

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

Кафедра «Автоматизація виробничих процесів»

  
З А Т В Е Р Д Ж У Ю :  
Ректор ДДМА  
В. Д. Ковальов  
« 28 » 2021 р.



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**„ПРОГРАМНА ОБРОБКА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ”**  
(назва дисципліни)

Галузь знань 15 – «Автоматизація та приладобудування»

Спеціальність 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітній рівень другий (магістерський)

ОНП «Автоматизоване управління технологічними процесами»

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

КРАМАТОРСЬК, 2021

Робоча програма навчальної дисципліни «Програмна обробка наукових досліджень» для студентів галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» 85 с.

Розробник Періг О.В., к.т.н., доцент

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

Керівник групи забезпечення



О.В. Разживін, к.т.н., доцент

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри «Автоматизація виробничих процесів», протокол № 5 від 11.01.2021 року.

Завідувач кафедри АВП:



Г.П. Клименко, д.т.н., професор

Розглянуто і затверджено на засіданні Вченої ради факультету машинобудування, протокол № 06-20/01 від 25.01.2021 року

Голова Вченої ради факультету



В.Д. Кассов, д.т.н., професор

# І ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

## 1.1 Опис дисципліни «Програмна обробка наукових досліджень»

Показники		Галузь знань, спеціальність, ОПП (ОНП), професійне (наукове) спрямування, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
			денна	заочна
Кількість кредитів		Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування». Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».	Обов'язкова дисципліна	
5,5	—			
Загальна кількість годин				
165	—			
Модулів – 4			Рік підготовки	
Змістових модулів – 4			2	—
Індивідуальні науково-дослідні завдання – <b>РГР 1</b> «Основні детерміністичні моделі наукової динаміки»; <b>РГР 2</b> «Основні статистичні розподіли у наукометрії»; <b>РГР 3</b> «Порівняння чисельного та аналітичного розв'язків задачі оптимальної швидкодії ( $J = t_f$ ) для одномірного руху керованого об'єкту»			Семестр	
			3	—
Тижневих годин для <u>денної</u> форми навчання: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 7		Рівень вищої освіти: <u>другий (магістерський) за ОПП (науковеспрямування)</u>	Лекції	
			30	—
			Практичні	
			30	—
			Самостійна робота	
			105	—
			Вид контролю	
			екзамен	—

1.2 Актуальність вивчення дисципліни «Програмна обробка наукових досліджень» у зв'язку із завданнями професійної діяльності та навчання.

Програмна обробка наукових досліджень (ПОНД) – це навчальна дисципліна, пов'язана із теорією та практикою широкомасштабного застосування обчислювальних можливостей вільного науково-технічного програмного забезпечення до розробки простих та ефективних алгоритмів для математичного моделювання та візуалізації детерміністичних, ймовірнісних, статистичних та стохастичних моделей у прикладних автоматизаційних, інформаційно-комунікаційних та комп'ютерно-інтегрованих мультидисциплінарних задачах сучасної наукової динаміки. Сучасна наукова динаміка охоплює широкий спектр автоматизаційних, інформаційно-обчислювальних, кібернетичних та кіберфізичних задач для технічних, соціальних та технічних-і-соціальних процесів і систем у таких багатодисциплінарних галузях як даталогія, наукова продуктивність, науковий менеджмент, інженерія знань, науковий паблішинг, наукометрія, бібліометрія, інформетрія, вебметрія, Індустрія 4.0-та-Освіта 4.0, а також прями та обернені автоматизаційні задачі багаторівневих науково-технічних обчислень. Основними методами програмної обробки наукових досліджень є науково-технічні методи прикладного комп'ютерно-математичного моделювання та автоматизаційні-і-інформаційно-комунікаційні концепти каузального та акаузального комп'ютерного програмування.

Методи, концепції, підходи, методики та комплекс відповідних моделей, які вивчаються в дисципліні «Програмна обробка наукових досліджень», широко застосовуються для навчально-методичного викладення основних положень складних технічних-та-соціальних процесів сучасної наукової динаміки. Навчальна дисципліна ПОНД має на меті як інформаційно-математичне ознайомлення старшокурсників автоматизаційно-приладобудівних спеціальностей із багаторівневою та мультидисциплінарною сферою сучасних наукових досліджень, так і надання студентам ефективного інструментарію у вигляді розрахунково-обчислювальних методик та прикладних комп'ютерних алгоритмів в рамках широкого застосування обчислювальних можливостей сучасних кіберфізичних мов каузального та акаузального програмування.

1.3 Мета дисципліни «Програмна обробка наукових досліджень» – формування когнітивних, афективних та моторних компетенцій в мультидисциплінарній сфері широкого застосування прикладних математичних методів сучасної наукової динаміки та продуктивності у професійній діяльності майбутнього науковця в галузі автоматизації, комунікаційних та комп'ютерно-інтегрованих технологій; опанування та власної розробки широкого спектру детерміністичних, ймовірнісних, статистичних та стохастичних моделей автоматизованих технічно-соціальних наукових процесів та систем, а також успішної прикладної реалізації автоматизаційних-та-комп'ютерних алгоритмів із використанням обчислювальних можливостей сучасних мов кіберфізичного програмування та існуючого вільного програмного забезпечення.

