

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ
Кафедра «Автоматизація виробничих процесів»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Ректор ДДМА
В.Д. Ковальов
“ 04 ” _____ 2020 року
02070789

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

„ОСНОВИ КОМП’ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ”
(назва дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»

Спеціальність 123 «Комп’ютерна інженерія»

Освітній рівень – перший (бакалаврський)

ОПП «Комп’ютерні системи та мережі»

Факультет «Машинобудування»
(назва інституту, факультету, відділення)

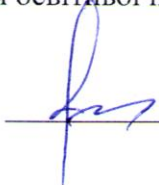
КРАМАТОРСЬК, 2020

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії» для студентів галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія».

Розробники: **Періг О.В.**, к.т.н., доц.


Погоджено з групою забезпечення освітньої програми (для обов'язкових дисциплін).

Керівник групи забезпечення:


О.В. Суботін, к.т.н., доцент


Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри «Автоматизація виробничих процесів», протокол № 10 від 22.06.2020 року.

Завідувач кафедри АВП:


Г.П. Клименко, д.т.н., професор

Розглянуто і затверджено на засіданні Вченої ради факультету машинобудування, протокол № 01 від 31.08.2020 року.

Голова Вченої ради факультету:


В.Д. Кассов, д.т.н., професор

1. Опис навчальної дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії»

Показники		Галузь знань, спеціальність, ОПП (ОНП), професійне (наукове) спрямування, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
			денна	денна (прискорена)
Кількість кредитів		Галузь знань: 12 «Інформаційні технології». Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія». ОПП «Комп'ютерні системи та мережі»	Обов'язкова дисципліна	
4	2,5			
Загальна кількість годин				
120	75			
Модулів – 2		РГР 4 [Застосування Wolfram Language до побудови графів мереж у Wolfram Cloud Basic]; РГР 5 [Побудова мереж у GeoGebra Classic]; РГР 6 [Побудова графів мереж у SageMath]; РГР 7 [Побудова мереж у SciLab і GNU Octave];	Рік підготовки	
Змістових модулів – 2			1	1
Індивідуальні розрахунково-графічні завдання: РГР 1 [Аналіз протоколів мереж у Wireshark]; РГР 2 [Побудова графів мереж у NetLogo]; РГР 3 [Побудова графів мереж у NetworkX];			Семестр	
			1	2
Тижнева кількість аудиторних годин			Лекції	
			3	2
			Практичні	
			15	18
Тижнева кількість лекційних аудит. годин			Лабораторні	
			0	0
Тижнева кількість практичних аудит. годин		Самостійна робота		
		75	39	
Тижнева кількість годин для самостійної роботи		Вид контролю		
		залік	залік	
5	2	Рівень вищої освіти: <u>перший (бакалаврський)</u>		

2. Загальні відомості, мета і завдання навчальної дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії»

Освітня компонента «Основи комп'ютерної інженерії» для ОПІ «Комп'ютерні системи та мережі» – це навчальна дисципліна, зосереджена на попередньому ознайомленні студентів-першокурсників 123ї спеціальності із основними концепціями, підходами, моделями та прикладними інженерними рішеннями в сфері «нетворкінгу» з акцентом на питаннях **комп'ютерної інженерії телекомунікаційних мереж передачі даних** та на особливостях **прикладного** рівня (*Application Layer*) **комп'ютерно-мережевого інжинірингу** в рамках застосування комп'ютерно-обчислювальних можливостей такого вільного та відкритого сучасного програмного забезпечення як **Wireshark; Python & NetworkX; NetLogo & NetLogo Web; Wolfram Language** через **Wolfram Cloud Basic & Wolfram|Alpha; SageMath; SciLab; GNU Octave; OpenModelica; JModelica.org; GeoGebra Classic; NodeXL Basic; Apache Spark & Neo4j; LibreOffice Calc; C++; Maxima; GNU R; Giac/Xcas; MATLAB; CEngine; .NET-фреймворк** до побудови, візуалізації, моделювання та комп'ютерного аналізу **графів інформаційних мереж**.

Мета дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії» – формування когнітивних, афективних та моторних компетенцій, а також “твердих” та “м'яких” навичок майбутнього інженера 123ї спеціальності в сфері **комп'ютерної інженерії високошвидкісних інформаційних потоків у сучасних телекомунікаційних мережах передачі даних** та на актуальних особливостях **прикладного** рівня (*Application Layer*) **комп'ютерно-мережевого інжинірингу**, попередньо обізнаного із основними концепціями, підходами, моделями, акаузальними та каузальними синтаксичними особливостями, популярними мережевими алгоритмами та обчислювальними можливостями вищезазначеного актуального безкоштовного, відкритого, вільного та безкоштовно-доступного програмного забезпечення до моделювання **графів інформаційних мереж**.

Завдання дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії»:

– попереднє ознайомлення студентів-першокурсників 123ї спеціальності із актуальними міжнародними тенденціями та комп'ютерно-мережевими трендами до поступового переосмислення усталених існуючих патернів класичної системно-мережної діяльності фахівця з комп'ютерної інженерії з огляду на швидкий розвиток та безкоштовну доступність потужних обчислювальних можливостей широкого спектру хмарних обчислювальних середовищ (**NetLogo Web; Wolfram Language** через **Wolfram Cloud Basic; SageMath**) та актуальних **Modelica**-подібних мов акаузального кіберфізичного моделювання нелінійних мережових процесів у **графах складних мережно-серверних систем**;

– розширення професійних уявлень майбутнього фахівця з комп'ютерної інженерії щодо ефективних шляхів системно-мережевого застосування обчислювальних можливостей сучасного безкоштовного програмного

- забезпечення до кіберфізичного та мультиагентного моделювання нелінійних мережеских процесів у **графах складних мережно-серверних систем**;
- попереднє ознайомлення першокурсників 123ї спеціальності із класичними та сучасними мультидисциплінарними питаннями **комп'ютерної Інтернет-інженерії телекомунікаційних мереж передачі даних**, а також з особливостями **прикладного** рівня (*Application Layer*) **комп'ютерно-мережевого інжинірингу** для ефективного аналізу та прогнозування режимів функціонування наявного і мінімально-модернізованого мережного обладнання;
 - розширення професійних уявлень майбутнього фахівця із комп'ютерних систем та мереж щодо соціально-регламентованих геометричних та динамічних особливостей нелінійних інформаційно-потоків процесів у **складних графах** багатосерверних техносціальних інформаційно-мережеских систем;
 - докладне дидактичне висвітлення бакалаврам-молодшокурсникам 123ї спеціальності широкого спектру прикладних інформаційно-мережеских задач на **графах** для соціально-технічних процесів та систем, безпосередньо пов'язаних з нелінійною інформаційно-мережною динамікою системно-адміністративних та комп'ютерно-інженерних комунікацій у професійній технічній спільноті для всіх мультидисциплінарних областей адміністративно-менеджерської діяльності на усіх рівнях системно-мережевого інжинірингу та адміністрування;
 - попереднє ознайомлення студентів із комп'ютерно-обчислювальними можливостями інженерно-феноменологічного опису нелінійних соціально-технічних задач мережескої динаміки із практичної діяльності комп'ютерного інженера в рамках широкого застосування найбільш поширених розрахунково-обчислювальних методів **теорії графів складних мережно-серверних систем**;
 - попереднє ознайомлення студентів із міжнародними комп'ютерно-мережескими парадигмами, Інтернет-інжиніринговими концепціями, мережно-динамічними критеріями та комп'ютерно-інженерними підходами до комплексної багаторівневої оцінки якості інформаційно-комунікаційних сервісів та послуг для різних категорій користувачів високошвидкісних Інтернет-каналів та з вітчизняною реалізацією сучасних багатокритеріальних стратегій дотримання якості в роботі фахівця з комп'ютерних систем та мереж;
 - попереднє ознайомлення майбутніх фахівців з комп'ютерного інжинірингу мережеских процесів та систем із актуальними соціально-етичними проблемами ефективного дотримання міжнародних етичних принципів для успішного забезпечення стандартів сталості, добробуту, робочого комфорту та доброчесності в повсякденній практичній діяльності як інженера з комп'ютерних систем та мереж, так і системно-мережного адміністратора на виробництві;
 - попереднє ознайомлення студентів-комп'ютерників 123ї спеціальності із людино-центричними та соціально-«м'якими» підходами сучасного комп'ютерного системно-мережного моделювання до постійного розвитку

емпатії, комунікабельності, людяності та soft skills у професійній спільноті IT-фахівців шляхом соціально-наукової транспозиції нелінійних **графових** моделей феноменологічної мережевої динаміки;

– попереднє ознайомлення студентів зі шляхами становлення та розвитку «твердих» професійних (*hard skills*) та «м'яких» соціально-комунікаційних (*soft skills*) навичок майбутнього фахівця з комп'ютерних систем та мереж;

– сприяння попередньому формуванню у бакалаврів-молодшокурсників 123ї спеціальності стійкої та впевненої здатності до алгоритмічно-послідовного, акаузально-логічного, інженерно-технічного та системно-мережного творчого комп'ютерно-інженерного мислення; студентоцентричне сприяння ефективному успішному становленню належного рівня соціально-менеджерської, інформаційно-професійної та інформаційно-обчислювальної комп'ютерно-мережної культури, а також забезпечення подальшого розширення професійного соціально-технічного кругозору майбутнього інженера-практика в прикладній комп'ютерно-обчислювальній науково-технічній галузі системно-мережної комп'ютерної інженерії інформаційно-мережових потоків даних у високошвидкісних каналах сучасних інформаційно-комунікаційних мереж.

Передумови для ефективного вивчення дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії»: попереднє вивчення студентами 123ї спеціальності дисциплін «Фізика», «Електричні вимірювання та прилади», «Електроніка та комп'ютерна схемотехніка», «Компоненти сучасних комп'ютерних систем», «Вища математика», «Системи комп'ютерної алгебри», «Теорія інформації та кодування», «Теорія алгоритмів та автоматів», «Комп'ютерні технології та програмування», «Web-програмування», «Соціологія», «Філософія», «Етика та естетика», «Політологія» та «Інформаційні війни».

Мова викладання: українська.

Обсяг навчальної дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії» та його розподіл за видами навчальних занять:

– загальний обсяг для **денної форми навчання** становить 120 годин / 4,0 кредити, в тому числі: лекції – 30 годин, практичні заняття – 15 годин, лабораторні роботи – не плануються, самостійна робота студентів – 75 годин; курсовий проект – курсова робота не планується;

– загальний обсяг для **денної прискореної форми навчання** становить 75 годин / 2,5 кредити, в тому числі: лекції – 18 годин, практичні заняття – 18 годин, лабораторні роботи – не плануються, самостійна робота студентів – 39 годин; курсовий проект – курсова робота не планується.

3. Програмні результати навчання з дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії»

Освітня компонента «Основи комп'ютерної інженерії» (ОК7) повинна сформулювати наступні програмні результати навчання, що передбачені освітньо-професійною програмою підготовки бакалаврів спеціальності «Комп'ютерна інженерія», які навчаються за ОПП «Комп'ютерні системи та мережі»:

ПР1. Знати та розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж.

ПР3. Знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії.

ПР22. Усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань, удосконалення креативного мислення.

ПР23. Якісно виконувати роботу та досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Аналіз, синтез і оптимізація інформаційних мереж» студент повинен продемонструвати достатній рівень сформованості певних результатів навчання через здобуття наступних загальних та фахових **програмних компетентностей**:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК8. Здатність працювати в команді.

ФК1. Здатність застосовувати законодавчу та нормативно-правову базу, а також державні та міжнародні вимоги, практики і стандарти з метою здійснення професійної діяльності в галузі комп'ютерної інженерії.

ФК10. Здатність здійснювати організацію робочих місць, їхнє технічне оснащення, розміщення комп'ютерного устаткування, використання організаційних, технічних, алгоритмічних та інших методів і засобів захисту інформації.

ФК11. Здатність оформляти отримані робочі результати у вигляді презентацій, науково-технічних звітів.

ФК12. Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних та кіберфізичних систем, мереж та їхніх компонентів шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання;

ФК13. Здатність вирішувати проблеми у галузі комп'ютерних та інформаційних технологій, визначати обмеження цих технологій.

