



## ОРГАНІЗАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

Тип дисципліни	Обов'язкова
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Мова викладання	Українська, Англійська
Семестр	четвертий
Обсяг кредитів ЄКТС	8
Форма здобуття освіти	Очна(денна)

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, має: аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки. Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних. Знати, аналізувати, вибирати, кваліфіковано застосовувати засоби забезпечення інформаційної безпеки (в тому числі кібербезпеки) і цілісності даних відповідно до розв'язуваних прикладних завдань та створюваних програмних систем. *Застосовувати* методи проектування мереж та налаштування мережевого обладнання, мережеві операційні системи; *аналізувати, вибирати і застосовувати* архітектури комп'ютерів, комп'ютерних систем, архітектури мереж при проектуванні та розробці програмного забезпечення; *використовувати* операційні системи, мережеві технології, комп'ютерні системи при розробці та експлуатації ПЗ.

**Пререквізити** – Фізика, Аналіз вимог та якість програмного забезпечення

**Кореквізити** – Людино-машинна взаємодія.

**Зміст навчальної дисципліни.** Вступ до мереж. Семирівнева модель OSI. Мережеві протоколи. Протоколи каналного рівня. Протоколи мережевого рівня. Протоколи транспортного рівня. Протоколи сеансового рівня. Протоколи рівня представлень і прикладні. Комутатори. Маршрутизатори. Бездротове обладнання. Засоби моніторингу мереж. Архітектура комп'ютерів. Комп'ютерні системи. Мережеві операційні системи.

**Запланована навчальна діяльність:** лекції – 36 год., лабораторні заняття – 54 год., самостійна робота – 150 год.; разом – 240 год.

**Форми (методи) навчання:** словесні та наочні (лекції); практичні та частково-пошукові (лабораторні роботи); пояснювально-ілюстративні та дослідницькі (самостійна робота).

**Форми оцінювання результатів навчання:** захист лабораторних робіт, письмова контрольна робота, підсумковий контрольний захід.

**Форма семестрового контролю:** іспит.

### Навчальні ресурси:

1. Матвієнко М.П. Архітектура комп'ютерів: Навчальний посібник / Матвієнко М.П., Розен В.П., Закладний О.М. – К.: Ліра-К, 2019. – 264 с
2. Jim Ledin. Modern Computer Architecture and Organization / Packt Publishing, 2022. – 560 с.
3. Scott Russell. Computer Networking / Stefano Cardinale, 2021 – 360.
4. Задерейко О. В. Комп'ютерні мережі [Електронний ресурс] : навчальний посібник / О. В. Задерейко, Н. І. Логінова, А. А. Толокнов. – Одеса, 2022. – 249 с. – Режим доступу: <https://hdl.handle.net/11300/19423>. – Назва з титул. екрана.
5. CCNAv7: Introduction to Networks [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://lms.netacad.com/course/view.php?id=2144705> – Назва з екрана
6. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua>.
7. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: <https://lib.khmnu.edu.ua>

**Викладач:** кандидат технічних наук, доцент Юрій КЛЬОЦ

### 3. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Дисципліна «Організація комп'ютерних мереж» є однією із дисциплін професійної підготовки і займає провідне місце у підготовці фахівців освітнього рівня "бакалавр" за освітньо-професійною програмою "Інженерія програмного забезпечення".

**Пререквізити** – Фізика, Аналіз вимог та якість програмного забезпечення

**Кореквізити** – Людино-машинна взаємодія.

**Метою викладання** навчальної дисципліни є формування у майбутніх спеціалістів умінь та компетенцій для ефективного використання архітектури комп'ютерів, особливостей комп'ютерних систем та їх операційних систем, комп'ютерних мереж для розробки програмного забезпечення.

**Предметом дисципліни** є основи побудови та обслуговування комп'ютерних мереж, налаштування мережевого обладнання, архітектура комп'ютерів та комп'ютерних систем, мережеві операційні системи.

**Завданням дисципліни** є забезпечити набуття компетентностей та досягнення програмних результатів навчання відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів зі спеціальності «Інженерія програмного забезпечення».

Відповідно до **Стандарту вищої освіти** із та освітньої програми дисципліна сприяє забезпеченню:

**компетентностей:**

ФК6. Здатність аналізувати, вибирати і застосовувати методи і засоби для забезпечення інформаційної безпеки (в тому числі кібербезпеки).

ФК12. Здатність здійснювати процес інтеграції системи, застосовувати стандарти і процедури управління змінами для підтримки цілісності, загальної функціональності і надійності програмного забезпечення.

**програмних результатів навчання:** ПРН1. Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.

ПРН18. Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.

ПРН21. Знати, аналізувати, вибирати, кваліфіковано застосовувати засоби забезпечення інформаційної безпеки (в тому числі кібербезпеки) і цілісності даних відповідно до розв'язуваних прикладних завдань та створюваних програмних систем.

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, має: аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки. Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних. Знати, аналізувати, вибирати, кваліфіковано застосовувати засоби забезпечення інформаційної безпеки (в тому числі кібербезпеки) і цілісності даних відповідно до розв'язуваних прикладних завдань та створюваних програмних систем. *Застосовувати* методи проектування мереж та налаштування мережевого обладнання, мережеві операційні системи; *аналізувати, вибирати і застосовувати* архітектури комп'ютерів, комп'ютерних систем, архітектури мереж при проектуванні та розробці програмного забезпечення; *використовувати* операційні системи, мережеві технології, комп'ютерні системи при розробці та експлуатації ПЗ.

**Політика дисципліни** Організація освітнього процесу з дисципліни відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, тощо, згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, виконувати усі завдання та контрольні точки відповідно до графіка. Пропущені практичні заняття і лабораторні роботи студент зобов'язаний опрацювати самостійно у повному обсязі і відзвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До практичних занять і лабораторних робіт студент має підготуватися за відповідною темою і проявляти активність. Набутті особою знання з дисципліни або її окремих розділів у неформальній освіті зараховуються відповідно до Положення про порядок перезарахування результатів навчання та визначення академічної різниці у ХНУ.