#### 1.4 Завдання дисципліни «Програмна обробка наукових досліджень»:

– ознайомлення старшокурсників із різноманітними напрямками та методологією дослідження наукової динаміки та продуктивності;

– студентоцентричне навчання майбутніх фахівців з автоматизації, комунікаційних та комп'ютерно-інтегрованих технологій практичному використанню прикладних математичних, тобто кількісних, методів для побудови широкого спектру детерміністичних, ймовірнісних, статистичних та стохастичних моделей технічно-соціальних наукових процесів та систем у всіх галузях науково-дослідницької динаміки та продуктивності;

– ознайомлення студентів із ймовірнісно-статистичними індикаторами та індексами для врахування та кількісного опису наукової продуктивності;

– ознайомлення студентів із основними законами статистичної механіки та відповідними математичними моделями, пов'язаними із феноменологічним описом наукової динаміки та дослідницької продуктивності;

– забезпечення формування прикладних теоретичних знань та набуття практичних програмно-обчислювальних навичок для успішного подальшого узагальнення та творчої феноменологічної формалізації поставлених та непоставлених інформаційно-розрахункових завдань, які виникають у різних сферах повсякденної науково-технічної активності інженера-дослідника;

– розвинення у старшокурсників навичок мультидисциплінарного прикладного математичного моделювання із широким залученням розрахунково-обчислювальних можливостей сучасних високорівневих мов програмування;

– докладний дидактичний розгляд широкого спектру прикладних технічних інформаційно-обчислювальних задач, пов'язаних зі статистичною та феноменологічною динамікою сучасних наукових досліджень та наукової продуктивності для всіх мультидисциплінарних областей людської науково-технічної діяльності на рівні інженера-дослідника та наукового менеджера;

– набуття студентами практичних навичок каузального та акаузального алгоритмічного мислення та формування додаткової аргументації при раціональному виборі релевантних чисельних методів комп'ютерного розв'язання прикладних детерміністичних, ймовірнісних, статистичних та стохастичних моделей у інформаційно-обчислювальних задачах феноменологічної динаміки складних технічно-соціальних наукових процесів та систем;

– забезпечення базового рівня розуміння та усвідомленого застосування старшокурсниками нових знань, умінь та навичок шляхом розробки каузальних та акаузальних комп'ютерних алгоритмів та при складанні прикладних розрахункових програм із застосуванням обчислювальних можливостей сучасних мов кіберфізичного програмування для проведення комп'ютерних експериментів в процесі індивідуального вивчення студентами складних прикладних задач наукової динаміки та наукової продуктивності.

– додаткове формування у старшокурсників здатності до послідовного і логічного мислення та належного рівня інформаційно-обчислювальної культури

ри, а також забезпечення розширення професійного науково-технічного кругозору інженера-дослідника з автоматизації, приладобудування та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

1.5 Передумови для вивчення дисципліни «Програмна обробка наукових досліджень»: попереднє вивчення студентами дисциплін «Вища математика», «Теорія ймовірностей», «Математична статистика», «Дискретна математика», «Чисельні методи», «Теорія автоматичного керування», «Технологія програмування складних систем», «Основи наукових досліджень», «Інтелектуальна власність» та «Методологія та організація наукових досліджень».

1.6 Мова викладання: українська.

1.7 Обсяг навчальної дисципліни та його розподіл за видами навчальних занять:

- загальний обсяг становить 165 годин / 5,5 кредитів, в т.ч.:
- денна форма навчання: лекції – 30 годин, практичні – 30 годин, самостійна робота студентів – 105 годин; курсова робота – не планується.
- заочна форма навчання: лекції – — годин, практичні – — години, самостійна робота студентів – — години, курсова робота – не планується.

## II ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Освітня компонента «Програмна обробка наукових досліджень» повинна сформувати наступні програмні результати навчання, що передбачені освітньо-професійною програмою підготовки магістрів з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій:

- Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.
- Застосовувати сучасні технології наукових досліджень, спеціалізований математичний інструментарій для дослідження, моделювання та ідентифікації об'єктів автоматизації.
- Застосовувати методи аналізу, синтезу та оптимізації кіберфізичних виробництв, систем автоматизації управління виробництвом, життєвим циклом продукції та її якістю.
- Виконувати програмну обробку результатів наукових досліджень, обґрунтовувати рішення щодо впровадження систем автоматизації та підвищення якості функціонування технологічних систем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Програмна обробка наукових досліджень» студент повинен продемонструвати достатній рівень сформованості певних результатів навчання через здобуття наступних загальних та спеціальних компетентностей:

- Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

- Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

- Здатність застосовувати сучасні технології наукових досліджень процесів, обладнання, засобів і систем автоматизації, контролю, діагностики, випробування та керування складними організаційно-технічними об'єктами та системами.

- Здатність до здійснення аналізу та програмної обробки результатів досліджень з метою прийняття ефективних рішень та забезпечення якості технологічних систем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Програмнообробканауковихдосліджень» студент повинен продемонструвати достатній рівень сформованості наступних програмних результатів навчання.

В узагальненому вигляді їх можна навести наступним чином:

### *у когнітивній сфері*

студент здатний продемонструвати:

– загальне розуміння, усвідомлення та практичне творче використання прикладних евристичних прийомів аналізу, синтезу, аналізу через синтез, класифікації, узагальнення, систематизації та генерування асоціацій тощо;

– стійку індивідуальну здатність до абстрактного інформаційно-математичного мислення, конструктивного інженерного уявлення, допустимого експериментально-теоретичного узагальнення, успішної багатоітеративної опосередкованості одержуваних нових знань, критичного аналізу об'єктивних переваг та наявних недоліків існуючих підходів та моделей, творчої оцінки та самостійного синтезу нових оригінальних ідей, методик та пропозицій;

– впевнену спроможність до докладного, але до певної міри обмеженого аналітично-інформаційного пошуку, уважного оброблення та порівняльного аналізу доступної науково-технічної інформації з різних джерел, до індивідуальної побудови логічних та послідовних висновків, усвідомленого використання різноманітного математичного формалізму та комп'ютерного синтаксису в рамках індивідуального прогресу щодо загального розуміння, застосування та творчого переосмислення прикладних детерміністичних, ймовірнісних, статистичних та стохастичних моделей;

– здатність до математичного та логічного мислення, адекватного розуміння, формулювання, інтерпретації, допустимої модифікації та зацікавленого дослідження детерміністичних, ймовірнісних, статистичних та стохастичних математичних моделей технічно-соціальних процесів та систем наукової динаміки та дослідницької продуктивності, зокрема дискретних та неперервних феноменологічних математичних моделей, обґрунтування раціонального вибору ефективних методів і підходів для каузального та акаузального розв'язування теоретичних і прикладних кіберфізичних задач в га-

лузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, інтерпретування отриманих графічних, чисельних та аналітичних результатів в різних цільових предметних галузях (науково-технічного, інформаційно-бібліографічного, біомедичного, лінгвістичного, економічного, соціального, освітнього, мистецького, гуманітарного призначення, тощо);

– здатність намагатися постійно вчитися, послідовно, наполегливо і цілеспрямовано оволодівати сучасними інформаційно-технічними знаннями, прикладними математичними моделями динаміки та продуктивності наукових процесів та систем, релевантними мовами ефективного комп'ютерного програмування, об'єктивно оцінювати та відповідально забезпечувати якість виконуваних розрахунково-обчислювальних та лабораторних робіт;

– впевнене вміння адекватно, релевантно, послідовно та творчо застосувати детерміністичні, ймовірнісні, статистичні та стохастичні математичні моделі технічно-соціальних процесів та систем наукової динаміки та дослідницької продуктивності відповідно до наявних об'єктивних технічних умов, в яких наразі функціонують існуючі об'єкти автоматизації, інформатизації та комп'ютеризації в різних предметних галузях (науково-технічного, інформаційно-бібліографічного, біомедичного, лінгвістичного, економічного, соціального, освітнього, мистецького, гуманітарного призначення, тощо);

– вміння грамотно обробляти, згладжувати, інтерполювати, апроксимувати, візуалізувати, тлумачити та узагальнювати отримані чисельні, графічні та аналітичні результати, аналізувати, переосмислювати та представляти їх для цільової аудиторії та непрофесійного загалу, обґрунтувати запропоновані інформаційні рішення на сучасному науково-технічному рівні;

– вміння використовувати, розробляти та досліджувати математичні методи та алгоритми обробки наукових даних із застосуванням обчислювальних можливостей сучасних мов каузального та акаузального програмування.

### ***в афективній сфері***

студент здатний:

– критично осмислювати лекційний та позалекційний навчально-практичний матеріал; вільно, компетентно, послідовно та раціонально будувати власну аргументацію; застосовувати вивчені детерміністичні, ймовірнісні, статистичні та стохастичні математичні моделі технічно-соціальних процесів та систем наукової динаміки та дослідницької продуктивності до відповідних інформаційно-практичних задач сучасних автоматизаційних наук;

– успішно розв'язувати прикладні обчислювальні задачі наукової динаміки та дослідницької продуктивності шляхом застосування розрахунково-обчислювальних можливостей сучасних мов каузального та акаузального програмування, а також багаторівневого використання сучасних систем комп'ютерної алгебри та кіберфізичного моделювання в рамках використання персональних комп'ютерів, реалізовувати високопродуктивні хмарні обчислення на основі сучасних інтернет-сервісів та інформаційних технологій;



- спілкуватися як державною українською, так і міжнародною англійською мовами як усно, так і письмово;
- регулярно співпрацювати із іншими студентами та викладачем в процесі обговорення проблемних моментів на лекційних, обчислювальних лабораторних та практичних заняттях, при виконанні та захисті індивідуальних розрахункових завдань; ініціювати та брати участь у предметній дискусії з прикладних питань навчальної дисципліни «Програмна обробка наукових досліджень», повною мірою розділяти цінності колективної та наукової етики.

### ***у психомоторній сфері***

студент здатний:

- самостійно аналізувати і оцінювати прикладні математичні методи та комп'ютерні алгоритми чисельного розв'язування інформаційних завдань;
- застосовувати математичні методи та моделі феноменологічної наукової динаміки та продуктивності у науково-практичних ситуаціях;
- контролювати результати власних зусиль в навчальному процесі та коригувати (за допомогою викладача) ці зусилля для ліквідації пробілів у засвоєнні навчального матеріалу або формуванні умінь, вмінь та навичок;
- самостійно здійснювати пошук, систематизацію, узагальнення навчально-методичного матеріалу, розробляти варіанти розв'язування завдань й обирати найбільш раціональні з них.

Формулювання спеціальних результатів із їх розподілом за темами представлені нижче:

Тема	Зміст програмного результату навчання
1	<p><i>У когнітивній сфері:</i> студент здатний</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• продемонструвати розуміння базових означень, понять, концепцій, теорем, відповідного математичного та комп'ютерно-алгоритмічного синтаксису, а також практичної наукометричної імплементації основних та додаткових сучасних ймовірісно-статистичних індексів, індикаторів, метрик і показників наукової продуктивності окремих науковців, науково-дослідних організацій та науково-практичних періодичних видань, а також прикладних статистичних характеристик дослідницької успішності в рамках застосування розрахунково-обчислювальних потужностей існуючих бібліографічно-наукометричних систем таких визнаних міжнародних вендорів як Elsevier'sScopus®, ClarivateAnalyticsWeb of Science®, GoogleScholar® та ін.;</li> <li>• пояснити ймовірісно-статистичні принципи прикладного математичного побудування імпаکت фактор-подібних наукометричних індикаторів продуктивності;</li> <li>• докладно продемонструвати практичні знання основних етапів розрахунково-обчислювальної математичної роботи із послідовного побудування ймовірісно-статистичних моделей основних наукометричних індексів наукової продуктивності періодичних видань та дослідницької успішності наукових колективів;</li> <li>• продемонструвати загальне розуміння, інформаційно-наукометричне витлумачення та технічно-соціальні імплікації графічних та чисельних результатів програмної обробки ймовірісно-статистичних моделей імпакт фактор-</li> </ul>