ФК19. Здатність опановувати та комплексно застосовувати базові знання в області комп'ютерної інженерії в обсязі, необхідному для розуміння базових принципів організації та функціонування апаратних засобів сучасних систем обробки інформації, основних характеристик, можливостей і областей застосування обчислювальних систем різного призначення.

4. Програма та структура навчальної дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії»

Денна прискорена форма навчання – «Основи комп'ютерної інженерії»

Розподіл обсягу дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії» за видами навчальних занять для денної прискореної форми навчання наведено нижче:

Вид навчальних занять або контролю	Розподіл між учбовими тижнями								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Л – Лекції	1	1	1	1	1	1	1	1	1
П. р. – Практичні роботи	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Л. р. – Лабораторні роб.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сам. робота	2	2	2	2	2	2	2	2	3,5
Контр. роботи	ВК					КР1			
Модулі	Модуль 1					Модуль 2 – ...			
Контроль по модулю	ВК ПР1 РГР1	ПР1 ПР2 РГР1 РГР2	ПР2 РГР2 РГР3	ПР3 РГР2 РГР3	ПР3 ПР4 РГР3 РГР4	КР1 ПР4 РГР4	ПР5 РГР5	ПР5 ПР6 РГР5 РГР6	ПР6 РГР6

Вид навчальних занять або контролю	Розподіл між учбовими тижнями								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Л – Лекції	1	1	1	1	1	1	1	1	1
П. р. – Практичні роботи	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Л. р. – Лабораторні роб.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сам. робота	2	2	2	2	2	2	2	2	3,5
Контр. роботи				КР2					КР3
Модулі	... – Модуль 2								
Контроль по модулю	ПР6 ПР7 РГР6 РГР7	ПР7 ПР8 РГР6 РГР7 РГР8	ПР8 РГР7 РГР8 РГР9	КР2 РГР7 РГР8 РГР9	ПР9 РГР8 РГР9 РГР10	ПР10 РГР10 РГР11	ПР11 РГР10 РГР11	ПР9 ПР10 ПР11 РГР9 РГР10 РГР11	КР3 РГР9 РГР10 РГР11

ВК – вхідний контроль; Л – Лекція; ПР – практична робота;
ЛР – лабораторна робота; КР – контрольна робота;
РГР – розрахунково-графічна робота; М – модуль.

Денна форма навчання – «Основи комп'ютерної інженерії»

Розподіл обсягу дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії» **за видами навчальних занять** для **денної форми навчання** наведено нижче:

Вид навчальних занять або контролю	Розподіл між учбовими тижнями								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Л – Лекції	2	2	2	2	2	2	2	2	2
П. р. – Практичні роботи	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Л. р. – Лабораторні роб.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сам. робота	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Контр. роботи	ВК					КР1			
Модулі	Модуль 1					Модуль 2 – ...			
Контроль по модулю	ВК ПР1 РГР1	ПР1 ПР2 РГР1 РГР2	ПР2 ПР3 РГР1 РГР2 РГР3	ПР3 РГР1 РГР2 РГР3 РГР4	ПР3 ПР4 РГР2 РГР3 РГР4	КР1 ПР3 ПР4 РГР3 РГР4	ПР5 РГР3 РГР4 РГР5	ПР5 ПР6 РГР4 РГР5 РГР6	ПР6 ПР7 РГР5 РГР6 РГР7

Вид навчальних занять або контролю	Розподіл між учбовими тижнями					
	10	11	12	13	14	15
Л – Лекції	2	2	2	2	2	2
П. р. – Практичні роботи	1	1	1	1	1	1
Л. р. – Лабораторні роб.	0	0	0	0	0	0
Сам. робота	5	5	5	5	5	5
Контр. роботи			КР2			КР3
Модулі	... – Модуль 2					
Контроль по модулю	ПР7 ПР8 РГР6 РГР7 РГР8	ПР7 ПР8 РГР6 РГР7 РГР8	КР2 РГР6 РГР7 РГР8 РГР9	ПР8 ПР9 РГР8 РГР9 РГР10	ПР9 ПР10 РГР9 РГР10 РГР11	КР3 ПР11 РГР9 РГР10 РГР11

ВК – вхідний контроль; Л – Лекція; ЛР – лабораторна робота; КР – контрольна робота; РГР – розрахунково-графічна робота; М – модуль.

Розподіл обсягу дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії» **за темами навчальних занять** для **денної форми навчання** наведено нижче, причому цифрами в дужках зазначаються години для **денної прискореної форми навчання**:

Найменування розділів, тем та семестрових атестацій навчальної дисципліни « Основи комп'ютерної інженерії »	Всього	Розподіл за темами та за видами занять					
		Аудиторні заняття				Самост робота	
		Всього	Лекції	Лаб.	Практ.	Всього	У т.ч. ІСЗ
Модуль 1. Основні концепції та положення комп'ютерної інженерії телекомунікаційних мереж передачі даних							
<p>Тема 1. Комунікація між комп'ютерами: джерело, пункт призначення та засоби передачі комп'ютерної інформації; пакет даних; комунікаційний протокол.</p> <p>▪Поняття мережі як прикладу розподіленої системи, яка включає взаємопов'язані та автономні комп'ютери.</p> <p>▪Поняття Інтернету: внутрішня будова Інтернету; опис служб; поняття комунікаційного та мережного протоколу {Аналогія з людиною; Мережні протоколи}.</p> <p>▪Типи мереж та мережне обладнання: персональні мережі (<i>PANs</i>); локальні мережі (<i>LANs</i>); муніципальні мережі (<i>MANs</i>); глобальні мережі (<i>WANs</i>); об'єднання мереж у Інтермережі (<i>Internetworks</i>).</p> <p>▪Застосування мереж: мережі в організаціях; домашнє використання мереж приватними особами; використання бездротових мереж; соціальні аспекти.</p> <p>▪Історія комп'ютерних мереж та Інтернету: [розвиток комутації пакетів: 1961–1972]; [розвиток приватних мереж та Інтернету: 1972–1980]; [поширення мереж: 1980–1990]; [вибуховий розвиток Інтернету: 1990-ті]; [Нове тисячоліття].</p> <p>▪Практичне застосування спеціалізованих інформаційно-вимірювальних можливостей вільного аналізатора протоколів Wireshark https://www.wireshark.org/ до найпростіших комп'ютерноінженерних задач глибокого аналізу мереж</p>	Для денної форми навчання						
	9	3	2	0	1	6	6
	Для денної прискореної форми навчання						
(6)	(3)	(1,5)	(0)	(1,5)	(3)	(3)	

<p>Тема 2. Периферія {"границя"} мережі: Мережі доступу {[Домашній доступ: технології <i>DSL</i>; кабельний; технології <i>FTTH</i> {волокну до будинку користувача}; комутована лінія зв'язку; супутниковий зв'язок]; [Доступ на виробництві і вдома: <i>Ethernet</i> і <i>Wi-Fi (WiFi)</i>]; [Бездротовий (безпроводний) мобільний доступ (<i>WAWA</i>): <i>4G</i>; <i>3G</i> та <i>LTE</i>]}; Фізичні середовища-носії для передавання даних {[вита пара з мідного дроту]; [коаксіальний кабель]; [оптоволоконний кабель]; [наземні радіоканали]; [супутникові радіоканали]}.</p> <p>Основні методи передачі для досягнення мережної зв'язаності: дротові та бездротові засоби передачі даних. Дротові технології та засоби передачі даних: коаксіальний кабель; вита пара та волоконна оптика. Бездротові технології: канал радіо-релейного високочастотного зв'язку у межах прямої видимості; супутники {геостаціонарні супутники; низько-орбітальні супутники (<i>LEOS</i>); середньо-орбітальні супутники (<i>MEOS</i>)}; системи мобільного стільникового зв'язку; бездротові самоорганізовані динамічні мережі <i>ad hoc</i>; бездротові сенсорні мережі датчиків і виконавчих пристроїв.</p> <p>Мультиплексування: з поділом по частоті (<i>FDM</i>; частотний поділ каналів); мультиплексування з поділом за часом (<i>TDM</i>; часове ущільнення); метод переналаштування робочої частоти (<i>Frequency Hopping; FH</i>) {псевдовипадкове перелаштування робочої частоти (<i>Frequency Hopping Spectrum Spreading; FHSS</i>)}; розширення спектру прямої послідовності {широкополосна модуляція з прямим розширенням спектру; <i>Direct Sequence Spread Spectrum; DSSS</i>}.</p> <p>Практичне застосування обчислювальних можливостей мов програмування C++ та NetLogo http://netlogoweb.org/ до побудови, візуалізації, моделювання та аналізу мереж</p>	<p>Для денної форми навчання</p> <table border="1" data-bbox="874 248 1412 297"> <tr> <td>10,5</td> <td>4,5</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>1,5</td> <td>6</td> <td>6</td> </tr> </table> <p>Для денної прискореної форми навчання</p> <table border="1" data-bbox="874 472 1412 521"> <tr> <td>(6)</td> <td>(3)</td> <td>(1,5)</td> <td>(0)</td> <td>(1,5)</td> <td>(3)</td> <td>(3)</td> </tr> </table>	10,5	4,5	3	0	1,5	6	6	(6)	(3)	(1,5)	(0)	(1,5)	(3)	(3)
10,5	4,5	3	0	1,5	6	6									
(6)	(3)	(1,5)	(0)	(1,5)	(3)	(3)									

<p>Тема 3. • Ядро мережі: <input type="checkbox"/> Комутація пакетів (мережа з комутацією пакетів) {[передача даних з проміжним накопиченням {зберіганням}]}; [затримки очікування в черзі і втрата пакетів]; [таблиці маршрутизації і протоколи маршрутизації]}; <input type="checkbox"/> Комутація каналів (мережа з комутацією каналів) {[мультиплексування в мережах з комутацією каналів]; [комутація пакетів або комутація каналів]; [мережа мереж]}.</p>	<p>Для <u>денної форми навчання</u></p>						
<p>• Затримки, втрати та пропускна здатність в мережах з комутацією пакетів: <input type="checkbox"/> Огляд затримок в мережах з комутацією пакетів {[види затримок]; [затримка на обробку даних]; [затримка очікування {при обслуговуванні черги}]; [затримка на передачу сигналів]; [затримка поширення {розповсюдження} (затримка на час поширення сигналу)]; [порівняння затримки передачі та затримки поширення]}; <input type="checkbox"/> Затримка очікування і втрата пакетів {[залежність середньої затримки очікування від інтенсивності трафіку]; [втрата пакетів]}; <input type="checkbox"/> Загальна затримка (наскрізна затримка) {[утиліти Tracert (ОС Windows) та Traceroute (GNU/Linux і Unix)]; [кінцева системна затримка]; [затримка застосунку]; [пропускна здатність в мережах]}.</p>	10,5	4,5	3	0	1,5	6	6
<p>• Атаки {напади} на мережі: <input type="checkbox"/> [зловмисники можуть встановлювати шкідливе програмне забезпечення на вашому хості (комп'ютері) через Інтернет]; <input type="checkbox"/> [зловмисники можуть атакувати сервери та мережну інфраструктуру]; <input type="checkbox"/> [зловмисники можуть перехоплювати пакети даних]; <input type="checkbox"/> [зловмисники можуть маскуватися під когось, кому ти довіряєш].</p> <p>• Розгляд шляхів практичного застосування обчислювальних можливостей Python-мови програмування та https://networkx.org/</p>	<p>Для <u>денної прискореної форми навчання</u></p>						
	(6)	(3)	(1,5)	(0)	(1,5)	(3)	(3)