#### 4. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Кількість годин відведених на:		
	лекції	лабораторні роботи	самостійну роботу
Тема 1. Архітектура комп'ютерів	4	6	18
Тема 2. Комп'ютерні системи	4	6	18
Тема 3. Комп'ютерні мережі	24	30	96
Тема 4. Мережеві ОС	4	12	18
<b>Разом:</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>150</b>

## 5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотація	Години
<b>Тема 1. Архітектура комп'ютерів</b>		
<b>1</b>	<b>Поняття архітектури комп'ютера.</b> Організація зв'язків між функціональними вузлами комп'ютера. Особливості архітектури комп'ютерів. Реєстрова кеш – пам'ять. Основна пам'ять. Оперативний запам'ятовуючий пристрій (ОЗП). Літ.: [3] С. 65-160; [6] С. 57-76	2
<b>2</b>	<b>Засоби захисту програм та даних</b> Високопродуктивні, паралельні, розподілені, мобільні та веб-базовані комп'ютери, хмарні, зелені, безпечні, автономні, адаптивні та інтелектуальні програмно-технічні засоби. Літ.: [1], с. 13-21, 55-71; [2] с. 53-89, 106-115	2
<b>Тема 2. Комп'ютерні системи</b>		
<b>3</b>	<b>Основні поняття про комп'ютерні системи.</b> Комп'ютерні системи та паралельна обробка інформації. Архітектура обчислювальних систем. Класифікація КС.	2
<b>4</b>	<b>Топології комп'ютерних систем.</b> Методи опису характеристик мережених з'єднань Статичні та динамічні топології.	2
<b>Тема 3. Комп'ютерні мережі</b>		
<b>5</b>	<b>Вступ до мереж.</b> Історія виникнення. Основи топології Мережеве обладнання. Літ. [1 с.33-109;2 с.21-51;3 с.1-41;4 с.25-29]	2
<b>6</b>	<b>Моделі мережі.</b> Передумови побудови моделей. Семирівнева модель OSI. Модель TCP/IP. Літ. [1 с.163-218; 2 с.125-171; 3 с.127-157]	2
<b>7</b>	<b>Мережеві протоколи.</b> Протоколи фізичного рівня. Протоколи каналного рівня. Протоколи мережевого рівня. Протоколи транспортного рівня. Протоколи сеансового рівня. Протоколи рівня представлень і прикладні. Літ. [1 с.279-302; 2 с.339-361; 3 с.625-649]	2
<b>8</b>	<b>IP та MAC адреси.</b> Призначення. Типи IP адрес. Адреса мережі. Адреса хоста. Маска. Особливості використання IP та MAC адрес. Літ. [1 с.249-279; 2 с.172-187; 3 с.192-203]	2
<b>9</b>	<b>IP-адресація. Розбиття IP-мережі на підмережі</b> Мережева і вузлова частини IPv4 а адреси. Одноадресна, ширококомовна та багатоадресна передача. Публічні та приватні IPv4 – адреси. Застаріла класова адресація, її обмеження. Безкласова адресація. Присвоєння IP - адрес. Потреба в IPv6. Представлення IPv6. Розбиття мережі на підмережі. Літ.: [3,6]	
<b>10</b>	<b>Протокол визначення адрес (ARP).</b> Функції ARP. Принципи роботи ARP. Роль ARP в процесі віддаленого обміну даними. Видалення записів ARP. Таблиці ARP на мережевих пристроях. Проблеми ARP. Літ. [1 с.1275-1301; 2 с.759-800]	2
<b>11</b>	<b>Протокол NAT.</b> Загальні принципи роботи NAT. Основні визначення. Статичне перетворення (статичний NAT). Динамічне перетворення (динамічний NAT). Перетворення адрес портів (PAT). Літ. [1 с.99-102; 2 с.111-125; 3 с.107-125]	2

12	<b>Комутатори.</b> Типи та призначення комутаторів. Комутатори L2. Комутатори L3. Літ. [1 с.99-102; 2 с.111-125; 3 с.107-125]	2
13	<b>Маршрутизатори.</b> Принципи маршрутизації. Таблиці маршрутизації в IP-мережах. Призначення полів таблиці маршрутизації. Джерела і типи записів у таблиці маршрутизації. Літ. [1 с.379-388; 2 с.84-91; 3 с.76-86]	2
14	<b>Проектування віртуальних локальних мереж</b> Призначення і переваги віртуальних локальних мереж. Тегування кадрів Ethernet для ідентифікації мережі VLAN. Діапазони VLAN на комутаторах. Створення віртуальної локальної мережі. Протокол DTP. Проблематика VLAN. Літ.: [3]	2
15	<b>Списки контролю доступу</b> Визначення та завдання списків контролю доступу. Сеанс зв'язку та обмін даними по протоколу TCP. Стандартні і розширені ACL-списки. Накладення шаблонної маски. Рекомендації з використання ACL-списків. Налаштування стандартних ACL-списків. Використання ACL-списку для управління доступом до VTY. Створення розширених ACL-списків. Літ.: [3,6]	2
16	<b>OSPF маршрутизація</b> Розвиток та характеристики протоколу OSPF. Компоненти та принцип роботи протоколу OSPF. OSPF для однієї та декількох областей. Інкапсуляція та типи пакетів OSPF. Встановлення стосунків суміжності з сусідніми пристроями. Синхронізація баз даних OSPF. Літ.: [6]	2
<b>Тема 4. Мережеві ОС</b>		
17	<b>Поняття операційної системи.</b> 1. Призначення та функції. 2. Класифікація сучасних операційних систем. 3. Архітектурні особливості будови сучасних операційних систем. 4. Операційні системи Windows, Unix і Linux - архітектура та порівняльний аналіз. Літ.: [1] с.59-78 [5] с.8-35,123-144 [7] с.5-12, 21-26, [9] с.7-17 [10] с.13-28	2
18	<b>Файлові системи операційних систем</b> 1. Файлові системи FAT, NTFS 2. Архітектура файлової системи EFS 3. Файлові системи exFAT, Ext4, BtrFS, ReiserFS, XFS, JFS Літ.: [1] с.474-506 [5] с.105-121 [7] с.29-33 [9] с.186-219 [10] с.35-59	2
<b>Разом за семестр:</b>		<b>36</b>

