліни	
35-59	Студент може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни студент виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних робіт в більшості є невірними, необґрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у студента відсутні.	Низький Не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни	Незадовільно з можливістю повторного складання) / Не зараховано (FX) <i>В залікову книжку не представляється</i>
1-34	Студент повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Студент не допущений до здачі заліку.	Незадовільний Студент не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням / Не допущений (F) <i>В залікову книжку не представляється</i>