<p>пакету NetworkX до задач візуалізації та комп'ютерного моделювання мереж.</p>							
<p>Тема 4. Рівні протоколів і моделі їх обслуговування: Багаторівнева архітектура (багатоярусна (багатошарова) архітектура) {[рівні протоколів (ієрархія протоколів)]; п'ятирівневий стек протоколів Інтернету спрощеної моделі TCP/IP (<i>TCP/IP Five-layer Internet protocol stack</i>)]; [семирівневі протоколи еталонної мережної моделі OSI (<i>Seven-layer ISO OSI reference model</i>)]}; Інкапсуляція.</p> <p>•П'ятирівневий стек протоколів Інтернету спрощеної мережної моделі TCP/IP: 5-TCP/IP. прикладний рівень (<i>Application Layer</i>; верхній п'ятий (5-й) рівень моделі TCP/IP); 4-TCP/IP (UDP). транспортний рівень (<i>Transport Layer</i>; четвертий (4-й) рівень моделі TCP/IP); 3-TCP/IP. мережний рівень (<i>Network Layer</i>; третій (3-й) рівень моделі TCP/IP); 2-TCP/IP (MAC). канальний рівень (<i>Data Link Layer</i>; другий (2-й) рівень моделі TCP/IP); 1-TCP/IP. фізичний рівень (<i>Physical Layer</i>; перший (1-й) рівень моделі TCP/IP).</p> <p>•Семирівневі протоколи еталонної мережної моделі OSI: VII-OSI. прикладний рівень (<i>Application Layer</i>; верхній сьомий (7-й) рівень моделі OSI); VI-OSI. представницький рівень (<i>Presentation Layer</i>; шостий (6-й) рівень моделі OSI; рівень подання); V-OSI. сеансовий рівень (<i>Session Layer</i>; п'ятий (5-й) рівень OSI); IV-OSI. транспортний рівень (<i>Transport Layer</i>; четвертий (4-й) рівень OSI); III-OSI. мережний рівень (<i>Network Layer</i>; третій (3-й) рівень OSI); II-OSI. канальний рівень (<i>Data Link Layer</i>; другий (2-й) рівень моделі OSI); I-OSI. фізичний рівень (<i>Physical Layer</i>; перший (1-й) рівень моделі OSI).</p> <p>•Застосування https://maxima.sourceforge.io/ та Wolfram Language через вільно-доступну {після безкоштовної реєстрації}</p>	Для <u>денної форми навчання</u>						
	10,5	4,5	3	0	1,5	6	6
	Для <u>денної прискореної форми навчання</u>						
(7)	(4)	(2)	(0)	(2)	(3)	(3)	

<p>хмару https://www.wolframcloud.com/ до побудови, візуалізації, моделювання та комп'ютерного аналізу графів мереж.</p>															
<p>Модуль 2. Основні концепції, положення та особливості <u>прикладного</u> рівня (<i>Application Layer</i>) комп'ютерно-мережевого інжинірингу</p>															
<p>Тема 5. •Принципи (<i>Principles</i>) мережних додатків (<i>of Network Applications</i>): <input type="checkbox"/>[архітектура мережевих додатків (<i>Network Application Architectures</i>)]; <input type="checkbox"/>{взаємодія процесів (<i>Processes Communicating</i>): [клієнтські та серверні процеси (<i>Client and Server Processes</i>)]; [інтерфейс між процесом та комп'ютерною мережею (<i>The Interface Between the Process and the Computer Network</i>)]; [звернення до процесів (<i>Addressing Processes</i>)]}; <input type="checkbox"/>{транспортні служби {послуги}, доступні додаткам (<i>Transport Services Available to Applications</i>): [надійна передача даних (<i>Reliable Data Transfer</i>)]; [пропускна здатність (<i>Throughput</i>)]; [час доставки (<i>Timing</i>)]; [безпека (<i>Security</i>)]}; <input type="checkbox"/>{транспортні служби {послуги}, що надаються Інтернетом [<i>Transport Services Provided by the Internet</i>]: <input type="checkbox"/>[послуги протоколу TCP (<i>TCP Services</i> {<i>Transmission Control Protocol</i> = протокол керування передачею}): [послуга, орієнтована на підключення (<i>Connection-oriented service</i>; передача зі встановленням з'єднання)]; [надійна послуга передачі даних (<i>Reliable data transfer service</i>)]; [безпека протоколу TCP (<i>securing TCP</i>)]]; <input type="checkbox"/>[служби {послуги} протоколу UDP (<i>UDP Services</i> {<i>User Datagram Protocol</i> = протокол датаграм користувача})]; <input type="checkbox"/>[служби {послуги}, які не надаються транспортними протоколами Інтернету (<i>Services Not Provided by Internet Transport Protocols</i>)]}; <input type="checkbox"/>[протоколи прикладного рівня (<i>Application-Layer Protocols</i>; протоколи рівня додатків)].</p>	<p>Для денної форми навчання</p> <table border="1" data-bbox="871 465 1412 517"> <tr> <td>16,5</td> <td>4,5</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>1,5</td> <td>12</td> <td>12</td> </tr> </table> <p>Для денної прискореної форми навчання</p> <table border="1" data-bbox="871 689 1412 741"> <tr> <td>(9)</td> <td>(3)</td> <td>(1,5)</td> <td>(0)</td> <td>(1,5)</td> <td>(6)</td> <td>(6)</td> </tr> </table>	16,5	4,5	3	0	1,5	12	12	(9)	(3)	(1,5)	(0)	(1,5)	(6)	(6)
16,5	4,5	3	0	1,5	12	12									
(9)	(3)	(1,5)	(0)	(1,5)	(6)	(6)									

<p>▪Застосування відкритого програмного забезпечення https://www.geogebra.org/ (GeoGebra Classic) та https://www.sagemath.org/ (SageMath) до моделювання та аналізу графів мереж.</p>							
<p>Тема 6. ▪Всесвітнє павутиння, HTTP та HTTPS (<i>The Web, HTTP {Hyper Text Transfer Protocol} and HTTPS {HyperText Transfer Protocol Secure}</i>): □[огляд HTTP та HTTPS (<i>Overview of HTTP and HTTPS</i>)]; □{непостійні та постійні з'єднання (<i>Non-Persistent and Persistent Connections</i>): [непостійні HTTP-підключення (<i>HTTP with Non-Persistent Connections</i>)]; [HTTP із постійними з'єднаннями (<i>HTTP persistent connection; HTTP with Persistent Connections; HTTP keep-alive; HTTP connection reuse</i>)]}; □{формат HTTP-повідомлення (<i>HTTP Message Format</i>): [повідомлення-запит протоколу HTTP (<i>HTTP Request Message</i>)]; [повідомлення-відповідь протоколу HTTP (<i>HTTP Response Message</i>)]}; □[взаємодія користувача та сервера: cookie-файли (<i>User-Server Interaction: Cookies</i>)]; □[Веб-кешування (<i>Web Caching</i>) та метод GET з умовою (<i>The Conditional GET</i>)]; □[передача файлів (<i>File Transfer</i>) за протоколами FTP (<i>File Transfer Protocol</i>); FTPS (FTP-SSL або FTP Secure); SFTP (<i>SSH File Transfer Protocol</i>) та FTP через SSH (<i>FTP over SSH</i>), а також команди та відповіді (<i>Commands and Replies</i>) протоколів FTP; FTPS; SFTP та FTP через SSH];</p> <p>▪Грунтовне висвітлення для цільової студентської аудиторії прикладних питань навчального-та-комп'ютерно-інженерного застосування сучасних обчислювальних можливостей такого вільного програмного забезпечення як система GNU Octave https://www.gnu.org/software/octave/index та програма SciLab https://www.scilab.org/ до візуалізації, моделювання та аналізу мереж та графів інформаційних мереж.</p>	<p>Для <u>денної форми навчання</u></p>						
	10,5	4,5	3	0	1,5	6	6
	<p>Для <u>денної прискореної форми навчання</u></p>						
	(6)	(3)	(1,5)	(0)	(1,5)	(3)	(3)

<p>Тема 7. ▪Електронна пошта в Інтернеті (<i>Electronic Mail in the Internet</i>): □[протокол SMTP {<i>Simple Mail Transfer Protocol</i> = простий протокол пересилання пошти}]; □[порівняння з протоколом HTTP (<i>Comparison with HTTP</i>)]; □[формати поштового повідомлення (<i>Mail Message Formats</i>)]; □{протоколи доступу до електронної пошти (<i>Mail Access Protocols</i>): [протокол POP3 {<i>Post Office Protocol Version 3</i> = поштовий офісний протокол версії 3}]; [протокол IMAP {<i>Internet Message Access Protocol</i> = протокол доступу до інтернет-повідомлень}]; [вебпошта {<i>Web-Based E-Mail</i> = Електронна пошта через Веб-інтерфейс}, скажімо https://mail.google.com/ (Gmail; Google Mail); https://outlook.live.com/ (Outlook.com/Hotmail.com)]};</p> <p>▪Застосування обчислювальних можливостей вільного та відкритого програмного забезпечення https://openmodelica.org/ (OpenModelica) та https://jmodelica.org/ (JModelica.org) до візуалізації, моделювання та комп'ютерного аналізу графів мереж.</p>	<p>Для <u>денної форми навчання</u></p>							
	<table border="1"> <tr> <td>9</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>6</td> <td>6</td> </tr> </table>	9	3	2	0	1	6	6
9	3	2	0	1	6	6		
	<p>Для <u>денної прискореної форми навчання</u></p>							
	<table border="1"> <tr> <td>(6)</td> <td>(3)</td> <td>(1,5)</td> <td>(0)</td> <td>(1,5)</td> <td>(3)</td> <td>(3)</td> </tr> </table>	(6)	(3)	(1,5)	(0)	(1,5)	(3)	(3)
(6)	(3)	(1,5)	(0)	(1,5)	(3)	(3)		
<p>Тема 8. ▪DNS – служба каталогів Інтернету (<i>DNS - The Internet's Directory Service</i>) {<i>Domain Name System</i> = система доменних імен}: □{послуги, що надаються DNS (<i>Services Provided by DNS</i>): [призначення псевдонімів хостам (<i>Host aliasing</i>)]; [призначення псевдонімів поштовому серверу (<i>Mail server aliasing</i>)]; [розподіл навантаження (<i>Load distribution</i>)]; [DNS: критично-важливі функції мережі за парадигмою клієнт-сервер (<i>DNS: critical network functions via the client-server paradigm</i>)]}; □{огляд роботи DNS (<i>Overview of How DNS Works</i>): □[розподілена, ієрархічна база даних (<i>A Distributed, Hierarchical Database</i>)]; [кореневі DNS-сервери (<i>Root DNS</i></p>	<p>Для <u>денної форми навчання</u></p>							
	<table border="1"> <tr> <td>10,5</td> <td>4,5</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>1,5</td> <td>6</td> <td>6</td> </tr> </table>	10,5	4,5	3	0	1,5	6	6
10,5	4,5	3	0	1,5	6	6		
	<p>Для <u>денної прискореної форми навчання</u></p>							
	<table border="1"> <tr> <td>(6)</td> <td>(3)</td> <td>(1,5)</td> <td>(0)</td> <td>(1,5)</td> <td>(3)</td> <td>(3)</td> </tr> </table>	(6)	(3)	(1,5)	(0)	(1,5)	(3)	(3)
(6)	(3)	(1,5)	(0)	(1,5)	(3)	(3)		

<p>servers)]; [DNS-сервери доменів верхнього рівня (<i>Top-level domain (TLD) servers</i>)]; [авторитетні DNS-сервери (<i>Authoritative DNS servers</i>)]; □[кешування DNS (<i>DNS Caching</i>)]; □{записи та повідомлення DNS (<i>DNS Records and Messages</i>)}: □[повідомлення DNS (<i>DNS Messages</i>)]; □[вставка {додавання} записів у базу даних DNS (<i>Inserting Records into the DNS Database</i>)]; □[вразливості DNS (<i>DNS vulnerabilities</i>)]</p> <p>▪Застосування обчислювальних можливостей безкоштовної версії програмного пакету NodeXL Basic https://www.smrfoundation.org/nodexl/ для Microsoft Excel до побудови, візуалізації та аналізу графів мереж.</p>															
<p>Тема 9. •Однорангові мережі (<i>Peer-to-Peer Applications</i>): □[одноранговий файлообмін (<i>Peer-to-Peer File Distribution</i>; {P2P = <i>Peer-to-peer</i> = рівний до рівного})]: □[масштабованість однорангової архітектури P2P (<i>Scalability of P2P Architectures</i>)]; □[БітТорент (<i>BitTorrent</i>) протокол]; □[розподілені хеш-таблиці {геш-таблиці} (<i>Distributed hash table, DHT</i>)]; □[циркулярні розподілені хеш-таблиці {геш-таблиці} (<i>a Circular Distributed Hash Table</i>)]; □[відтік пірів];</p> <p>▪Застосування обчислювальних можливостей рушія Apache Spark https://spark.apache.org/ та графової бази даних Neo4j https://neo4j.com/ до побудови, візуалізації, моделювання та комп'ютерного аналізу графів мереж.</p>	<p>Для <u>денної форми навчання</u></p> <table border="1" data-bbox="874 981 1418 1025"> <tr> <td>12</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>9</td> <td>6</td> </tr> </table> <p>Для <u>денної прискореної форми навчання</u></p> <table border="1" data-bbox="874 1205 1418 1249"> <tr> <td>(10)</td> <td>(4)</td> <td>(1,5)</td> <td>(0)</td> <td>(2,5)</td> <td>(6)</td> <td>(3)</td> </tr> </table>	12	3	2	0	1	9	6	(10)	(4)	(1,5)	(0)	(2,5)	(6)	(3)
12	3	2	0	1	9	6									
(10)	(4)	(1,5)	(0)	(2,5)	(6)	(3)									
<p>Тема 10. •Потокове відео {мультимедіа} та мережа {доставки} доправлення контенту (<i>Video Streaming and Content Distribution Networks</i>): □[Інтернет-відео (<i>Internet Video</i>)]; □[потоківі комунікації на основі HTTP (<i>HTTP Live Streaming, HLS</i>)]; □[динамічна адаптивна потокова передача через HTTP (<i>Dynamic Adaptive</i></p>	<p>Для <u>денної форми навчання</u></p> <table border="1" data-bbox="874 1756 1418 1800"> <tr> <td>10,5</td> <td>4,5</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>1,5</td> <td>6</td> <td>6</td> </tr> </table> <p>Для <u>денної прискореної форми навчання</u></p>	10,5	4,5	3	0	1,5	6	6							
10,5	4,5	3	0	1,5	6	6									