Тема	Зміст програмного результату навчання
	<p>подібних показників для оцінки наукової продуктивності та дослідницької успішності;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• докладно продемонструвати інформаційно-технологічні знання щодо практичного використання обчислювальних можливостей сучасних мов програмування та наявного відкритого програмного забезпечення для дослідження та чисельного розв'язування задач програмної обробки та комп'ютерної візуалізації вивченого комплексу ймовірно-статистичних моделей імпаکت фактор-подібних показників для оцінки наукової продуктивності та дослідницької успішності;</li> </ul> <p><i>в афективній сфері</i></p> <p>студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• критично осмислювати лекційний та позалекційний навчально-методичний матеріал, аргументувати на основі вивченого теоретичного матеріалу, практично застосовувати обчислювальні можливості сучасних мов програмування та вільного програмного забезпечення під час побудови та при графічній візуалізації чисельно-хрзов'язків ймовірно-статистичних задач обчислення імпаکت фактор-подібних наукометричних показників дослідницької продуктивності та успішності;</li> </ul> <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• студент здатний виконати та оформити обчислювальну лабораторну роботу або індивідуальне розрахунково-графічне завдання щодо програмної обробки певного масиву заданих вхідних даних, чисельного визначення та графічної візуалізації результатів розв'язання ймовірно-статистичних задач моделювання імпаکت фактор-подібних наукометричних показників дослідницької продуктивності та успішності, а також провести докладне дослідження результатів розрахунків;</li> </ul>
2	<p><i>У когнітивній сфері:</i></p> <p>студент здатний</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• продемонструвати розуміння базової термінології, відповідного математичного та алгоритмічного формалізму, а також наукометричної імплементації <math>h</math>-подібних ((Hirsch), «Гіршеподібних») загальноживаних сучасних ймовірно-статистичних показників наукового визнання публікацій окремих науковців, науково-дослідних організацій та науково-практичних періодичних видань, а також додаткових статистичних характеристик наукової ефективності в рамках застосування розрахунково-обчислювальних потужностей систем Elsevier's Scopus®, Clarivate Analytics Web of Science®, Google Scholar® та ін.;</li> <li>• пояснити ймовірно-статистичні принципи прикладного математичного моделювання <math>h</math>-подібних наукометричних індикаторів наукової ефективності;</li> <li>• докладно продемонструвати практичні знання основних етапів розрахунково-обчислювальної математичної роботи із послідовного побудування ймовірно-статистичних моделей <math>h</math>-подібних наукометричних індикаторів, а також додаткових показників наукової ефективності та дослідницької успішності та визнання;</li> <li>• продемонструвати загальне розуміння, інформаційно-наукометричне витлумачення та технічно-соціальні імплікації графічних та чисельних результатів програмної обробки ймовірно-статистичних моделей <math>h</math>-подібних наукометричних індикаторів для оцінки наукової ефективності та дослідницької успішності;</li> <li>• докладно продемонструвати інформаційно-технологічні знання щодо практичного використання обчислювальних можливостей сучасних мов програмування та наявного відкритого програмного забезпечення для дослідження та чисельного розв'язування задач програмної обробки та комп'ютерної візуалізації</li> </ul>

Тема	Зміст програмного результату навчання
	<p>вивченого комплексу ймовірно-статистичних моделей «Гіршеподібних» (<math>h</math>-подібних) показників для оцінки наукової ефективності, успішності та визнання;</p> <p><i>в афективній сфері</i> студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>критично осмислювати лекційний та позалекційний навчально-методичний матеріал, аргументувати на основі вивченого теоретичного матеріалу, практично застосовувати обчислювальні можливості сучасних мов програмування та вільного програмного забезпечення під час побудови та при графічній візуалізації чисельних розв'язків ймовірно-статистичних задач обчислення <math>h</math>-подібних наукометричних показників наукової ефективності, успішності та визнання;</li> </ul> <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>студент здатний виконати та оформити обчислювальну лабораторну роботу або індивідуальне розрахунково-графічне завдання щодо програмної обробки певного масиву заданих вхідних даних, чисельного визначення та графічної візуалізації результатів розв'язання ймовірно-статистичних задач моделювання <math>h</math>-подібних наукометричних показників наукової ефективності, успішності та визнання, а також провести докладне дослідження результатів розрахунків;</li> </ul>
3	<p><i>У когнітивній сфері:</i> студент здатний</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>продемонструвати загальне розуміння базової термінології, відповідного математичного та алгоритмічного формалізму, а також наукометричної імплементації Джині (Gini)-подібних порівняльних ймовірно-статистичних показників наукового відхилення, нестабільності, розбіжності, різниці, нерівності, неоднорідності, дисбалансу, стратифікації, ентропійності та когерентності;</li> <li>пояснити ймовірно-статистичні принципи прикладного математичного моделювання Джині-подібних порівняльних наукометричних індикаторів відхилення, нестабільності, розбіжності, різниці, нерівності, неоднорідності, дисбалансу, стратифікації, ентропійності та когерентності досліджень;</li> <li>докладно продемонструвати практичні знання основних етапів розрахунково-обчислювальної математичної роботи із послідовного побудування ймовірно-статистичних моделей Джині-подібних наукометричних індикаторів відхилення, нестабільності, розбіжності, різниці, нерівності, неоднорідності, дисбалансу, стратифікації, ентропійності та когерентності досліджень;</li> <li>продемонструвати загальне розуміння, інформаційно-наукометричне витлумачення та технічно-соціальні імплікації графічних та чисельних результатів програмної обробки ймовірно-статистичних моделей Джині-подібних наукометричних індикаторів відхилення, нестабільності, розбіжності, різниці, нерівності, неоднорідності, дисбалансу, стратифікації, ентропійності та когерентності досліджень;</li> <li>докладно продемонструвати інформаційно-технологічні знання щодо практичного використання обчислювальних можливостей сучасних мов програмування та наявного відкритого програмного забезпечення для дослідження та чисельного розв'язування задач програмної обробки та комп'ютерної візуалізації вивченого комплексу ймовірно-статистичних моделей Джині-подібних наукометричних індикаторів відхилення, нестабільності, розбіжності, різниці,</li> </ul>