### 5.2 Зміст лабораторних робіт

№ п/п	Теми лабораторних робіт	Кількість годин
1	Вивчення будови персонального комп'ютера та сервера	4
2	Встановлення та налаштування ВМ та ОС.	4
3	Обладнання комп'ютерних мереж	4
4	Базове налаштування маршрутизатора	4
5	Налаштування точки доступу та wi-fi роутера	4
6	Налаштування правил фільтрації трафіку	4
7	Маршрутизація трафіку	4
8	Налаштування систем резервування даних.	4
9	Підсумкове заняття. Контрольна робота	2
<b>Разом за семестр:</b>		<b>34</b>

\* За чисельником / за знаменником (розрахунок здійснюється відповідно до розкладу занять)

### 5.3 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи

Об'єм самостійної роботи з дисципліни становить 150 годин. Він включає опрацювання лекційного матеріалу та літературних джерел, підготовку до контрольної роботи, підготовку до виконання та захисту лабораторних робіт. Керівництво самостійною роботою здійснює викладач згідно з розкладом консультацій в позаурочний час.

№ тижня	Теми самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання теоретичного матеріалу лекції №1.	5
2	Підготовка до виконання лабораторної роботи №1	5
3	Опрацювання теоретичного матеріалу лекції №2.	5
4	Підготовка до захисту лабораторної роботи №1. Підготовка до виконання лабораторної роботи №2.	5
5	Опрацювання теоретичного матеріалу лекції №3.	5
6	Підготовка до захисту лабораторної роботи №2. Підготовка до виконання лабораторної роботи №3.	5
7	Опрацювання теоретичного матеріалу лекції №4.	5
8	Підготовка до захисту лабораторної роботи №3. Підготовка до виконання лабораторної роботи №4.	5
9	Опрацювання теоретичного матеріалу лекції №5.	5
10	Підготовка до захисту лабораторної роботи №4. Підготовка до виконання лабораторної роботи №5.	5
11	Опрацювання теоретичного матеріалу лекції №6.	5
12	Підготовка до захисту лабораторної роботи №5. Підготовка до виконання лабораторної роботи №6.	5
13	Опрацювання теоретичного матеріалу лекції №7.	5
14	Підготовка до захисту лабораторної роботи №6. Підготовка до виконання лабораторної роботи №7.	5
15	Опрацювання теоретичного матеріалу лекції №8.	4
16	Підготовка до захисту лабораторної роботи №7. Підготовка до виконання лабораторної роботи №8.	4
17	Опрацювання теоретичного матеріалу лекції №9. Підготовка до захисту лабораторної роботи №8. Підготовка до контрольної роботи за пройденим матеріалом.	4
<b>Разом за семестр:</b>		<b>82</b>

\* При плануванні лекцій за чисельником/за знаменником (розрахунок здійснюється відповідно до розкладу занять)



## 6. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних методів. Зокрема, лекції проводяться словесними та наочними методами з супроводом презентаційними матеріалами, лабораторні роботи проводяться з використанням практичних та частково-пошукових методів, сучасних інформаційно-комп'ютерних технологій і мають за мету – набуття студентами практичних навичок забезпечення захисту програм та даних; захисту ПЗ від несанкціонованого копіювання програмними та програмно-апаратними методами.

## 7. ФОРМИ І МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Застосовувані при викладанні дисципліни методи навчання сприяють розвитку у студентів навичок soft skills: обговорення проблемних питань під час лекцій, прилюдні захисти лабораторних робіт з обґрунтуванням прийнятих рішень щодо вибору методів рішення завдань в діалозі з викладачем і групою сприяють формуванню і удосконаленню вмінь публічних виступів, емпатичного слухання, відстоювання власної точки зору, самоаналізу і самокритики; адаптованість, вміння користуватися інтернет-ресурсами та іншими джерелами інформації, синтезувати та критично осмислювати інформацію з різних джерел передбачені специфікою дисципліни; обмежений час на виконання лабораторних робіт і контрольних завдань, чітко визначені і надані в силабусі терміни проходження контрольних точок і відпрацювання заборгованостей сприяють розвитку пунктуальності, здатності до самоорганізації та управління часом (тайм-менеджменту).

При вивченні дисципліни можуть бути зараховані результати навчання, здобуті у неформальній освіті. Визнання результатів навчання, здобутих у неформальній освіті, реалізується згідно з чинним законодавством і регулюється Положенням про порядок визнання та перезарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ.

Поточний контроль здійснюється під час лабораторних занять.

При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- захист лабораторних робіт.

Семестровий контроль проводиться у формі іспиту. При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контрольного заходу.

Оцінювання академічних досягнень студента здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за інституційною чотирибальною шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих позитивно з урахуванням коефіцієнта вагомості. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих видів її робіт.

### Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів за ваговими коефіцієнтами

	Аудиторна робота	Семестровий контроль
Вид заняття	Лабораторні роботи (1-8 роботи)	іспит
Ваговий коефіцієнт	0,6	0,4

**Оцінювання лабораторних робіт.** Оцінка, яка виставляється за лабораторну роботу, складається з таких елементів: знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення звіту; вільне володіння студентом спеціальною термінологією і уміння професійно обґрунтувати прийняті конструктивні рішення; своєчасний захист лабораторної роботи.

Термін захисту звіту з лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її в день виконання або на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене



заняття студент зобов'язаний відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Оцінку за лабораторну роботу викладач оголошує одразу після захисту звіту і проставляє в електронний журнал дисципліни.

**Семестровий контроль (іспит).** Підсумковий контрольний захід з дисципліни проводиться в формі іспиту. Екзаменаційний білет складається з двох теоретичних питань і задачі. Під час іспиту за наданими відповідями і рішеннями (розв'язками) виконується оцінювання рівня засвоєння студентом матеріалу дисципліни.