<p><i>Streaming over HTTP (DASH); MPEG-DASH</i>); □[CDN-мережі доправлення контенту (<i>Content Distribution Networks</i>): □[принципи функціонування CDN-мереж (<i>CDN Operation</i>)]; □[мережа доставки контенту <i>Google Cloud CDN</i>]; □[стратегії відбору кластерів (<i>Cluster Selection Strategies</i>)]; □[окремі випадки (<i>Case Studies</i>): <i>Netflix, YouTube, Kankan</i> ін.];</p> <p>▪Шляхи застосування обчислювальних можливостей відкритого програмного забезпечення https://www.r-project.org/ (GNU R) та Giac/Xcas https://www-fourier.ujf-grenoble.fr/~parisse/giac.html до побудови, візуалізації, моделювання та комп'ютерного аналізу графів мереж.</p>	(6)	(3)	(1,5)	(0)	(1,5)	(3)	(3)
<p>Тема 11. Програмування сокетів: створення мережевих програмних застосунків (<i>Socket Programming: Creating Network Applications</i>): □[програмування сокетів із використанням протоколу UDP (<i>Socket Programming with UDP</i>) {на Python-прикладіх <i>UDPClient.py</i> та <i>UDPServer.py</i>}); □[програмування сокетів із використанням протоколу TCP (<i>Socket Programming with TCP</i>) {на Python-прикладіх <i>TCPClient.py</i> та <i>TCPServer.py</i>}]</p> <p>▪Застосування обчислювальних можливостей системи MATLAB до побудови, візуалізації, моделювання та комп'ютерного аналізу графів мереж.</p>	Для <u>денної форми навчання</u>						
	10,5	4,5	3	0	1,5	6	6
	Для <u>денної прискореної форми навчання</u>						
	(7)	(4)	(2,5)	(0)	(1,5)	(3)	(3)
<p>Всього для <u>денної форми навчання</u></p>	120	45	30	0	15	75	72
<p>Всього для <u>денної прискореної форми навч.</u></p>	(75)	(36)	(18)	(0)	(18)	(39)	(36)

Лекції з навчальної дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії»

№ лек	Зміст тем, лекцій, дидактичних засобів. Завдання на СРС	Год. (д/дп)	Літ.
1	2	3	4
Лекційний модуль 1. Основні концепції та положення комп'ютерної інженерії телекомунікаційних мереж передачі даних			
1	<p>Лекція 1: «Комунікація між комп'ютерами (<i>communication between computers</i>): джерело (<i>source</i>), пункт призначення (<i>destination</i>) та засоби передачі (<i>transmission medium</i>) комп'ютерної інформації; пакет даних (<i>packet</i>); комунікаційний протокол (<i>protocol</i>). «Поняття мережі (<i>What Is a Network ?</i>) як прикладу розподіленої системи (<i>distributed system</i>), яка включає взаємопов'язані (<i>interconnected</i>) та автономні (<i>autonomous</i>) комп'ютери. «Поняття Інтернету (<i>What Is the Internet?</i>): внутрішня будова Інтернету (<i>A Nuts-and-Bolts Description</i>); опис служб (<i>A Services Description</i>); поняття комунікаційного та мережного протоколу (<i>What Is a Protocol?</i>) {Аналогія з людиною (<i>A Human Analogy</i>); Мережні протоколи (<i>Network Protocols</i>)}. «Типи мереж (<i>Types of Networks</i>) та мережне обладнання (<i>network hardware</i>): персональні мережі (<i>Personal Area Networks; PANs</i>); локальні мережі (<i>Local Area Networks; LANs</i>); міські (муніципальні) мережі (<i>Metropolitan Area Networks; MANs</i>); глобальні мережі (<i>Wide Area Networks; WANs</i>); об'єднання мереж у Інтермережі (<i>Internetworks</i>). «Застосування комп'ютерних мереж (<i>uses of computer networks</i>): мережі в організаціях (<i>business applications</i>); домашнє використання мереж приватними особами (<i>home applications</i>); використання бездротових мереж (<i>mobile users</i>); соціальні аспекти (<i>social issues</i>). «Історія (<i>History</i>) комп'ютерних мереж (<i>of Computer Networking</i>) та Інтернету (<i>and the Internet</i>): [розвиток (<i>The Development</i>) комутації пакетів (<i>of Packet Switching</i>): 1961–1972]; [розвиток приватних мереж (<i>Proprietary Networks</i>) та Інтернету (<i>and Internetworking</i>): 1972–1980]; [поширення (<i>A Proliferation</i>) мереж (<i>of Networks</i>): 1980–1990]; [вибуховий розвиток Інтернету (<i>The Internet Explosion</i>): 1990-ті (<i>The 1990s</i>)]; [Нове тисячоліття (<i>The New Millennium</i>)].</p> <p>«Ознайомлення студентів з інформаційно-вимірювальними можливостями вільного аналізатора мережних протоколів Wireshark https://www.wireshark.org/ (<i>Wireshark packet sniffer</i>). Застосовуються авторські слайди оригінальних PowerPoint презентацій та мультимедійний проектор.</p>	2(д) — 1,5 (дп)	[1], [2], [4], [5], [6], [8], [10], [13], [15], [16], [18], [19], [20], [22], [24], [25], [32], [34], [35], [36], [37], [51]

2	<p>Лекція 2. «Периферія» {“границя”} мережі (The Network Edge): Мережі доступу (Access Networks) {[Домашній доступ (Home Access): технології DSL (Digital Subscriber Line); кабельний (Cable); технології FTTH (Fiber To The Home) {волоконно до будинку користувача}; комутована лінія зв’язку (Dial-up); супутниковий зв’язок (Satellite)}; [Доступ на виробництві (Access in the Enterprise) і вдома (and the Home): Ethernet і Wi-Fi (WiFi)]; [Бездротовий (безпроводний) мобільний доступ (Wide-Area Wireless Access): 4G (4th Generation); 3G (3rd Generation) та LTE (Long Term Evolution)]}; Фізичні середовища-носії для передавання даних (Physical Media) {[вита пара з мідного дроту (Twisted-Pair Copper Wire)]; [коаксіальний кабель (Coaxial cable)]; [оптоволоконний кабель (Fiber Optics)]; [наземні радіоканали (Terrestrial Radio Channels)]; [супутникові радіоканали (Satellite Radio Channels)]}.</p> <p>«Основні методи передачі (transmission method) для досягнення мережної зв’язаності (achieving connectivity): <u>дротові (wired) та бездротові (wireless) засоби передачі даних (transmission media technology). Дротові технології та засоби передачі даних (wired transmission media): (дт1) коаксіальний кабель (coaxial cable); (дт2) вита пара (twisted pair wiring) та (дт3) волоконна оптика (fiber optics). Бездротові технології (wireless technology): (бдт1) канал радіорелейного високочастотного зв’язку у межах прямої видимості (microwave line of sight); (бдт2) супутники (satellites) {(бдт2.1) геостационарні супутники (geostationary satellites); (бдт2.2) низькоорбітальні супутники (low Earth orbit satellites; LEOS); (бдт2.3) середньоорбітальні супутники (medium Earth orbit satellites; MEOS; Molniya orbit)}; (бдт3) системи мобільного стільникового (сотового) зв’язку (cellular systems); (бдт4) бездротові самоорганізовані динамічні мережі ad hoc (ad hoc networks); (бдт5) бездротові сенсорні мережі датчиків і виконавчих пристроїв (wireless sensor networks).</u></p> <p>«Мультиплексування (Multiplexing): мультиплексування з поділом по частоті (Frequency Division Multiplexing; FDM; частотний поділ каналів); мультиплексування з поділом за часом (Time Division Multiplexing; TDM; часове ущільнення); метод переналаштування робочої частоти (Frequency Hopping; FH) {псевдовипадкове <u>перелаштування</u> робочої <u>частоти</u> (Frequency Hopping Spectrum Spreading; FHSS)}; розширення спектру прямої послідовності {широкополосна модуляція з прямим <u>розширенням спектру</u>; Direct Sequence Spread Spectrum; DSSS}.</p> <p>«Можливості мов C++ та NetLogo http://netlogoweb.org/ до побудови, візуалізації, моделювання та аналізу мереж</p>	3(д) — 1,5 (дп)	[1], [2], [4], [5], [7], [8], [10], [11], [15], [16], [18], [19], [20], [22], [24], [25], [32], [34], [35], [36], [39], [48], [49], [50]
---	--	--------------------------	---

3	<p>Лекція 3. «Ядро мережі» (The Network Core): Комутація пакетів (<i>Packet switching</i>; мережа з комутацією пакетів) {[передача даних з проміжним накопиченням {зберіганням} (<i>Store-and-Forward Transmission</i>)]}; [затримки очікування в черзі (<i>Queuing Delays</i>) і втрата пакетів (<i>Packet Loss</i>)]}; [таблиці маршрутизації (<i>Forwarding Tables</i>) і протоколи маршрутизації (<i>Routing Protocols</i>)]}; Комутація каналів (<i>Circuit Switching</i>; мережа з комутацією каналів) {[мультиплексування в мережах з комутацією каналів (<i>Multiplexing in Circuit-Switched Networks</i>)]}; [комутація пакетів (<i>Packet Switching</i>) або (<i>Versus</i>) комутація каналів (<i>Circuit Switching</i>)]}; [мережа мереж (<i>A Network of Networks</i>)]}.</p> <p>«Затримки» (<i>Delay</i>), втрати (<i>Loss</i>) та пропускна здатність (<i>Throughput</i>) в мережах з комутацією пакетів (<i>in Packet-Switched Networks</i>): Огляд затримок в мережах з комутацією пакетів (<i>Overview of Delay in Packet-Switched Networks</i>) {[види затримок (<i>Types of Delay</i>)]}; [затримка на обробку даних (<i>Processing Delay</i>; затримка обробки)]; [затримка очікування {при обслуговуванні черги} (<i>Queuing Delay</i>)]}; [затримка на передачу сигналів (<i>Transmission Delay</i>; затримка передачі)]; [затримка розповсюдження (<i>Propagation Delay</i>; затримка на час поширення сигналу)]; [порівняння (<i>Comparing</i>) затримки передачі (<i>Transmission Delay</i>) та (<i>and</i>) затримки поширення (<i>Propagation Delay</i>)]}; Затримка очікування та втрата пакетів (<i>Queuing Delay and Packet Loss</i>) {[залежність (<i>Dependence</i>) середньої затримки очікування (<i>of average queuing delay</i>) від інтенсивності трафіку (<i>on traffic intensity</i>)]}; [втрата пакетів (<i>Packet Loss</i>)]}; Загальна затримка (<i>End-to-end delay</i>; наскрізна затримка) {[утиліти Tracert (OS Windows) та <i>Traceroute</i> (GNU/Linux і Unix)]; [кінцева системна затримка (<i>End System Delay</i>)]}; [затримка застосунку (<i>Application Delay</i>)]}; [пропускна здатність в комп'ютерних мережах (<i>Throughput in Computer Networks</i>)]}.</p> <p>«Атаки» {напади} на мережі (<i>Networks Under Attack</i>): [зловмисники (<i>The Bad Guys</i>) можуть встановлювати (<i>Can Put</i>) шкідливе програмне забезпечення (<i>Malware</i>) на вашому хості (<i>into Your Host</i>; комп'ютері) через Інтернет (<i>Via the Internet</i>)]}; [зловмисники (<i>The Bad Guys</i>) можуть атакувати (<i>Can Attack</i>) сервери (<i>Servers</i>) та мережну інфраструктуру (<i>and Network Infrastructure</i>)]}; [зловмисники (<i>The Bad Guys</i>) можуть перехоплювати (<i>Can Sniff</i>) пакети даних (<i>Packets</i>)]}; [зловмисники (<i>The Bad Guys</i>) можуть маскуватися (<i>Can Masquerade</i>) під когось (<i>as Someone</i>), кому ти довіряєш (<i>You Trust</i>)]}.</p> <p>▪Застосування мови програмування Python та пакету NetworkX</p>	3(д) — 1,5 (дп)	[1], [2], [4], [5], [7], [8], [10], [11], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [22], [23], [24], [25], [32], [34], [35], [36], [39], [48], [49], [50]
---	---	--------------------------	--