Тема	Зміст програмного результату навчання
	<p>нерівності, неоднорідності, дисбалансу, стратифікації, ентропійності та когерентності досліджень;</p> <p><i>в афективній сфері</i> студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>критично осмислювати лекційний та позалекційний навчально-методичний матеріал, аргументувати на основі вивченого теоретичного матеріалу, практично застосовувати обчислювальні можливості сучасних мов програмування та вільного програмного забезпечення під час побудови та при графічній візуалізації чисельних розв'язків ймовірно-статистичних задач обчислення Джині-подібних наукометричних індикаторів відхилення, нестабільності, розбіжності, різниці, нерівності, неоднорідності, дисбалансу, стратифікації, ентропійності та когерентності досліджень;</li> </ul> <p><i>у психомоторній сфері</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>студент здатний виконати та оформити обчислювальну лабораторну роботу або індивідуальне розрахунково-графічне завдання щодо програмної обробки певного масиву заданих вхідних даних, чисельного визначення та графічної візуалізації результатів розв'язання ймовірно-статистичних задач моделювання Джині-подібних наукометричних індикаторів відхилення, нестабільності, розбіжності, різниці, нерівності, неоднорідності, дисбалансу, стратифікації, ентропійності та когерентності досліджень, а також виконати докладне дослідження та витлумачення результатів проведених розрахунків;</li> </ul>
4	<p><i>У когнітивній сфері</i>: студент здатний</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>продемонструвати розуміння базової термінології, відповідного математичного та комп'ютерно-алгоритмічного формалізму, а також наукометричної імплементації основних гаусівських та негаусівських розподілів статистичної динаміки; Ципфо (Zipf)-подібних стабільних негаусівських розподілів Ципфа (Zipf), Ципфа-Парето (Zipf-Pareto), Ципфа-Мандельброта (Zipf-Mandelbrot) та ін.; а також частотних статистичних підходів та законів Лотка (Lotka), Парето (Pareto) і Ортеги-і-Гассета (Ortega y Gasset) до наукометричного опису дослідницької продуктивності та концентраційно-дисперсійного ефекту наукової динаміки;</li> <li>пояснити основні принципи частотного негаусівського моделювання дослідницької продуктивності та наукової рутини в рамках застосування законів Лотка (Lotka), Парето (Pareto) та Ортеги-і-Гассета (Ortega y Gasset);</li> <li>докладно продемонструвати практичні знання основних етапів розрахунково-обчислювальної математичної роботи із послідовного побудування ймовірно-статистичних моделей Ципфо (Zipf)-подібних стабільних негаусівських розподілів Ципфа (Zipf), Ципфа-Парето (Zipf-Pareto), Ципфа-Мандельброта (Zipf-Mandelbrot), а також частотних статистичних підходів та законів Лотка (Lotka), Парето (Pareto) і Ортеги-і-Гассета (Ortega y Gasset) до наукометричного опису дослідницької продуктивності та концентраційно-дисперсійного ефекту наукової динаміки;</li> <li>продемонструвати загальне розуміння, інформаційно-наукометричне витлумачення та технічно-соціальні імплікації графічних та чисельних результатів програмної обробки ймовірно-статистичних моделей Ципфо (Zipf)-подібних стабільних негаусівських розподілів Ципфа (Zipf), Ципфа-Парето (Zipf-Pareto), Ци-</li> </ul>

Тема	Зміст програмного результату навчання
	<p>пфа-Мандельброта (Zipf–Mandelbrot), а також частотних статистичних підходів та законів Лотка (Lotka), Парето (Pareto) і Ортеги-і-Гассета (Ortega y Gasset);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• докладно продемонструвати інформаційно-технологічні знання щодо практичного використання обчислювальних можливостей сучасних мов програмування та наявного відкритого програмного забезпечення для дослідження та чисельного розв’язування задач програмної обробки та комп’ютерної візуалізації вивченого комплексу ймовірно-статистичних моделей Ципфо (Zipf)-подібних стабільних негаусівських розподілів Ципфа (Zipf), Ципфа-Парето (Zipf-Pareto), Ципфа-Мандельброта (Zipf–Mandelbrot), а також частотних статистичних підходів та законів Лотка (Lotka), Парето (Pareto) і Ортеги-і-Гассета (Ortega y Gasset) до наукометричного опису дослідницької продуктивності та концентраційно-дисперсійного ефекту наукової динаміки;</li> </ul> <p><i>в афективній сфері</i></p> <p>студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• критично осмислювати лекційний та позалекційний навчально-методичний матеріал, аргументувати на основі вивченого теоретичного матеріалу, практично застосовувати обчислювальні можливості сучасних мов програмування та вільного програмного забезпечення під час побудови та при графічній візуалізації чисельних розв’язків ймовірно-статистичних задач обчислення Ципфо (Zipf)-подібних стабільних негаусівських розподілів Ципфа (Zipf), Ципфа-Парето (Zipf-Pareto), Ципфа-Мандельброта (Zipf–Mandelbrot), а також частотних статистичних підходів та законів Лотка (Lotka), Парето (Pareto) і Ортеги-і-Гассета (Ortega y Gasset) до наукометричного опису дослідницької продуктивності та концентраційно-дисперсійного ефекту наукової динаміки;</li> </ul> <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• студент здатний виконати та оформити обчислювальну лабораторну роботу або індивідуальне розрахунково-графічне завдання щодо програмної обробки певного масиву заданих вхідних даних, чисельного визначення та графічної візуалізації результатів розв’язання ймовірно-статистичних задач прикладного комп’ютерного моделювання Ципфо (Zipf)-подібних стабільних негаусівських розподілів Ципфа (Zipf), Ципфа-Парето (Zipf-Pareto), Ципфа-Мандельброта (Zipf–Mandelbrot), а також частотних статистичних підходів та законів Лотка (Lotka), Парето (Pareto) і Ортеги-і-Гассета (Ortega y Gasset), а також провести докладне чисельне дослідження та статистично-динамічне витлумачення результатів розрахунків щодо наукометричного опису дослідницької продуктивності та концентраційно-дисперсійного ефекту наукової динаміки;</li> </ul>
5	<p><i>У когнітивній сфері:</i></p> <p>студент здатний</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• продемонструвати розуміння базової термінології, відповідного математичного та комп’ютерно-алгоритмічного формалізму, а також наукометричної імплементації основних рангових статистичних підходів та законів Ципфа (Zipf), Ципфа-Мандельброта (Zipf–Mandelbrot), Бредфорда (Bradford), Леймкулера (Leimkuhler), Джині (Gini), Св. Матвія-Мертонна (St. Matthew–Merton), Менарда (Menard), Гілберта (Gilbert), Вольфрама (Wolfram), Гомперца (Gompertz), Егге (Egghe), Веа (Ware), а також як для епідемічних моделей Лотки-Вольтерри (Lotka–</li> </ul>