Оцінка за підсумковий контрольний захід проставляється викладачем в електронний журнал дисципліни в день здачі іспиту і враховується в автоматизованому режимі при визначенні підсумкової семестрової оцінки студента з дисципліни за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС.

Якщо студент отримав негативну оцінку за певним видом робіт, то він має перездати її в установленому порядку, але обов'язково до терміну наступного контролю.

Студент, який у встановлені терміни не виконав індивідуальний план поточної роботи з дисципліни повністю або частково, до здачі підсумкового контрольного заходу не допускається.

Студент, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу і не здав підсумковий контрольний захід (іспит), вважається невстигаючим.

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу.

#### Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

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

## 8. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Період та покоління розвитку комп'ютерної техніки (КТ)
2. Математичні першоджерела обчислювальної техніки.
3. Класифікація архітектур комп'ютерів Архітектура фон Неймана .
4. Продуктивність обчислювальних систем та її досягнення .
5. Цифрова логіка та представлення її і архітектурі комп'ютера.
6. Основні блоки ЕОМ, їх призначення та функціональні характеристики.
7. Організація пам'яті персонального комп'ютера.
8. Елементи конструкції ПК.
9. Функціональна організація пристроїв ПК.
10. Функціональна організація програмного забезпечення.
11. Представлення даних в ПК.
12. Класифікація комп'ютерів.
13. Архітектура пам'яті комп'ютерів.
14. Організація функціонування процесорів.
15. Багатопроцесорні архітектури.
16. Сучасні архітектури.
17. Призначення, характеристики та організація системи переривань програм.
18. Архітектура основних блоків процесора ПК.
19. Конвеєрна та суперскалярна архітектура процесора.
20. Основні характеристики мікропроцесорів (МП) типу CISC.
21. Основні режими роботи сучасних МП.
22. Система віртуальних машин.
23. Мікропроцесори Pentium, Pentium pro,-3,-4.
24. Технологія HT.
25. Основні типи системних плат та їх характеристики.
26. Основні функції системної мікросхеми (чіпсета).
27. Інтерфейсні системи ЕОМ.
28. Шини сучасних ПК.
29. Мікропроцесорна пам'ять (МПП) та її основні характеристики.
30. Регістрова кеш-пам'ять та її основні характеристики.
31. Основна пам'ять (ОЗП) та її основні характеристики.
32. Зовнішня пам'ять (ПЗП) та її основні характеристики.
33. Основні типи оперативної пам'яті.
34. Логічна структура основної пам'яті.
35. Класифікація зовнішніх запам'ятовувальних пристроїв.
36. Файли, їх види і організація.
37. Поняття комп'ютерних мереж.
38. Типи мереж.
39. Апаратні та програмні компоненти комп'ютерних мереж.
40. Мережні топології.
41. Модель OSI.
42. Модель TCP.
43. Мережеві протоколи.
44. Протоколи дротових і бездротових мереж.
45. Стандартні порти.
46. Протоколи WLAN.
47. Протоколи Bluetooth, NFC і RFID.
48. Протоколи Zigbee і Z-Wave.
49. Покоління систем стільникового зв'язку.
50. Мережеві служби.
51. Клієнт-серверна архітектура.

52. DHCP-сервер.
53. DNS сервер.
54. Сервер друку.
55. Файловий сервер.
56. Веб сервер.
57. Поштовий сервер.
58. Проксі сервер.
59. Сервер автентифікації.
60. Syslog сервер.
61. Основні мережеві пристрої.
62. Мережева інтерфейсна карта.
63. Повторювачі, мости та концентратори.
64. Керовані та некеровані комутатори.
65. Бездротові точки доступу.
66. Маршрутизатори.
67. Міжмережеві екрани.
68. Системи виявлення вторгнень IDS.
69. Системи запобігання вторгненням IPS.
70. Пристрої UTM.
71. MAC адреси.
72. IP адреси.
73. Мережеві протоколи. SSL. TSL. SOCS.
74. Безпека мережевих пристроїв

## **9. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

Освітній процес з дисципліни повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою, яка розміщена в модульному середовищі MOODLE.

## **10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

### **Основна**

1. Матвієнко М.П. Архітектура комп'ютерів: Навчальний посібник / Матвієнко М.П., Розен В.П., Закладний О.М. – К.: Ліра-К, 2019. – 264 с
2. Jim Ledin. Modern Computer Architecture and Organization / Packt Publishing, 2022. – 560 с.
3. Scott Russell. Computer Networking / Stefano Cardinale, 2021 – 360.
4. Задерейко О. В. Комп'ютерні мережі [Електронний ресурс] : навчальний посібник / О. В. Задерейко, Н. І. Логінова, А. А. Толокнов. – Одеса, 2022. – 249 с. – Режим доступу: <https://hdl.handle.net/11300/19423>.
5. CCNAv7: Introduction to Networks [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://lms.netacad.com/course/view.php?id=2144705>

### **Допоміжна**

6. Peterson, L. L., Davie, B. S. (2021). Computer Networks: A Systems Approach. Elsevier Science. – 848 p.
7. Stack, E. (2020). Computer Networking the Complete Guide: A Complete Guide to Manage Computer Networks and to Learn Wireless Technology, Cisco CCNA, IP Subnetting and Network Security. (n.p.): Matteo Galbiati. – 140 p.
8. Scott, R. (2020). Computer Networking Beginners Guide: An Easy Approach to Learning Wireless Technology, Social Engineering, Security and Hacking Network, Communications Systems (Including CISCO, CCNA and CCENT). (n.p.): Stefano Cardinale. – 182 p.
9. Panek, C. (2019). Networking Fundamentals. Wiley. – 336p.
10. Forouzan, B. A. (2021). Data Communications and Networking with TCP/IP Protocol