	https://networkx.org/ до візуалізації та моделювання мереж.		
4	<p>Лекція 4. Рівні протоколів (Protocol Layers) і моделі їх обслуговування (and Their Service Models): Багаторівнева архітектура (Layered Architecture; багатоярусна (багатошарова) архітектура) {рівні протоколів (Protocol Layering; ієрархія протоколів)}; [п'ятирівневий стек протоколів Інтернету спрощеної моделі TCP/IP (TCP/IP Five-layer Internet protocol stack)]; [семирівневі протоколи (Layered Protocols) еталонної мережної моделі OSI (Seven-layer ISO OSI reference model; The OSI Model)]; Інкапсуляція (Encapsulation).</p> <p>П'ятирівневий стек протоколів Інтернету спрощеної мережної моделі TCP/IP (TCP/IP Five-layer Internet protocol stack): 5-TCP/IP. прикладний рівень (Application Layer; верхній п'ятий (5-й) рівень спрощеної моделі TCP/IP); 4-TCP/IP (UDP). транспортний рівень (Transport Layer; четвертий (4-й) рівень спрощеної моделі TCP/IP); 3-TCP/IP. мережний рівень (Network Layer; третій (3-й) рівень спрощеної моделі TCP/IP); 2-TCP/IP (MAC). каналний рівень (Data Link Layer; другий (2-й) рівень моделі TCP/IP); 1-TCP/IP. фізичний рівень (Physical Layer; перший (1-й) рівень спрощеної моделі TCP/IP).</p> <p>Семирівневі протоколи (Layered Protocols) еталонної мережної моделі OSI (Seven-layer ISO OSI reference model): VII-OSI. прикладний рівень (Application Layer; верхній сьомий (7-й) рівень еталонної мережної моделі OSI); VI-OSI. представницький рівень (Presentation Layer; шостий (6-й) рівень моделі OSI; рівень подання; рівень представлення); V-OSI. сеансовий рівень (Session Layer; п'ятий (5-й) рівень моделі OSI); IV-OSI. транспортний рівень (Transport Layer; четвертий (4-й) рівень моделі OSI); III-OSI. мережний рівень (Network Layer; третій (3-й) рівень моделі OSI); II-OSI. каналний рівень (Data Link Layer; другий (2-й) рівень мережної моделі OSI); I-OSI. фізичний рівень (Physical Layer; перший (1-й) рівень мережевої моделі OSI; фізичний шар).</p> <p>Застосування обчислювальних можливостей вільного та відкритого Maxima програмного забезпечення https://maxima.sourceforge.io/ до побудови, візуалізації, моделювання та комп'ютерного аналізу графів мереж;</p> <p>Застосування обчислювальних можливостей мови функціонального програмування Wolfram Language через вільно-доступну {після безкоштовної реєстрації} хмару https://www.wolframcloud.com/ Wolfram Cloud Basic до візуалізації, моделювання та аналізу мереж.</p> <p><i>Застосовуються авторські слайди оригінальних PowerPoint</i></p>	3(д) — 2(дп)	[1], [2], [4], [5], [7], [8], [10], [11], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [22], [23], [24], [25], [32], [34], [35], [36], [39], [41], [42], [48], [49], [50]

	презентацій та мультимедійний проєктор.		
Лекційний модуль 2. Основні концепції, положення та особливості прикладного рівня (Application Layer) комп'ютерно-мережевого інжинірингу			
5	<p>Лекція 5. •Принципи (Principles) мережних додатків (of Network Applications):</p> <ul style="list-style-type: none"> □ [архітектура мережевих додатків (<i>Network Application Architectures</i>)]; □ {взаємодія процесів (Processes Communicating): [клієнтські та серверні процеси (<i>Client and Server Processes</i>)]; [інтерфейс між процесом та комп'ютерною мережею (<i>The Interface Between the Process and the Computer Network</i>)]; [звернення до процесів (<i>Addressing Processes</i>)]; □ {транспортні служби {послуги}, доступні додаткам (Transport Services Available to Applications): [надійна передача даних (<i>Reliable Data Transfer</i>)]; [пропускна здатність (<i>Throughput</i>)]; [час доставки (<i>Timing</i>)]; [безпека (<i>Security</i>)]; □ {транспортні служби {послуги}, що надаються Інтернетом [Transport Services Provided by the Internet]: □ [послуги протоколу TCP (TCP Services {Transmission Control Protocol = протокол керування передачею}): [послуга, орієнтована на підключення (<i>Connection-oriented service</i>); передача зі встановленням з'єднання]; [надійна послуга передачі даних (<i>Reliable data transfer service</i>)]; [безпека протоколу TCP (<i>securing TCP</i>)]; □ [служби {послуги} протоколу UDP (UDP Services {User Datagram Protocol = протокол датаграм користувача})]; □ [служби {послуги}, які не надаються транспортними протоколами Інтернету (Services Not Provided by Internet Transport Protocols)]; □ [протоколи прикладного рівня (Application-Layer Protocols; протоколи рівня додатків)]. <p>▪ Лекційне висвітлення для цільової студентської аудиторії прикладних питань застосування обчислювальних можливостей вільного та відкритого програмного забезпечення https://www.geogebra.org/ (GeoGebra Classic) до побудови, візуалізації, моделювання та комп'ютерного аналізу мереж;</p> <p>▪ Лекційне ознайомлення студентів зі шляхами застосування обчислювальних можливостей вільного та відкритого програмного забезпечення https://www.sagemath.org/ (SageMath) до побудови, візуалізації, комп'ютерного моделювання та мережно-геометричного аналізу графів мереж. Застосовуються авторські слайди оригінальних PowerPoint презентацій та мультимедійний проєктор.</p>	3(д) — 1,5 (дп)	[1], [2], [4], [5], [7], [8], [10], [11], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [27], [28], [32], [33], [34], [35], [36], [39], [40], [41], [42], [48], [49], [50]

6	<p>Лекція 6. ▪Всесвітнє павутиння, HTTP та HTTPS (<i>The Web, HTTP {Hyper Text Transfer Protocol} and HTTPS {HyperText Transfer Protocol Secure}</i>): □[огляд HTTP та HTTPS (<i>Overview of HTTP and HTTPS</i>)]; □{непостійні та постійні з'єднання (<i>Non-Persistent and Persistent Connections</i>): [непостійні HTTP-підключення (<i>HTTP with Non-Persistent Connections</i>)]; [HTTP із постійними з'єднаннями (<i>HTTP persistent connection; HTTP with Persistent Connections; HTTP keep-alive; HTTP connection reuse</i>)]}; □{формат HTTP-повідомлення (<i>HTTP Message Format</i>): [повідомлення-запит протоколу HTTP (<i>HTTP Request Message</i>)]; [повідомлення-відповідь протоколу HTTP (<i>HTTP Response Message</i>)]}; □[взаємодія користувача та сервера: cookie-файли (<i>User-Server Interaction: Cookies</i>)]; □[Веб-кешування (<i>Web Caching</i>) та метод GET з умовою (<i>The Conditional GET</i>)]; □[передача файлів (<i>File Transfer</i>) за протоколами FTP (<i>File Transfer Protocol</i>); FTPS (FTP-SSL або FTP Secure); SFTP (<i>SSH File Transfer Protocol</i>) та FTP через SSH (<i>FTP over SSH</i>), а також команди та відповіді (<i>Commands and Replies</i>) протоколів FTP; FTPS; SFTP та FTP через SSH].</p> <p>▪Лекційне висвітлення для цільової студентської аудиторії прикладних питань застосування обчислювальних можливостей вільного програмного забезпечення GNU Octave https://www.gnu.org/software/octave/index та SciLab https://www.scilab.org/ до моделювання та аналізу графів мереж.</p> <p><i>Застосовуються авторські слайди оригінальних PowerPoint презентацій та мультимедійний проектор.</i></p>	3(д) — 1,5 (дп)	[1], [2], [4], [5], [7], [8], [9], [10], [11], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [27], [32], [34], [35], [43], [44]
7	<p>Лекція 7. ▪Електронна пошта в Інтернеті (<i>Electronic Mail in the Internet</i>): □[протокол SMTP {<i>Simple Mail Transfer Protocol</i> = простий протокол пересилання пошти}]; □[порівняння з протоколом HTTP (<i>Comparison with HTTP</i>)]; □[формати поштового повідомлення (<i>Mail Message Formats</i>)]; □{протоколи доступу до електронної пошти (<i>Mail Access Protocols</i>): [протокол POP3 {<i>Post Office Protocol Version 3</i> = поштовий офісний протокол версії 3}]; [протокол IMAP {<i>Internet Message Access Protocol</i> = протокол доступу до інтернет-повідомлень}]; [вебпошта {<i>Web-Based E-Mail</i> = Електронна пошта через Веб-інтерфейс}, скажімо https://mail.google.com/ (Gmail; Google Mail); https://outlook.live.com/ (Outlook.com/Hotmail.com)]};</p> <p>▪Застосування обчислювальних можливостей вільного та відкритого програмного забезпечення https://openmodelica.org/ (OpenModelica) та https://jmodelica.org/ (JModelica.org) до візуалізації, моделювання та аналізу графів мереж.</p>	2(д) — 1,5 (дп)	[8], [11], [16], [18], [19], [20], [21], [24], [31], [45], [46]

	<i>Застосовуються слайди PowerPoint презентацій та проектор.</i>		
8	<p>Лекція 8. •DNS – служба каталогів Інтернету (<i>DNS - The Internet's Directory Service</i>) {<i>Domain Name System = система доменних імен</i>}:</p> <ul style="list-style-type: none"> □ {послуги, що надаються DNS (<i>Services Provided by DNS</i>): [призначення псевдонімів хостам (<i>Host aliasing</i>)]; [призначення псевдонімів поштовому серверу (<i>Mail server aliasing</i>)]; [розподіл навантаження (<i>Load distribution</i>)]; [DNS: критично-важливі функції мережі за парадигмою клієнт-сервер (<i>DNS: critical network functions via the client-server paradigm</i>)]]; □ {огляд роботи DNS (<i>Overview of How DNS Works</i>): □ [розподілена, ієрархічна база даних (<i>A Distributed, Hierarchical Database</i>)]: [кореневі DNS-сервери (<i>Root DNS servers</i>)]; [DNS-сервери доменів верхнього рівня (<i>Top-level domain (TLD) servers</i>)]; [авторитетні DNS-сервери (<i>Authoritative DNS servers</i>)]; □ [кешування DNS (<i>DNS Caching</i>)]; □ {записи та повідомлення DNS (<i>DNS Records and Messages</i>): □ [повідомлення DNS (<i>DNS Messages</i>)]; □ [вставка {додавання} записів у базу даних DNS (<i>Inserting Records into the DNS Database</i>)]; □ [вразливості DNS (<i>DNS vulnerabilities</i>)] <ul style="list-style-type: none"> ▪ Застосування обчислювальних можливостей безкоштовної версії програмного пакету NodeXL Basic https://www.smrfoundation.org/nodexl/ для Microsoft Excel до побудови, візуалізації та аналізу графів мереж. <p><i>Застосовуються авторські слайди оригінальних PowerPoint презентацій та мультимедійний проектор.</i></p>	3(д) — 1,5 (дп)	[8], [11], [16], [18], [19], [20], [21], [24], [31]
9	<p>Лекція 9. •Однорангові мережі (<i>Peer-to-Peer Applications</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> □ [одноранговий файлообмін (<i>Peer-to-Peer File Distribution</i>; {P2P = <i>Peer-to-peer</i> = рівний до рівного})]: □ [масштабованість однорангової архітектури P2P (<i>Scalability of P2P Architectures</i>)]; □ [БітТорент (<i>BitTorrent</i>) протокол]; □ [розподілені хеш-таблиці {геш-таблиці} (<i>Distributed hash table, DHT</i>)] □ [циркулярні розподілені хеш-таблиці {геш-таблиці} (<i>a Circular Distributed Hash Table</i>)]; □ [відтік пірів]; ▪ Застосування обчислювальних можливостей рушія Apache Spark https://spark.apache.org/ та графової бази даних Neo4j https://neo4j.com/ до побудови, візуалізації, моделювання 	2(д) — 1,5 (дп)	[8], [11], [14], [16], [18], [19], [20], [21], [24], [27], [28], [31]