Тема	Зміст програмного результату навчання
	<p>Volterra) у застосуванні до задач наукової динаміки популяцій науковців та публікацій відповідно до досліджень Кіса (Kiss), Ландау-Рапопорта (Landau–Rapoport), Гофмана (Goffman), Новаковської (Nowakowska), Дейлі (Daley), Хармона (Harmon), Барбура-Утева (Barbour–Utev), Ебі (Abbey), Джаккеза (Jacquez), так і для неепідемічних моделей росту знань та зростання кількості журнальних цитат для опублікованих наукових рукописів відповідно до сучасних робіт Прайса (Price), Шидловски-Кравця (Szydowski-Krawiez), Сангвала-Кащієва (Sangwal–Kashchiev);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пояснити основні концептуальні та обчислювальні принципи рангових статистичних підходів та законів, а також епідемічних та неепідемічних моделей сучасної наукової динаміки для популяцій науковців, академічних журнальних публікацій та відповідних наукометричних цитат опублікованих журнальних робіт;</li> <li>• докладно продемонструвати практичні знання основних етапів розрахунково-обчислювальної математичної роботи із послідовного побудування як рангових статистичних моделей, так і епідемічних та неепідемічних моделей сучасної наукової динаміки для еволюції популяцій науковців, академічних журнальних публікацій та відповідних наукометричних цитат опублікованих журнальних робіт;</li> <li>• продемонструвати загальне розуміння, інформаційно-наукометричне витлумачення та технічно-соціальні імплікації графічних та чисельних результатів програмної обробки як ймовірно-статистичних моделей Ципфа (Zipf), Ципфа-Мандельброта (Zipf–Mandelbrot), Бредфорда (Bradford), Леймкулера (Leimkuhler), Джині (Gini), Св. Матвія-Мертонна (St. Matthew–Merton), Менарда (Menard), Гілберта (Gilbert), Вольфрама (Wolfram), Гомперца (Gompertz), Егге (Egghe), Веа (Ware), так і детерміністичних моделей Кіса (Kiss), Ландау-Рапопорта (Landau–Rapoport), Гофмана (Goffman), Новаковської (Nowakowska), Дейлі (Daley), Хармона (Harmon), Барбура-Утева (Barbour–Utev), Ебі (Abbey), Джаккеза (Jacquez), Прайса (Price), Шидловски-Кравця (Szydowski-Krawiez), Сангвала-Кащієва (Sangwal–Kashchiev);</li> <li>• докладно продемонструвати інформаційно-технологічні знання щодо практичного використання обчислювальних можливостей сучасних мов програмування та наявного відкритого програмного забезпечення для дослідження та чисельного розв’язування задач програмної обробки та комп’ютерної візуалізації вивченого комплексу як ймовірно-статистичних моделей Ципфа (Zipf), Ципфа-Мандельброта (Zipf–Mandelbrot), Бредфорда (Bradford), Леймкулера (Leimkuhler), Джині (Gini), Св. Матвія-Мертонна (St. Matthew–Merton), Менарда (Menard), Гілберта (Gilbert), Вольфрама (Wolfram), Гомперца (Gompertz), Егге (Egghe), Веа (Ware), так і детерміністичних моделей Кіса (Kiss), Ландау-Рапопорта (Landau–Rapoport), Гофмана (Goffman), Новаковської (Nowakowska), Дейлі (Daley), Хармона (Harmon), Барбура-Утева (Barbour–Utev), Ебі (Abbey), Джаккеза (Jacquez), Прайса (Price), Шидловски-Кравця (Szydowski-Krawiez), Сангвала-Кащієва (Sangwal–Kashchiev) сучасної наукової динаміки для популяцій науковців, академічних журнальних публікацій та відповідних наукометричних цитат опублікованих журнальних робіт;</li> </ul> <p><i>в афективній сфері</i></p> <p>студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• критично осмислювати лекційний та позалекційний навчально-методичний матеріал, аргументувати на основі вивченого теоретичного матеріалу, практично застосовувати обчислювальні можливості сучасних мов програмування та вільного програмного забезпечення під час побудови та при графічній візуалізації чисельних розв’язків як ймовірно-статистичних моделей Ципфа (Zipf), Ципфа-Мандельброта (Zipf–Mandelbrot), Бредфорда (Bradford), Леймкулера (Leimkuhler),</li> </ul>