- Suite. McGraw-Hill. – 866p.
11. Kurose, J. F., Ross, K. W. (2021). Computer Networking: A Top-down Approach. Pearson. – 800p
  12. Byrne, P. (2020). Computer Networking: Principles and Practice. Willford Press. – 221p
  13. Aggarwal, P. (2018). Introduction to Computer Networking: The Fundamentals Guide for Beginners. (n.p.): Amazon Digital Services LLC - KDP Print US. – 492p
  14. Robertazzi, T. G. (2017). Introduction to Computer Networking. Springer International Publishing. – 154p
  15. Karamagi, R. (2021). Computer Networks. (n.p.): Independently Published. – 418p

## **11. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ**

1. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnmu.edu.ua/>
2. Електронна бібліотека університету. URL: <http://lib.khmnmu.edu.ua/>



## COMPUTER NETWORK ORGANISATION

<b>Type of discipline</b>	Mandatory
<b>Level of higher education</b>	First (undergraduate)
<b>Language of teaching</b>	Ukrainian, English
<b>Semester</b>	fourth
<b>The volume of ECTS loans</b>	8
<b>Form of education</b>	daytime

**Learning outcomes.** According to the Standard of higher education and the educational program, the discipline must provide:

**competences:** Ability to analyze, choose and apply methods and tools to ensure information security (including cyber security). Ability to carry out the system integration process, apply change management standards and procedures to maintain the integrity, overall functionality and reliability of the software.

**Program learning outcomes:** To analyse, purposefully search for, and select the necessary information, reference resources, and knowledge for solving professional tasks, considering modern scientific and technical achievements. To know and be able to apply information technologies for data processing, storage, and transmission. To understand, analyse, select, and competently use tools to ensure information security (including cybersecurity) and data integrity relative to applied tasks and created software systems.

**Content of the academic discipline.** Introduction to networks. Seven-level OSI model. Network protocols. Channel level protocols. Network layer protocols. Transport layer protocols. Session level protocols. Representation and application level protocols. Switches. Routers. Wireless equipment. Network monitoring tools. Computer architecture. Computer systems. Network operating systems.

**Planned educational activity :** lectures - 36 hours, laboratory classes - 54 hours, independent work - 150 hours; together - 240 hours

**Forms (methods) of education :** verbal and visual (lectures); practical and partially research (laboratory works); explanatory and illustrative and research (independent work).

**Forms of evaluation of learning results :** defense of laboratory work, written control work, final control measure.

**Form of semester control:** exam.

### **Educational resources:**

1. Матвієнко М.П. Архітектура комп'ютерів: Навчальний посібник / Матвієнко М.П., Розен В.П., Закладний О.М. – К.: Ліра-К, 2019. – 264 с
2. Jim Ledin. Modern Computer Architecture and Organization / Packt Publishing, 2022. – 560 с.
3. Scott Russell. Computer Networking / Stefano Cardinale, 2021 – 360.
4. Задерейко О. В. Комп'ютерні мережі : навчальний посібник / О. В. Задерейко, Н. І. Логінова, А. А. Толокнов. – Одеса, 2022. – 249 с. – <https://hdl.handle.net/11300/19423>.
5. CCNAv7: Introduction to Networks <https://lms.netacad.com/course/view.php?id=2144705>
6. MOODLE Learning Platform. Access to the resource <https://msn.khmnu.edu.ua>.
7. University Electronic Library. Access to the resource: <http://library.khmnu.edu.ua>.

**Lecturer :** Ph.D., associate professor Klyots Yu.P.

### 3. EXPLANATORY NOTE

The discipline "Organization of computer networks" is a component of the professional training of bachelors in the specialty "Software engineering".

**The purpose of teaching** the educational discipline is the formation of future specialists' skills and competencies for the effective use of computer architecture, features of computer systems and their operating systems, computer networks for software development.

**The subject of the discipline** is basics of building and maintaining computer networks, setting up network equipment, architecture of computers and computer systems, network operating systems.

**The task of the discipline** is to ensure the acquisition of competencies and the achievement of program learning outcomes in accordance with the educational and professional training program for bachelors in the "Software Engineering" specialty.

According to the Standard of higher education and the educational program, the discipline must ensure:

#### ***Integral competence***

The ability to solve complex specialized tasks or practical problems of software engineering, characterized by complexity and uncertainty of conditions, with the application of theories and methods of information technologies .

#### ***competences :***

FC6. Ability to analyze, choose and apply methods and tools to ensure information security (including cyber security).

FC12. Ability to carry out the system integration process, apply change management standards and procedures to maintain the integrity, overall functionality and reliability of the software.

#### ***learning outcomes:***

PLO1 To analyse, purposefully search for, and select the necessary information, reference resources, and knowledge for solving professional tasks, considering modern scientific and technical achievements.

PLO18 To know and be able to apply information technologies for data processing, storage, and transmission.

PLO21 To understand, analyse, select, and competently use tools to ensure information security (including cybersecurity) and data integrity relative to applied tasks and created software systems.

A student who has successfully completed the study of the discipline must: *apply* methods of network design and configuration of network equipment, network operating systems; *analyze* , *select* and *apply* the architecture of computers, computer systems, and network architecture when designing and developing software; *use* operating systems, network technologies, computer systems in the development and operation of software.

***Discipline policy*** The organization of the educational process in the discipline meets the requirements of the provisions on organizational and educational and methodological support of the educational process, the educational program and the curriculum. The student is obliged to attend lectures, practical classes, laboratory works, etc., according to the schedule, not to be late for classes, to complete all tasks and checkpoints according to the schedule. Missed practical classes and laboratory work, the student is obliged to study independently in full and report to the teacher no later than a week before the next certification. For practical classes and laboratory work, the student should prepare for the relevant topic and be active. Knowledge acquired by a person in a discipline or its separate sections in non-formal education is credited in accordance with the Regulation on the procedure for re-enrollment of study results and determination of academic difference in KhNU.