	та комп'ютерного аналізу графів мереж . <i>Застосовуються слайди PowerPoint презентацій та проектор.</i>		
10	<p>Лекція 10. •Потокове відео {мультимедіа} та мережа {доставки} доправлення контенту (<i>Video Streaming and Content Distribution Networks</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/>[Інтернет-відео (<i>Internet Video</i>)]; <input type="checkbox"/>[потокові комунікації на основі HTTP (<i>HTTP Live Streaming, HLS</i>)]; <input type="checkbox"/>[динамічна адаптивна потокова передача через HTTP (<i>Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (DASH); MPEG-DASH</i>)]; <input type="checkbox"/>[CDN-мережі доправлення контенту (<i>Content Distribution Networks</i>)]: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/>[принципи функціонування CDN-мереж (<i>CDN Operation</i>)]; <input type="checkbox"/>[мережа доставки контенту Google Cloud CDN]; <input type="checkbox"/>[стратегії відбору кластерів (<i>Cluster Selection Strategies</i>)]; <input type="checkbox"/>[окремі випадки (<i>Case Studies</i>): <i>Netflix, YouTube, Kankan</i> та ін.]; <p>▪Застосування обчислювальних можливостей вільного та відкритого програмного забезпечення https://www.r-project.org/ (GNU R) та https://www-fourier.ujf-grenoble.fr/~parisse/giac.html (Giac/Xcas) до візуалізації та моделювання графів мереж. <i>Застосовуються авторські слайди оригінальних PowerPoint презентацій та мультимедійний проектор.</i></p>	3(д) — 1,5 (дп)	[7], [8], [11], [12], [14], [16], [18], [19], [20], [21], [24], [27], [28], [31], [47]
11	<p>Лекція 11. •Програмування сокетів: створення мережевих програмних застосунків (<i>Socket Programming: Creating Network Applications</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/>[програмування сокетів із використанням протоколу UDP (<i>Socket Programming with UDP</i>) {на Python-прикладках <i>UDPClient.py</i> та <i>UDPServer.py</i>}]; <input type="checkbox"/>[програмування сокетів із використанням протоколу TCP (<i>Socket Programming with TCP</i>) {на Python-прикладках <i>TCPClient.py</i> та <i>TCPServer.py</i>}] <p>▪Застосування обчислювальних можливостей системи MATLAB до побудови, візуалізації, моделювання та комп'ютерного аналізу графів мереж. <i>Застосовуються авторські слайди оригінальних PowerPoint презентацій та мультимедійний проектор.</i></p>	3(д) — 2,5 (дп)	[8], [9], [11], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [24], [31], [43], [44]
Усього лекційних годин з дисципліни « Основи комп'ютерної інженерії » для денної форми навчання		30 (д)	
Усього лекційних годин з дисципліни « Основи комп'ютерної інженерії » для денної прискореної форми навчання		18 (дп)	

Теми практичних занять з навчальної дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії» для денної та денної прискореної форм навчання

№ Роб	№ Тем	Год. д/дп	Найменування <u>практичних занять</u> з дисципліни « <u>Основи комп'ютерної інженерії</u> » для <u>денної</u> та <u>денної прискореної форм навчання</u>	Література
<u>Практичний модуль 1. Основні концепції та положення комп'ютерної інженерії телекомунікаційних мереж передачі даних</u>				
1	1	1(д) — 1,5 (дп)	▪Практичне застосування спеціалізованих інформаційно-вимірjuвальних можливостей аналізатора протоколів Wireshark https://www.wireshark.org/ до найпростіших комп'ютерноінженерних задач глибокого аналізу мереж .	[8], [37], [51]
2	2	1,5 (д) — 1,5 (дп)	▪Застосування обчислювальних можливостей мови програмування C++ до побудови, візуалізації, моделювання та аналізу графів мереж ; ▪Застосування обчислювальних можливостей мультиагентної мови програмування NetLogo {та середовища http://netlogoweb.org/ (NetLogo Web)} до побудови, візуалізації, моделювання та аналізу мереж .	[7], [27], [28], [39], [48], [49], [50]
3	3	1,5 (д) — 1,5 (дп)	▪Застосування обчислювальних можливостей мови Python та пакету NetworkX https://networkx.org/ до побудови, візуалізації, моделювання та аналізу мереж .	[14], [17], [23]
4	4	1,5 (д) — 2 (дп)	▪Застосування обчислювальних можливостей вільного та відкритого Maxima програмного забезпечення https://maxima.sourceforge.io/ до побудови, візуалізації, моделювання та комп'ютерного аналізу графів мереж ; ▪Застосування обчислювальних можливостей мови функціонального програмування Wolfram Language через вільно-доступну {після безкоштовної реєстрації} хмару https://www.wolframcloud.com/ Wolfram Cloud Basic до візуалізації, моделювання та аналізу мереж .	[10], [11], [15], [21], [23], [27], [28], [41], [42]
<u>Практичний модуль 2. Основні концепції, положення та особливості прикладного рівня (Application Layer) комп'ютерно-мережевого інжинірингу</u>				
5	5	1,5 (д) — 1,5	▪Застосування обчислювальних можливостей вільного та відкритого програмного забезпечення https://www.geogebra.org/ (GeoGebra Classic) до візуалізації, моделювання та аналізу графів мереж ;	[21], [27], [28], [33],

		(дп)	▪Застосування обчислювальних можливостей вільного та відкритого програмного забезпечення https://www.sagemath.org/ (SageMath) до візуалізації, моделювання та комп'ютерного аналізу графів мереж .	[40]
6	6	1,5 (д) — 1,5 (дп)	▪Застосування обчислювальних можливостей вільного програмного забезпечення GNU Octave https://www.gnu.org/software/octave/index та SciLab https://www.scilab.org/ до візуалізації, моделювання та аналізу графів мереж .	[9], [21], [27], [43], [44]
7	7	1 (д) — 1,5 (дп)	▪Застосування обчислювальних можливостей вільного та відкритого програмного забезпечення https://openmodelica.org/ (OpenModelica) та https://jmodelica.org/ (JModelica.org) до візуалізації, моделювання та комп'ютерного аналізу графів мереж .	[11], [21], [31], [45], [46]
8	8	1,5 (д) — 1,5 (дп)	▪Застосування обчислювальних можливостей безкоштовної версії програмного пакету NodeXL Basic https://www.smrfoundation.org/nodexl/ для Microsoft Excel до побудови, візуалізації та аналізу графів мереж .	[7], [10], [11], [15]
9	9	1(д) — 2,5 (дп)	▪Застосування обчислювальних можливостей рушія Apache Spark https://spark.apache.org/ та графової бази даних Neo4j https://neo4j.com/ до побудови, візуалізації, моделювання та комп'ютерного аналізу графів мереж .	[14], [21], [27], [28]
10	10	1,5 (д) — 1,5 (дп)	▪Застосування обчислювальних можливостей вільного та відкритого програмного забезпечення https://www.r-project.org/ (GNU R) до побудови, візуалізації, моделювання та комп'ютерного аналізу графів мереж ; ▪Застосування обчислювальних можливостей вільного програмного забезпечення Giac/Xcas https://www-fourier.ujf-grenoble.fr/~parisse/giac.html до візуалізації, моделювання та комп'ютерного аналізу графів мереж .	[7], [11], [12], [21], [27], [28], [47]
11	11	1,5 (д) — 1,5 (дп)	▪Застосування обчислювальних можливостей системи MATLAB до побудови, візуалізації, моделювання та комп'ютерного аналізу графів мереж .	[9], [11], [21]
Усього годин		15(д)	Для тем практичних занять з дисципліни « Основи комп'ютерної інженерії » для денної форми навчання	
Усього годин		18 (дп)	Для тем практичних занять з дисципліни « Основи комп'ютерної інженерії » для денної прискореної форми навчання	

Контрольні роботи з дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії»

Контрольні роботи з теоретичної частини курсу «Основи комп'ютерної інженерії» є розподіленими наступним чином:

№ роботи	№ теми	Тема контрольної роботи	Кількість варіантів
1	1-4	Рівні мережних протоколів та їх Wireshark -аналіз. Моделі TCP/IP та OSI обслуговування протоколів	20
2	5-8	Всесвітнє павутиння, HTTP і HTTPS, електронна пошта та DNS в Інтернеті. Моделювання мереж у NetLogo, NetworkX, WolframLanguage, SageMath	20
3	9-11	Принципи мережних додатків, програмування сокетів. Потоківі відео та мережа доправлення контенту. Моделювання мереж у GeoGebra, SciLab, Modelica, Apache Spark, Neo4j, NodeXL	20

Теми індивідуальних занять з навчальної дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії» для денної та денної прискореної форм навчання

Індивідуальна робота з дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії» містить наступні етапи:

- проробка лекційного матеріалу в рамках широкого використання вітчизняної та міжнародної англійської мовної навчальної літератури;
- підготовка до теоретичного опитування та контрольних робіт;
- самостійне вивчення частини теоретичного матеріалу згідно з рекомендованою літературою та складення додаткових конспектів;
- самостійне опанування комп'ютерно-обчислювальними можливостями такого вільного та відкритого сучасного програмного забезпечення як **Wireshark; Python & NetworkX; NetLogo & NetLogo Web; Wolfram Language** через **Wolfram Cloud Basic & Wolfram|Alpha; SageMath; SciLab; GNU Octave; OpenModelica; JModelica.org; GeoGebra Classic; NodeXL Basic; Apache Spark & Neo4j; LibreOffice Calc; C++; Maxima; GNU R; Giac/Xcas; MATLAB; CFEngine; .NET-фреймворк.**

– виконання *розрахунково-графічних завдань* індивідуального характеру:

- РГР 1** [Аналіз протоколів мереж у **Wireshark**]; **РГР 2** [Побудова графів мереж у **NetLogo**]; **РГР 3** [Побудова графів мереж у **NetworkX**]; **РГР 4** [Застосування **Wolfram Language** до побудови графів мереж у **Wolfram Cloud Basic**]; **РГР 5** [Побудова мереж у **GeoGebra Classic**]; **РГР 6** [Побудова графів мереж у **SageMath**]; **РГР 7** [Побудова мереж у **SciLab** і **GNU Octave**]; **РГР 8** [Побудова графів мереж у **OpenModelica** та **JModelica.org**]; **РГР 9** [Побудова графів мереж у **NodeXL Basic**]; **РГР 10** [Побудова мереж у **Apache Spark** та **Neo4j**].