Тема	Зміст програмного результату навчання
	<p>Джині (Gini), Св. Матвія-Мертонна (St. Matthew–Merton), Менарда (Menard), Гілберта (Gilbert), Вольфрама (Wolfram), Гомперца (Gompertz), Егге (Egghe), Веа (Ware), так і детерміністичних моделей Кіса (Kiss), Ландау-Рапопорта (Landau–Rapoport), Гофмана (Goffman), Новаковської (Nowakowska), Дейлі (Daley), Хармона (Harmon), Барбура-Утева (Barbour–Utev), Ебі (Abbey), Джеккеса (Jacquez), Прайса (Price), Шидловски-Кравця (Szydowski-Krawiez), Сангвала-Кашієва (Sangwal–Kashchiev) сучасної наукової динаміки для популяції науковців, академічних журнальних публікацій та відповідних наукометричних цитат опублікованих журнальних робіт;</p> <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>студент здатний виконати та оформити обчислювальну лабораторну роботу або індивідуальне розрахунково-графічне завдання щодо програмної обробки певного масиву заданих вхідних даних, чисельного визначення, графічної візуалізації та наукометричного витлумачення результатів машинного розв’язання як ймовірно-статистичних моделей Ципфа (Zipf), Ципфа-Мандельброта (Zipf–Mandelbrot), Бредфорда (Bradford), Леймкулера (Leimkuhler), Джині (Gini), Св. Матвія-Мертонна (St. Matthew–Merton), Менарда (Menard), Гілберта (Gilbert), Вольфрама (Wolfram), Гомперца (Gompertz), Егге (Egghe), Веа (Ware), так і детерміністичних моделей Кіса (Kiss), Ландау-Рапопорта (Landau–Rapoport), Гофмана (Goffman), Новаковської (Nowakowska), Дейлі (Daley), Хармона (Harmon), Барбура-Утева (Barbour–Utev), Ебі (Abbey), Джеккеса (Jacquez), Прайса (Price), Шидловски-Кравця (Szydowski-Krawiez), Сангвала-Кашієва (Sangwal–Kashchiev) сучасної феноменологічної наукової динаміки для популяції науковців, академічних журнальних публікацій та відповідних наукометричних цитат опублікованих журнальних робіт;</li> </ul>
6	<p><i>У когнітивній сфері</i> студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>продемонструвати розуміння базової термінології, відповідного математичного та комп’ютерно-алгоритмічного формалізму, а також наукометричної імплементації детерміністичної економіко-динамічної моделі науково-технічного розвитку системи наука-економіка, а також пов’язаних означень та співвідношень для швидкості зростання наукового знання, законів експоненціального росту знання в усталеній сфері дослідження та подвійного експоненціального зростання у новій сфері досліджень в роботах Боренштейна (Borensztein), Дедріка (Dedrick), Поппера-Вагнера (Popper-Wagner), Менсфілда (Mansfield), Яблонського (Yablonskii), Кобба-Дугласа (Cobb-Douglas), Ауліна (Aulin);</li> <li>продемонструвати розуміння базової термінології, відповідного математичного та комп’ютерно-алгоритмічного формалізму, а також наукометричної імплементації більш складних математичних співвідношень для наступних ймовірно-статистичних процесів та розподілів: точкового процесу, стохастичного точкового процесу, пуассонівського точкового процесу, неоднорідного пуассонівського точкового процесу, пуассонівського процесу із випадковою інтенсивністю (або подвійно-стохастичного процесу Пуассона (Poisson) або процесу Кокса (Cox)), процесу Юла (Yule), процесу Грінвуда-Юла (Greenwood-Yule) (або гамма-пуассонівського процесу), узагальненого зворотного процесу Гаусса-Пуассона (GIGP), процесу Варінга (Waring) (або негативного біноміального</li> </ul>

Тема	Зміст програмного результату навчання
	<p>процесу), урізаного процесу Варінга (Waring), багатовимірною процесу Варінга, а також таких додаткових наукометричних функцій як функції розподілу ймовірності застарівання, функції розподілу старіння та функції застарівання;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• продемонструвати розуміння базової термінології, відповідного математичного та комп'ютерно-алгоритмічного формалізму, а також наукометричної імплементації для наступних ймовірнісно-статистичних моделей: (а) ймовірнісних моделей для механізмів генерації наукової інформації (відповідно до робіт Барела (Burrell), Кокса (Cox), Грандела (Grandell), Січеля (Sichel), Ірвіна (Irvin)); (б) ймовірнісних моделей для публікаційної динаміки (відповідно до досліджень Юла (Yule), Саймона-Боніні (Simon-Bonini), Брауна (Brown), О'Коннела (O'Connell), Олдоса (Aldous)); (в) ймовірнісних моделей для експоненціального росту науки; (г) ймовірнісних моделей для кінцевого часу роботи дослідника над задачами із певної області досліджень; (д) ймовірнісних моделей для динаміки цитування множини наукових статей, опублікованих одночасно (відповідно до робіт Реднера (Redner), Сарлі (Sarli), Вонга (Wang), Барела (Burrell), Егге (Egge), Руссо (Rousseau), Кокса-Ішама (Cox-Isham), Кінгмена (Kingman), Мікоша (Mikosch), Тіджми (Tijms), Надараджана-Коца (Nadarajan-Kotz), Росса (Ross)); (е) ймовірнісних моделей для наукових журнальних цитат із динамікою появи за зразком «сплячих красунь» (відповідно до робіт ван Раана (van Raan)); (є) ймовірнісних моделей для наукових журнальних цитат із динамікою появи за зразком «падаючих зірок» (відповідно до робіт Грандела (Grandell), Клагмена (Klugman), Беннета (Bennet), Райсса-Томаса (Reiss-Thomas), Барела (Burrell)); (ж) ймовірнісних моделей для стохастичного процесу старіння та смерті наукової інформації (відповідно до робіт Яблонського (Yablonskii)); (з) ймовірнісних моделей для нестационарних процесів народження як журнальних статей, так і наукових цитат; (и) ймовірнісних моделей для процесів еміграції кваліфікованих кадрів («відтоку мізків»); (і) ймовірнісних моделей для урахування віку цитат (відповідно до робіт Барела (Burrell)).</li> <li>• пояснити основні концептуальні та обчислювальні принципи детерміністичної економіко-динамічної моделі науково-технічного розвитку системи наука-економіка, а також пов'язаних прикладних математичних співвідношень;</li> <li>• пояснити основні концептуальні та обчислювальні принципи для програмної обробки статистичних процесів та розподілів Пуассона, Кокса, Юла, Грінвуда-Юла, Гаусса-Пуассона, Варінга, а також наукометричних функцій розподілу ймовірності застарівання, функції розподілу старіння та функції застарівання;</li> <li>• пояснити основні концептуальні та обчислювальні принципи для наступних ймовірнісно-статистичних моделей сучасних наукометричних процесів: (а) для механізмів генерації наукової інформації; (б) для публікаційної динаміки; (в) для експоненціального росту науки; (г) для кінцевого часу роботи дослідника над задачами із певної області досліджень; (д) для динаміки цитування множини наукових статей, опублікованих одночасно; (е) для наукових журнальних цитат із динамікою появи за зразком «сплячих красунь»; (є) для наукових журнальних цитат із динамікою появи за зразком «падаючих зірок»; (ж) для стохастичного процесу старіння та смерті наукової інформації; (з) для нестационарних процесів народження як журнальних статей, так і наукових цитат; (и) для процесів еміграції кваліфікованих кадрів («відтоку мізків»); (і) для урахування віку журнальних цитат;</li> <li>• докладно продемонструвати загальне розуміння та безпосередні практичні знання основних етапів розрахунково-обчислювальної математичної роботи із послідовного побудування детерміністичної економіко-динамічної моделі науково-технічного розвитку системи наука-економіка, а також прикладного математичного</li> </ul>