## 7. COURSE CREDIT STRUCTURE

Topic name	The number of hours allocated to:		
	lectures	laboratory work	independent work
Topic 1. Computer architecture	4	6	18
Topic 2. Computer systems	4	6	18
Topic 3. Computer networks	24	30	96
Topic 4. Network OS	4	12	18
<b>Together:</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>150</b>

## 8. EDUCATIONAL DISCIPLINE PROGRAM

### 5.1 Content of the lecture course

Lecture number	List of lecture topics, their abstract	hours
<b>Topic 1. Computer architecture</b>		
<b>1</b>	<b>The concept of computer architecture.</b> Organization of connections between functional computer nodes. Features of computer architecture. Register cache - memory. Main memory. Random access memory device (RAM). Lit.: [3] P. 65-160; [6] P. 57-76	2
<b>2</b>	<b>Program and data protection tools</b> High-performance, parallel, distributed, mobile and web-based computers, cloud, green, secure, autonomous, adaptive and intelligent software and technical means. Lit.: [1], c . 13-21, 55-71; [ 2 ] 53-89, 106-115	2
<b>Topic 2. Computer systems</b>		
<b>3</b>	<b>Basic concepts of computer systems.</b> Computer systems and parallel information processing. Architecture of computer systems. Classification of CS.	2
<b>4</b>	<b>Topologies of computer systems.</b> Methods of describing the characteristics of network connections Static and dynamic topologies.	2
<b>Topic 3. Computer networks</b>		
<b>5</b>	<b>Introduction to networks.</b> History of origin. Basics of topology Network equipment. summer [1 p.33-109; 2 p.21-51; 3 p.1-41; 4 p.25-29]	2
<b>6</b>	<b>Network models.</b> Prerequisites for building models. Seven-level OSI model. TCP/IP model. summer [1 p. 163-218; 2 pp. 125-171; 3 pp. 127-157]	2
<b>7</b>	<b>Network protocols.</b> Physical level protocols. Channel level protocols. Network layer protocols. Transport layer protocols. Session level protocols. Representation and application level protocols. summer [1 p. 279-302; 2 pp. 339-361; 3 pp. 625-649]	2
<b>8</b>	<b>IP and MAC addresses.</b> Appointment. Types of IP addresses. Network address. Host address. Mask. Peculiarities of using IP and MAC addresses. <b>summer [1 p. 249-279; 2 pp. 172-187; 3 pp. 192-203]</b>	2
<b>9</b>	<b>IP address. Division of the IR network into subnets</b> The network and node parts of IPv4 addresses. Unicast, broadcast and multicast transmission. Public and private IPv4 addresses. Obsolete class addressing, its limitations. Classless addressing. IP address assignment. The need for IPv6. Introducing IPv6. Splitting the network into subnets. Lit.: [3,6]	
<b>10</b>	<b>Address Resolution Protocol (ARP ).</b> ARP functions. Principles of ARP operation. The role of ARP in the process of remote data exchange. Deleting ARP entries. ARP tables on network devices. ARP problems. <b>summer [1 p. 1275-1301; 2 pp. 759-800]</b>	2
<b>11</b>	<b>NAT protocol.</b> General principles of NAT. Basic definitions. Static translation (static NAT). Dynamic translation (dynamic NAT). Port Address Translation (PAT). <b>summer [1 p. 99-102; 2 pp. 111-125; 3 pp. 107-125]</b>	2
<b>12</b>	<b>Switches.</b> Types and purpose of switches. L2 switches. L3 switches. <b>summer [1 p. 99-102; 2 pp. 111-125; 3 pp. 107-125]</b>	2

<b>13</b>	<b>Routers.</b> Principles of routing. Routing tables in IP networks. Assignment of routing table fields. Sources and types of entries in the routing table. <b>summer [1 p. 379-388; 2 pp. 84-91; 3 pp. 76-86]</b>	2
<b>14</b>	<b>Design of virtual local networks</b> Purpose and advantages of virtual local networks. Tagging of Ethernet frames for VLAN identification. VLAN ranges on switches. Creating a virtual local network. DTP protocol. VLAN issues. Lit.: [3]	2
<b>15</b>	<b>Access control lists</b> Defining and assigning access control lists. Communication session and data exchange according to the TSR protocol. Standard and extended ACL-lists. Applying a template mask. Recommendations for using ACL lists. Configuring standard ACLs. Using an ACL to control access to a VTY. Creating advanced ACLs. Lit.: [3,6]	2
<b>16</b>	<b>OSPF routing</b> Development and characteristics of the OSPF protocol. OSPF components and principle of operation. OSPF for single and multiple areas. OSPF encapsulation and packet types. Establishing adjacency relationships with neighboring devices. Synchronization of OSPF databases. Lit.: [6]	2
<b>Topic 4. Network OS</b>		
<b>17</b>	<b>Concept of operating system.</b> 1. Purpose and functions. 2. Classification of modern operating systems. 3. Architectural features of the structure of modern operating systems. 4. Windows, Unix and Linux operating systems - architecture and comparative analysis. Lit.: [1] c.59-78 [5] c.8-35,123-144 [7] c.5-12, 21-26, [9] c.7-17 [10] c.13-28	2
<b>18</b>	<b>File systems of operating systems</b> 1. FAT, NTFS file systems 2. Architecture of the EFS file system 3. File systems exFAT, Ext4, BtrFS, ReiserFS, XFS, JFS Lit.: [1] p.474-506 [5] c.105-121 [7] c.29-33 [9] c.186-219 [10] c.35-59	2
<b>Total per semester:</b>		<b>36</b>

### 5.2 Content of laboratory work

<b>No n/p</b>	<b>Topics of laboratory works</b>	<b>Number of hours</b>
<b>1</b>	Study of the structure of a personal computer and server	4
<b>2</b>	Installation and configuration of VM and OS.	4
<b>3</b>	Computer network equipment	4
<b>4</b>	Basic router configuration	4
<b>5</b>	Access point and Wi-Fi router settings	4
<b>6</b>	Configuring traffic filtering rules	4
<b>7</b>	Traffic routing	4
<b>8</b>	Settings of data backup systems.	4
<b>9</b>	Final lesson. Control work	2
<b>Total per semester:</b>		<b>34</b>

\* By the numerator / by the denominator (calculation is carried out in accordance with the class schedule)

### 5.3 Content of independent (including individual) work

The volume of independent work on the discipline is 150 hours. It includes processing of lecture material and literature sources, preparation for control work, preparation for performance and protection of laboratory work. Management of independent work is carried out by the teacher according to the schedule of consultations outside of class time.