Тематика та перелік індивідуальних розрахунково-графічних завдань з навчальної дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії» для денної та денної прискореної форм навчання

№ з/п	Назва теми, з якої виконується індивідуальне завдання	Назва і вид індивідуального завдання
Розрахунково-графічний модуль 1. Основні концепції та положення комп'ютерної інженерії телекомунікаційних мереж передачі даних		
1	Лекційно-практично-лабораторна Тема 1: «Поняття мережі та Інтернету. Історія, типи і застосування мереж»	Розрахунково-графічна робота №1 «Аналіз протоколів мереж у Wireshark»
2	Лекційно-практично-лабораторна Тема 2: «Периферія мережі. Методи передачі. Мультиплексування»	Розрахунково-графічна робота №2 «Побудова графів мереж у NetLogo»
3	Лекційно-практично-лабораторна Тема 3: «Ядро мережі. Огляд затримок. Атаки на мережі»	Розрахунково-графічна робота №3 «Побудова графів мереж у NetworkX»
4	Лекційно-практично-лабораторна Тема 4: «Рівні мережних протоколів Інтернету і моделі TCP/IP та OSI їх обслуговування».	Розрахунково-графічна робота №4 «Застосування Wolfram Language до побудови графів мереж у Wolfram Cloud Basic»
Розрахунково-графічний модуль 2. Основні концепції, положення та особливості <u>прикладного</u> рівня (<i>Application Layer</i>) комп'ютерно-мережевого інжинірингу		
5	Лекційно-практично-лабораторна Тема 5: «Принципи мережних додатків».	Розрахунково-графічна робота №5 «Побудова мереж у GeoGebra Classic»
6	Лекційно-практично-лабораторна Тема 5: «Принципи мережних додатків».	Розрахунково-графічна робота №6 «Побудова графів мереж у SageMath»
7	Лекційно-практично-лабораторна Тема 6: «Всесвітнє павутиння, HTTP, HTTPS, FTP; FTPS; SFTP, FTP-SSH».	Розрахунково-графічна робота №7 «Побудова мереж у SciLab і GNU Octave»
8	Лекційно-практично-лабораторна Тема 7: «Електронна пошта в Інтернеті».	Розрахунково-графічна робота №8 «Побудова графів мереж у OpenModelica та JModelica.org»
9	Лекційно-практично-лабораторна Тема 8: «DNS – служба каталогів Інтернету».	Розрахунково-графічна робота №9 «Побудова графів мереж у NodeXL Basic»
10	Лекційно-практично-лабораторна Тема 9: «Однорангові мережі (<i>Peer-to-Peer Applications</i>)».	Розрахунково-графічна робота №10 «Побудова мереж у Apache Spark та Neo4j»

5. Контрольні заходи та критерії оцінювання знань студентів ДДМА в рамках навчального процесу упродовж вивчення залікової навчальної дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії»

Підсумкові оцінки за триместр з залікової дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії» в цілому переводяться за національною шкалою та шкалою ECTS відповідно до нижченаведеної міжнародної таблиці переведення оцінок, яка визначається діючим в Донбаській державній машинобудівній академії (ДДМА) положенням про організацію навчального процесу в кредитно-модульній системі підготовки фахівців:

Рейтингова оцінка	У національній шкалі	У шкалі ECTS
90-100	Відмінно (зараховано)	A
81-89	Добре (зараховано)	B
75-80	Добре(зараховано)	C
65-74	Задовільно (зараховано)	D
65-64	Задовільно (зараховано)	E
30-54	Незадовільно (не зараховано)	FX
0-29	Незадовільно (не зараховано)	F

В контрольні заходи з дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії» для студентів денної та денної прискореної форми навчання входять:

- письмові та усні контрольні опитування з дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії» в семестрі;
- виконання та захист десяти індивідуальних *розрахунково-графічних завдань РГР 1 – РГР 10* з «Оснoв комп'ютерної інженерії» в семестрі;
- захист звіту з практичних занять з «Оснoв комп'ютерної інженерії»;
- залік з «Оснoв комп'ютерної інженерії».

Поточний контроль знань та умінь студентів денної форми навчання з «Оснoв комп'ютерної інженерії» проводиться оцінюванням розрахунково-графічних завдань РГР 1 – РГР 10, практичних робіт та проведення письмових контрольних робіт із застосуванням індивідуальних тестових завдань {у тому числі із використанням системи <http://moodle.dgma.donetsk.ua> }.

Оцінювання з «Оснoв комп'ютерної інженерії» виконується за стобальною системою з подальшим урахуванням вагового коефіцієнту в межах кожного із двох модулів та з урахуванням вагового коефіцієнту для кожного із двох модулів задля підсумкової атестації з «Оснoв комп'ютерної інженерії».

Захист звіту з практичних робіт з «Оснoв комп'ютерної інженерії» проводиться в межах кожного модулю за розкладом. Кінцевий звіт приймається на останньому занятті при наявності письмового (або електронного) тексту звітів зі стандартним титульним аркушем, обов'язковою наявністю усіх електронних файлів програмних кодів для всіх робіт та спроможності студента відповісти на всі поставлені викладачем запитання щодо вивченого матеріалу.

Засоби оцінювання знань студентів денної та денної прискореної форми навчання з курсу «Основи комп'ютерної інженерії»

№	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Характеристика змісту засобів оцінювання знань студентів з «Оснoв комп'ютерної інженерії»
1	▪ Письмові та усні контрольні опитування	▪ опитування за попередньо вивченим та поточним термінологічним матеріалом
2	▪ Захист звітів з десяти індивідуальних розрахунково-графічних завдань (РГР 1 – РГР 10)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ письмовий звіт та супровідні електронні файли усіх каузальних та-або акаузальних індивідуально-розроблених комп'ютерних програм, підготовлених в рамках виконання кожного індивідуального розрахунково-графічного завдання; ▪ коротке опитування за термінологічним, математичним, комп'ютерно-синтаксичним, акаузальним та/або каузальним комп'ютерно-алгоритмічним матеріалом, що відповідає темі індивідуально-виконаної розрахунково-графічної роботи; ▪ оцінювання самостійності та якості виконання завдання та розробки комп'ютерних програм упродовж звіту-захисту та співбесіди; ▪ оцінювання коректності та якості програмно-реалізованих алгоритмів в рамках виконання індивідуальних розрахунково-графічних робіт; ▪ оцінювання аргументованості звітів щодо розбору та розуміння ситуаційних завдань; ▪ оцінювання активності участі у дискусіях
3	▪ Поточні та підсумкові контрольні роботи	<ul style="list-style-type: none"> ▪ стандартизовані тести; ▪ аналітично-розрахункові завдання;
	▪ Підсумковий контроль	<ul style="list-style-type: none"> ▪ стандартизовані тести; ▪ аналітично-розрахункові завдання;

Залік з навчальної дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії» студент складає після захисту усіх звітів та модулів. Склад матеріалу та об'єму заліку залежить від модулів, які студент бажає прездати для підвищення рейтингу, або у разі потреби у додатковій перевірці теоретичних знань. Для отримання позитивної оцінки з «Оснoв комп'ютерної інженерії» студент повинен скласти всі обов'язкові контрольні точки курсу та одержати не менше ніж 55 балів сумарної оцінки як на протязі семестру, так і безпосередньо на заліку. Студент, який на протязі семестру склав всі контрольні точки курсу «Основи комп'ютерної інженерії» і набрав не менше 55 балів сумарної

оцінки, має право отримати підсумкову «автоматичну» оцінку без необхідності складання заліку.

Результати прийому заліку з дисципліни «**Основи комп'ютерної інженерії**» оцінюються за 100 – бальною рейтинговою шкалою. При оцінюванні результатів заліку може також використовуватися національна 5–бальна шкала та вищенаведена таблиця переведення балів в рамках діючого в ДДМА положення про організацію навчального процесу в кредитно-модульній системі підготовки фахівців.

Перелік обов'язкових контрольних точок для оцінювання знань студентів денної та денної прискореної форми навчання з курсу «Основи комп'ютерної інженерії»

№	Назва і короткий зміст контрольного заходу з дисципліни « Основи комп'ютерної інженерії »	Max балів	Характеристика критеріїв досягнення результатів навчання для отримання максимальної кількості балів
1	Виконання та захист <i>десяти</i> індивідуальних <i>розрахунково-графічних завдань РГР 1 – РГР 10</i> з « Основи комп'ютерної інженерії »	60	Студент практично здатний продемонструвати критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у послідовній професійній дискусії з наведенням аргументації. Студент виконав та успішно захистив розрахунково-графічні завдання та рекомендовані обчислювальні практичні завдання з « Основи комп'ютерної інженерії », а також навів ґрунтовні і аргументовані відповіді на уточнювальні та додаткові запитання викладача та колег-одногрупників.
2	Модульна контрольна робота №1 до модулю 1 « Основні концепції та положення комп'ютерної інженерії телекомунікаційних мереж передачі даних »	10	Студент виконав письмові, тестові, обчислювальні практичні та індивідуальні розрахунково-обчислювальні завдання, що відповідають програмним результатам навчання за відповідними темами модулю №1
3	Тематична контрольна робота №2 до модулю 2 « Основні	10	Студент виконав письмові, тестові, обчислювальні практичні

	концепції, положення та особливості <u>прикладного</u> рівня (<i>Application Layer</i>) комп'ютерно-мережевого інжинірингу»		та індивідуальні розрахунково-обчислювальні завдання, що відповідають програмним результатам навчання за відповідними темами модулю №2
4	Модульна контрольна робота №3 до модулю 2 « Основні концепції, положення та особливості <u>прикладного</u> рівня (<i>Application Layer</i>) комп'ютерно-мережевого інжинірингу »	10	Студент виконав письмові, тестові, обчислювальні практичні та індивідуальні розрахунково-обчислювальні завдання, що відповідають програмним результатам навчання за відповідними темами модулю №2
5	Виконання додаткового індивідуального розрахунково-обчислювального завдання щодо «Побудови графів мереж у GNU R та Giac/Xcas »	10	Студент здатний засвоїти та практично застосувати необхідні сучасні методики комп'ютерного мережного моделювання шляхом розробки та програмної реалізації власних акаузальних та/або каузальних алгоритмів в рамках прикладного використання методів та концепцій теорії графів та синтаксису безкоштовного програмного забезпечення GNU R та/або Giac/Xcas
Поточний контроль з дисципліни « Основи комп'ютерної інженерії »		100 (*1/2)	Студент сформував загальне професійне враження від вивченого курсу « Основи комп'ютерної інженерії »
Підсумковий контроль		100 (*1/2)	Студент виконав основні та додаткові письмові, тестові, обчислювальні практичні, індивідуальні розрахунково-обчислювальні, рутинні технічні, творчі технічні та соціально-інженерні завдання, що відповідають досягненню програмних результатів успішного інженерного навчання з курсу « Основи комп'ютерної інженерії »
Всього		100	-

**Перелік обов'язкових контрольних точок для оцінювання знань студентів
заочної форми навчання з курсу «Основи комп'ютерної інженерії»**

№	Назва і короткий зміст контрольного заходу з дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії»	<i>Max</i> балів	Характеристика критеріїв досягнення результатів навчання для отримання максимальної кількості балів з «Основи комп'ютерної інженерії»
1	Тестова контрольна робота з дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії» , яка індивідуально виконується студентом в системі Moodle	40	Студент виконав тестові завдання, що відповідають програмним результатам навчання з дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії»
2	Письмовий залік з дисципліни «Основи комп'ютерної інженерії»	60	Студент виконав основні та додаткові письмові, тестові, обчислювальні практичні, індивідуальні розрахунково-обчислювальні, рутинні технічні, творчі технічні та соціально-інженерні завдання, що відповідають досягненню програмних результатів успішного інженерного навчання з курсу «Основи комп'ютерної інженерії»
Всього		100	-

6. Навчально-методичні матеріали та рекомендовані джерела інформації

6.1. Основна література до курсу «Основи комп'ютерної інженерії»