No week	Topics of independent work	Number of hours
1	Elaboration of the theoretical material of lecture #1.	5
2	Preparation for laboratory work No. 1	5
3	Elaboration of the theoretical material of lecture #2.	5
4	Preparation for the defense of laboratory work #1. Preparation for laboratory work No. 2.	5
5	Elaboration of the theoretical material of lecture #3.	5
6	Preparation for the defense of laboratory work #2. Preparation for laboratory work No. 3.	5
7	Elaboration of the theoretical material of lecture #4.	5
8	Preparation for the defense of laboratory work #3. Preparation for laboratory work No. 4.	5
9	Elaboration of the theoretical material of lecture No. 5.	5
10	Preparation for the defense of laboratory work #4. Preparation for laboratory work No. 5.	5
11	Elaboration of the theoretical material of lecture #6.	5
12	Preparation for the defense of laboratory work No. 5. Preparation for laboratory work No. 6.	5
13	Elaboration of the theoretical material of lecture #7.	5
14	Preparation for the defense of laboratory work #6. Preparation for laboratory work No. 7.	5
15	Elaboration of the theoretical material of lecture #8.	4
16	Preparation for the defense of laboratory work #7. Preparation for laboratory work No. 8.	4
17	Elaboration of the theoretical material of lecture #9. Preparation for the defense of laboratory work #8. Preparation for the test based on the material covered.	4
<b>Total per semester:</b>		82

\* When planning lectures by the numerator/by the denominator (calculation is carried out in accordance with the class schedule)

## 6. TEACHING METHODS

The process of teaching in the discipline is based on the use of traditional and modern methods. In particular, lectures are conducted using verbal and visual methods accompanied by presentation materials, laboratory work is conducted using practical and partially research methods, modern information and computer technologies and have the goal of students acquiring practical skills to ensure the protection of programs and data; protection of software against unauthorized copying by software and software-hardware methods.

## 7. FORMS AND METHODS OF EVALUATING LEARNING OUTCOMES

The teaching methods used in the teaching of the discipline contribute to the development of soft skills in students: discussion of problematic issues during lectures, public defenses of laboratory works with the justification of decisions made regarding the choice of methods for solving tasks in dialogue with the teacher and the group contribute to the formation and improvement of public speaking skills, empathic listening, advocacy of one's own point of view, introspection and self-criticism; adaptability, the ability to use Internet resources and other sources of information, synthesize and critically interpret information from various sources provided by the specifics of the discipline; limited time for performing laboratory work and control tasks, clearly defined and provided in the syllabus deadlines for passing control points and working off debts contribute to the development of punctuality, the ability to self-organize and manage time (time management).

When studying a discipline, learning results obtained in non-formal education can be credited. The recognition of learning results obtained in non-formal education is implemented in accordance with the current legislation and is regulated by the Regulation on the procedure for recognition and re-enrollment of learning results of students of higher education at KhNU.

Current control is carried out during laboratory classes.

At the same time, the following methods of current control are used:

- protection of laboratory works.

Semester control is conducted in the form of an exam. When deriving the final semester grade, the results of both the current control and the final control event are taken into account.

Assessment of the student's academic achievements is carried out in accordance with the "Regulations on control and evaluation of the results of studies of students of higher education at KhNU". Each type of work in the discipline is evaluated on an institutional four-point scale. The semester final grade is defined as a weighted average of all types of academic work completed and passed positively, taking into account the weighting factor. The weighting factors change depending on the structure of the discipline and the importance of certain types of its work.

### **The structuring of the discipline by types of work and the assessment of student learning outcomes by weighting factors**

	<b>Auditory work</b>	<b>Semester control</b>
Type of occupation	Laboratory works (1-8 works)	Exam
Weight factor	0.6	0.4

**Evaluation of laboratory works**. The grade given for laboratory work consists of the following elements: knowledge of theoretical material on the topic; the quality of the report design; the student's fluency in special terminology and the ability to professionally justify the adopted constructive decisions; timely protection of laboratory work.

The deadline for the defense of the laboratory work report is considered timely if the student defended it on the day of completion or at the next class after the completion of the work. The student must complete the missed class in the department's laboratories by the deadline set by the teacher, with registration in the department's journal, but no later than two weeks before the end of theoretical

classes in the semester.

The teacher announces the grade for the laboratory work immediately after the defense of the report and puts it in the electronic journal of the discipline.

**Semester control (exam).** The final control measure in the discipline is conducted in the form of an exam. The examination ticket consists of two theoretical questions and a problem. During the exam, based on the provided answers and solutions (solutions), the student's level of assimilation of the subject material is evaluated.

The grade for the final control measure is entered by the teacher in the electronic journal of the discipline on the day of the exam and is taken into account in the automated mode when determining the final semester grade of the student in the discipline according to the institutional scale and the ECTS scale.

If a student received a negative grade for a certain type of work, then he must resubmit it in the established order, but necessarily before the next inspection deadline.

A student who has not fully or partially completed the individual plan of the current work in the discipline within the prescribed time limits will not be allowed to take the final test.

A student who scored a positive weighted average score for the current work and did not pass the final control measure (exam) is considered to have failed.

The final semester grade according to the institutional scale and the ECTS scale is set in an automated mode after the teacher enters all the grades into the electronic journal.