- 1) Barabási, A.-L. (2016). *Network Science*. Cambridge: Cambridge University Press. Retrieved from <http://networksciencebook.com/> (English; Русский; Magyar) and from <http://library.lol/main/625AFD86B4E4550057469ECBF69826C8>
- 2) Bhatnagar, N. (2018). *Mathematical Principles of the Internet, Volume 1: Engineering Fundamentals*. Boca Raton, FL: Chapman and Hall/CRC. Retrieved from <https://doi.org/10.1201/b22414>
- 3) Burgess, M. (2020). *A Treatise on Systems (volume 1): Analytical Descriptions of Human-Information Networks*. Oslo, Norway: XtAxis Press. Retrieved from http://markburgess.org/treatise_voll.pdf
- 4) Ciccarelli, P., Faulkner, C., FitzGerald, J., Dennis, A., Groth, D., Skandier, T., & Miller, F. (2013). *Introduction to Networking Basics*. (2nd ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. Retrieved from https://www.homeworkmarket.com/sites/default/files/qx/15/03/25/10/intro_to_networking_basics_2nd_edition.compressed.pdf
- 5) Cowley, J. (2013). *Communications and Networking: An Introduction. Undergraduate Topics in Computer Science*. (2nd ed.). London: Springer. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4357-4>
- 6) Easley, D., & Kleinberg, J. (2010). *Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World*. Cambridge: Cambridge University Press. Retrieved from <https://www.cs.cornell.edu/home/kleinber/networks-book/> and from <http://library.lol/main/63CDDA2920A2F0F2CDC6843A79B080D0>
- 7) Gosnell, D. K., & Broecheler, M. (2020). *The Practitioner's Guide to Graph Data: Applying Graph Thinking and Graph Technologies to Solve Complex Problems*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media. Retrieved from <http://library.lol/main/2F852C74D4139268D520CB3E4B1662D3>
- 8) Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2017). *Computer Networking: A Top-Down Approach*. (7th ed.). Harlow, Essex: Pearson Education. Retrieved from <http://library.lol/main/10515E8E5CF6E1AC5A20699279FCB1FA> and from [https://eclass.teicrete.gr/modules/document/file.php/TP326/%CE%98%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B1%20\(Lectures\)/Computer_Networking_A_Top-Down_Approach.pdf](https://eclass.teicrete.gr/modules/document/file.php/TP326/%CE%98%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B1%20(Lectures)/Computer_Networking_A_Top-Down_Approach.pdf) {Куроуз, Дж., & Росс, К. (2016). *Компьютерные сети. Нисходящий подход*. (6-е изд.). М.: Издательство «Э» (Эксмо). Retrieved from <http://library.lol/main/9E50BC2C8FC33DA94908EF630DACB664> and from <http://orkish5.tplinkdns.com:8080/books/прочее/Компьютерные%20сети.%20Нисходящий%20подход,%206-е%20издание.pdf>}
- 9) Le, D.- N., Pandey, A.K., Tadepalli, S., Rathore, P.S. and Chatterjee, J.M. (2019). *Network Modeling, Simulation and Analysis in MATLAB: Theory and Practices*. Hoboken, NJ: Scrivener Publishing / John Wiley & Sons. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/9781119631477>

- 10) Lewis, T. G. (2009). *Network Science: Theory and Practice*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/9780470400791> and from <http://libgen.gs/ads.php?md5=2C9D737CF3ED7429BADEEE4C16FB6C1D>
- 11) Louridas, P. (2017). *Real-World Algorithms: A Beginner's Guide*. Cambridge, MA: MIT Press. <https://louridas.github.io/rwa/pages/book-chapters.html> Retrieved from <http://library.lol/main/E49CFBA2D9F426F373E0B3589C1E5618> {Панос, Л. (2018). *Алгоритмы для начинающих: Теория и практика для разработчика. Мировой компьютерный бестселлер*. Москва: Эксмо. Retrieved from <http://library.lol/main/FA8929740682E231812E4574A2111F89>}
- 12) Luke, D.A. (2015). *A User's Guide to Network Analysis in R. Use R!*. Cham: Springer. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/978-3-319-23883-8> {Люк, Д. А. (2017). *Анализ сетей (графов) в среде R. Руководство пользователя*. М.: ДМК Пресс. <http://library.lol/main/F560A5892C45B2F360C28CC3B7EABC3C>}
- 13) Menczer, F., Fortunato, S., & Davis, C. (2020). *A First Course in Network Science*. Cambridge: CUP. Retrieved from <https://doi.org/10.1017/9781108653947>
- 14) Needham, M., & Hodler, A.E. (2019). *Graph Algorithms: Practical Examples in Apache Spark and Neo4j*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media. Retrieved from <https://neo4j.com/graph-algorithms-book/> {Нидхем, М., & Ходлер, Э. (2020). *Графовые алгоритмы. Практическая реализация на платформах Apache Spark и Neo4j*. М.: ДМК Пресс. Retrieved from <https://1lib.eu/book/5964946/402cbc> and from <http://library.lol/main/9E47578DF0ADC5AF63BECD2425F88EBA>}
- 15) Newman, M. (2018). *Networks*. (2nd ed.). New York: Oxford University Press. Retrieved <http://library.lol/main/5226DD61A8E53E82D123F4831ACAF53B>
- 16) Pintello, T. (2012). *Introduction to Networking with Network+*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. Retrieved from <http://bedford-computing.co.uk/learning/wp-content/uploads/2016/04/Networking.pdf>
- 17) Platt, E. L. (2019). *Network Science with Python and NetworkX Quick Start Guide: Explore and visualize network data effectively*. Birmingham: Packt Publishing. <http://library.lol/main/FE58C3A74A00446D888C68AF60B9B3E1>
- 18) Robertazzi, T. G. (2017). *Introduction to Computer Networking*. Cham: Springer. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/978-3-319-53103-8>
- 19) Tanenbaum, A. S., & Austin, T. (2013). *Structured Computer Organization*. (6th ed.). New Jersey: Pearson Education. Retrieved from <http://fuuu.be/polytech/INFOF201/Bouquin%20syst%C3%A8mes%20d%20exploitation.s.pdf> and from <http://library.lol/main/9DB9786FA991A0044EE446AAA83E4BEC> {Таненбаум, Э., & Остин, Т. (2013). *Архитектура компьютера*. (6-е изд.). СПб.: Питер. Retrieved from http://www.dut.edu.ua/uploads/1_1384_57524675.pdf and from <http://library.lol/main/345C04FC70BD5CFD4A542CF620CC9038>}
- 20) Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2014). *Computer Networks*. (5th ed.). Essex: Pearson Education Limited. Retrieved from <http://index-of.es/Varios-2/Computer%20Networks%205th%20Edition.pdf> {Таненбаум, Э., & Уэзеролл, Д. (2012). *Компьютерные сети*. (5-е изд.). СПб.: Питер.}

21) van Steen, M. R. (2010). *Graph Theory and Complex Networks: An Introduction*. Maarten van Steen Publisher. Retrieved from <https://www.distributed-systems.net/index.php/books/gtcn/>

22) van Steen, M. R., & Tanenbaum, A. S. (2018). *Distributed Systems*. (3rd ed.; Version 3.02). Maarten van Steen Publisher. Retrieved from <https://www.distributed-systems.net/index.php/books/ds3/>

23) Zinoviev, D. (2018). *Complex Network Analysis in Python: Recognize → Construct → Visualize → Analyze → Interpret*. Raleigh, NC: The Pragmatic Bookshelf. <http://library.lol/main/8CAF23CBAA060F8E9C8C4AB50C638BF1>

24) Олифер, В., & Олифер, Н. (2020). *Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Юбилейное издание*. СПб.: Питер.

25) Тарнавський, Ю. А. (2018). *Організація комп'ютерних мереж*. Київ: КПІ ім. І. Сікорського. Retrieved from <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/25156>

6.2. Додаткова література до курсу «Основи комп'ютерної інженерії»

26) Barrat, A., Barthélemy, M., & Vespignani, A. (2008). *Dynamical Processes on Complex Networks*. Cambridge: Cambridge University Press. Retrieved from <http://library.lol/main/EEFBCE3072D82D0F8A624188B53473BB> and from <https://www.ipht.fr/Docspht/articles/t10/309/public/Cours2010.pdf> and from <http://carlosreynoso.com.ar/archivos/territorio/Barrat-Dynamical-Processes-on-Complex-Networks.pdf>

27) Belcastro, S.-M. (2018). *Discrete Mathematics with Ducks* (2nd ed.). Boca Raton, FL: Chapman and Hall/CRC. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781315167671>. Retrieved from <http://library.lol/main/CEAD14A67CE215DB4666543D2C71A916>

28) Bhargava, A. Y. (2016). *Grokking Algorithms: An illustrated guide for programmers and other curious people*. Shelter Island, NY: Manning Publications. Retrieved from <https://livebook.manning.com/book/grokking-algorithms> and from <http://library.lol/main/1A699911F1094229B4D6C5DF601A09AD> {Бхаргава А. (2017). *Грокаем алгоритмы. Иллюстрированное пособие для программистов и любопытствующих*. СПб.: Питер. <https://ru.pdfdrive.com/Грокаем-алгоритмы-Иллюстрированное-пособие-для-программистов-и-любопытствующих-e189605074.html>; <http://library.lol/main/D282B0CD819134569304566E30AF9CCC>}

29) Cohen, R., & Havlin, S. (2010). *Complex Networks: Structure, Robustness and Function*. Cambridge: Cambridge University Press. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/258100764_Complex_Networks_Structure_Robustness_and_Function and from <https://doi.org/10.1017/CBO9780511780356> and from <http://library.lol/main/716D353D7A23EAB1D03FE89071AF92B3>

30) Durán, J. M. (2018). *Computer Simulations in Science and Engineering: Concepts - Practices - Perspectives*. The Frontiers Collection. Cham: Springer. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/978-3-319-90882-3>. Available from https://juanmduran.files.wordpress.com/2018/08/cs_in_science_and_engineering.pdf

31) Fritzson, P. (2014). *Principles of Object-Oriented Modeling and Simulation with Modelica 3.3: A Cyber-Physical Approach*. (2nd ed.). Hoboken, NJ: Wiley-IEEE Press. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/9781118989166>

32) Pastor-Satorras, R., & Vespignani, A. (2004). *Evolution and Structure of the Internet: A Statistical Physics Approach*. Cambridge: Cambridge University Press. Retrieved from <http://fizweb.elte.hu/download/Fizikus-MSc/Infokommunikacios-halozatok-modelljei/Evo-and-Struct-of-Internet.pdf> and from <http://library.lol/main/0EAE51463A4DD652D9D1F129861DC7C2>

33) Zimmermann, P., Casamayou, A., Cohen, N., Connan, G., Dumont, T., Fousse, L., Maltey, F., Meulien, M., Mezzarobba, M., Pernet, C., Thiéry, N. M., Bray, E., Cremona, J., Forests, M., Ghitza, A., & Thomas, H. (2018). *Computational Mathematics with SageMath*. Philadelphia, PA: SIAM. Retrieved from <http://sagebook.gforge.inria.fr/english.html>

34) Мельник, А. О., Стіренко, С. Г., Поліновський, В. В., Ситніков, В. С., Купін, А. І., Погорілий, С. Д., Харченко В. С. (2018). *Стандарт вищої освіти України: перший (бакалаврський) рівень, галузь знань 12 – Інформаційні технології, спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія*. Київ: Міністерство освіти і науки України. Retrieved from

<https://mon.gov.ua/storage/app/media/vyshcha/standarty/123.pdf> ;

<https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/123-kompyuterna-inzheneriya-bakalavr.pdf>

35) Поршневу, С. В. (2016). *Математические модели информационных потоков в высокоскоростных магистральных интернет-каналах*. М.: Горячая линия – Телеком. Retrieved from <http://library.lol/main/52D9437E1FF1E212BF5EC6B8CCCA4FB8>

36) Шелухин, О.И. (2011). *Мультифракталы. Инфокоммуникационные приложения*. М.: Горячая линия – Телеком. Retrieved from <http://library.lol/main/C2075F321758B7CFDF43938AF7ECE122>

6.3. Корисні Веб-посилання до курсу «Основи комп'ютерної інженерії»

37) Wireshark. Retrieved from <https://www.wireshark.org/>

38) NetworkX. Retrieved from <https://networkx.org/>

39) NetLogo. Retrieved from <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>

40) SageMath. Retrieved from <https://www.sagemath.org/>

41) Wolfram Cloud. Retrieved from <https://www.wolframcloud.com/>

42) Wolfram|Alpha. Retrieved from <https://www.wolframalpha.com/>

43) Scilab. Retrieved from <https://www.scilab.org/>

44) GNU Octave. Retrieved from <https://www.gnu.org/software/octave/>

45) JModelica.org. Retrieved from <https://jmodelica.org/>

46) OpenModelica. Retrieved from <https://openmodelica.org/>

47) R: The R Project. Retrieved from <https://www.r-project.org/>

48) Geany. Retrieved from <https://www.geany.org/>

49) TDM-GCC. Retrieved from <https://jmeubank.github.io/tdm-gcc/>

50) MinGW | Minimalist GNU for Windows. Retrieved from <http://www.mingw.org/> & <https://sourceforge.net/projects/mingw-w64/>

51) Wireshark Labs by J.F. Kurose & K.W. Ross [June 4, 2020]. Retrieved from https://gaia.cs.umass.edu/kurose_ross/wireshark.htm