**Correlation of the domestic evaluation scale and the ECTS evaluation scale**

<b>Evaluation of ECTS</b>	<b>Institutional interval scale of points</b>	<b>Institutional assessment, assessment criteria</b>	
A	4.75–5.00	5	<i>Excellent</i> - deep and complete mastery of the basic material and identification of relevant skills and abilities
B	4.25–4.74	4	<i>Good</i> - complete knowledge of the educational material with a few minor errors
C	3.75–4.24	4	<i>Good</i> - a generally correct answer with two or three significant errors
D	3.25–3.74	3	<i>Satisfactory</i> - incomplete mastery of the software material, but sufficient for practical activity in the profession
E	3.00–3.24	3	<i>Satisfactory</i> - incomplete mastery of the program material that meets the minimum assessment criteria
FX	2.00–2.99	2	<i>Unsatisfactory</i> – the unsystematic nature of the acquired knowledge and the impossibility of continuing education without additional knowledge of the discipline
F	0.00–1.99	2	<i>Unsatisfactory</i> - serious further work and re-study of the discipline is necessary

## 8. QUESTIONS FOR SELF-CONTROL

1. Period and generation of development of computer technology (CT)
2. Mathematical primary sources of computer technology.
3. Classification of computer architectures Von Neumann architecture.
4. Productivity of computing systems and its achievements.
5. Digital logic and its representation in computer architecture.
6. Basic computer units, their purpose and functional characteristics.
7. Organization of personal computer memory.
8. PC design elements.
9. Functional organization of PC devices.
10. Functional organization of software.
11. Presentation of data in a PC.
12. Classification of computers.
13. Computer memory architecture.
14. Organization of the functioning of processors.
15. Multiprocessor architectures.
16. Modern architecture.
17. Purpose, characteristics and organization of the system of program interruptions.
18. The architecture of the main units of the PC processor.
19. Pipeline and superscalar processor architecture.
20. The main characteristics of microprocessors (MP) of the CISC type.
21. The main modes of operation of modern MPs.
22. System of virtual machines.
23. Microprocessors Pentium, Pentium pro,-3,-4.
24. NT technology.
25. The main types of motherboards and their characteristics.
26. The main functions of the system microcircuit (chipset).
27. Computer interface systems.
28. Types of modern PCs.
29. Microprocessor memory (MPP) and its main characteristics.
30. Register cache memory and its main characteristics.
31. Main memory (RAM) and its main characteristics.
32. External memory (SD) and its main characteristics.
33. The main types of RAM.
34. Logical structure of main memory.
35. Classification of external storage devices.
36. Files, their types and organization.
37. The concept of computer networks.
38. Types of networks.
39. Hardware and software components of computer networks.
40. Network topologies.
41. The OSI model.
42. TCP model.
43. Network protocols.
44. Protocols of wired and wireless networks.
45. Standard ports.
46. WLAN protocols.
47. Bluetooth, NFC and RFID protocols.
48. Zigbee and Z-Wave protocols.
49. Generation of cellular communication systems.
50. Network services.
51. Client-server architecture.



52. DHCP server.
53. DNS server.
54. Print server.
55. File server.
56. Web server.
57. Mail server.
58. Proxy server.
59. Authentication server.
60. Syslog server.
61. Basic network devices.
62. Network interface card.
63. Repeaters, bridges and hubs.
64. Managed and unmanaged switches.
65. Wireless access points.
66. Routers.
67. Internet screens.
68. IDS intrusion detection systems.
69. IPS intrusion prevention systems.
70. UTM devices.
71. MAC addresses.
72. IP addresses.
73. Network protocols. SSL. TSL. SOCS.
74. Security of network devices

## **9. METHODOLOGICAL SECURITY**

The educational process of the discipline is fully and in sufficient quantity provided with the necessary educational and methodical literature, which is placed in the MOODLE modular environment.

## **10. RECOMMENDED BOOKS**

### **Main**

1. Матвієнко М.П. Архітектура комп'ютерів: Навчальний посібник / Матвієнко М.П., Розен В.П., Закладний О.М. – К.: Ліра-К, 2019. – 264 с
2. Jim Ledin. Modern Computer Architecture and Organization / Packt Publishing, 2022. – 560 с.
3. Scott Russell. Computer Networking / Stefano Cardinale, 2021 – 360.
4. Задерейко О. В. Комп'ютерні мережі [Електронний ресурс] : навчальний посібник / О. В. Задерейко, Н. І. Логінова, А. А. Толокнов. – Одеса, 2022. – 249 с. – Режим доступу: <https://hdl.handle.net/11300/19423>.
5. CCNAv7: Introduction to Networks [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://lms.netacad.com/course/view.php?id=2144705>

### **Auxiliary**

6. Peterson, L. L., Davie, B. S. (2021). Computer Networks: A Systems Approach. Elsevier Science. – 848 p.
7. Stack, E. (2020). Computer Networking the Complete Guide: A Complete Guide to Manage Computer Networks and to Learn Wireless Technology, Cisco CCNA, IP Subnetting and Network Security. (n.p.): Matteo Galbiati. – 140 p.
8. Scott, R. (2020). Computer Networking Beginners Guide: An Easy Approach to Learning Wireless Technology, Social Engineering, Security and Hacking Network, Communications Systems (Including CISCO, CCNA and CCENT). (n.p.): Stefano Cardinale. – 182 p.
9. Panek, C. (2019). Networking Fundamentals. Wiley. – 336p.

10. Forouzan, B. A. (2021). Data Communications and Networking with TCP/IP Protocol Suite. McGraw-Hill. – 866p.
11. Kurose, J. F., Ross, K. W. (2021). Computer Networking: A Top-down Approach. Pearson. – 800p
12. Byrne, P. (2020). Computer Networking: Principles and Practice. Willford Press. – 221p
13. Aggarwal, P. (2018). Introduction to Computer Networking: The Fundamentals Guide for Beginners. (n.p.): Amazon Digital Services LLC - KDP Print US. – 492p
14. Robertazzi, T. G. (2017). Introduction to Computer Networking. Springer International Publishing. – 154p
15. Karamagi, R. (2021). Computer Networks. (n.p.): Independently Published. – 418p

## **11. INFORMATION RESOURCES**

1. MOODLE Learning Platform. Access to the resource <https://msn.khmnu.edu.ua>.
2. University Electronic Library. Access to the resource: <http://library.khmnu.edu.ua>.
3. University Repository. Access to the resource <https://elar.khmnu.edu.ua/home>.