Тема	Зміст програмного результату навчання
	<p>обчислення пов'язаних феноменологічних співвідношень для швидкості зростання наукового знання, законів експоненціального росту нового знання в усталеній сфері науково-технічного дослідження та подвійного експоненціального зростання нових знань у новій сфері наукових досліджень;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• докладно продемонструвати практичні знання основних етапів розрахунково-обчислювальної математичної роботи із послідовної обробки, побудування та візуалізації більш складних математичних співвідношень для статистичних процесів та розподілів Пуассона, Кокса, Юла, Грінвуда-Юла, Гаусса-Пуассона, Варінга, а також наукометричних функцій розподілу ймовірності застарівання, функції розподілу старіння та функції застарівання наукової інформації;</li> <li>• докладно продемонструвати практичні знання основних етапів розрахунково-обчислювальної математичної роботи із послідовного побудування наступних ймовірнісно-статистичних моделей: (а) для механізмів генерації наукової інформації; (б) для публікаційної динаміки; (в) для експоненціального росту науки; (г) для кінцевого часу роботи дослідника над задачами із певної області досліджень; (д) для динаміки цитування множини наукових статей, опублікованих одночасно; (е) для наукових журнальних цитат із динамікою появи за зразком «сплячих красунь»; (є) для наукових журнальних цитат із динамікою появи за зразком «падаючих зірок»; (ж) для стохастичного процесу старіння та смерті наукової інформації; (з) для нестационарних процесів народження як журнальних статей, так і наукових цитат; (и) для процесів еміграції кваліфікованих кадрів («відтоку мізків»); (і) для урахування віку журнальних цитат;</li> <li>• продемонструвати загальне розуміння, інформаційно-наукометричне витлумачення та технічно-соціальні імплікації графічних та чисельних результатів програмної обробки детерміністичної економіко-динамічної моделі науково-технічного розвитку системи наука-економіка;</li> <li>• продемонструвати загальне розуміння, інформаційно-наукометричне витлумачення та технічно-соціальні імплікації графічних та чисельних результатів програмної обробки більш складних математичних співвідношень для статистичних процесів та розподілів Пуассона, Кокса, Юла, Грінвуда-Юла, Гаусса-Пуассона, Варінга, а також наукометричних функцій розподілу ймовірності застарівання, функції розподілу старіння та функції застарівання наукової інформації;</li> <li>• продемонструвати загальне розуміння, інформаційно-наукометричне витлумачення та технічно-соціальні імплікації графічних та чисельних результатів програмної обробки наступних ймовірнісних моделей: (а) для механізмів генерації наукової інформації; (б) для публікаційної динаміки; (в) для експоненціального росту науки; (г) для кінцевого часу роботи дослідника над задачами із певної області досліджень; (д) для динаміки цитування множини наукових статей, опублікованих одночасно; (е) для наукових журнальних цитат із динамікою появи за зразком «сплячих красунь»; (є) для наукових журнальних цитат із динамікою появи за зразком «падаючих зірок»; (ж) для стохастичного процесу старіння та смерті наукової інформації; (з) для нестационарних процесів народження як журнальних статей, так і наукових цитат; (и) для процесів еміграції кваліфікованих кадрів («відтоку мізків»); (і) для урахування віку журнальних цитат;</li> <li>• докладно продемонструвати інформаційно-технологічні знання щодо прикладного математичного використання обчислювальних можливостей сучасних мов програмування та наявного відкритого програмного забезпечення для якісного дослідження та чисельного розв'язування практичних задач програмної обробки та комп'ютерної візуалізації результатів акаузального моделювання режимів функціо-</li> </ul>

Тема	Зміст програмного результату навчання
	<p>нування вивченої детерміністичної економіко-динамічної моделі науково-технічного розвитку системи наука-економіка, а також пов'язаних співвідношень для швидкості зростання наукового знання, законів експоненціального росту знання</p> <p>В усталеній сфері науково-технічного дослідження та подвійного експоненціального зростання наукових знань у новій сфері досліджень;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• докладно продемонструвати інформаційно-технологічні знання щодо практичного використання обчислювальних можливостей сучасних мов програмування та наявного відкритого програмного забезпечення для дослідження та чисельного розв'язування задач програмної обробки та комп'ютерної візуалізації вивченого комплексу більш складних математичних співвідношень для статистичних процесів та розподілів Пуассона, Кокса, Юла, Грінвуда-Юла, Гаусса-Пуассона, Варінга, а також наукометричних функцій розподілу ймовірності застарівання, функції розподілу старіння та функції застарівання наукової інформації;</li> <li>• докладно продемонструвати інформаційно-технологічні знання щодо практичного використання обчислювальних можливостей сучасних мов програмування та наявного відкритого програмного забезпечення для дослідження та чисельного розв'язування задач програмної обробки та комп'ютерної візуалізації вивченого комплексу наступних ймовірнісно-статистичних моделей: (а) для механізмів генерації наукової інформації; (б) для публікаційної динаміки; (в) для експоненціального росту науки; (г) для кінцевого часу роботи дослідника над задачами із певної області досліджень; (д) для динаміки цитування множини наукових статей, опублікованих одночасно; (е) для наукових журнальних цитат із динамікою появи за зразком «сплячих красунь»; (є) для наукових журнальних цитат із динамікою появи за зразком «падаючих зірок»; (ж) для стохастичного процесу старіння та смерті наукової інформації; (з) для нестационарних процесів народження як журнальних статей, так і наукових цитат; (и) для процесів еміграції кваліфікованих кадрів («відтоку мізків»); (і) для урахування віку журнальних цитат;</li> </ul> <p><i>в афективній сфері</i></p> <p>студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• критично осмислювати лекційний та позалекційний навчально-методичний матеріал, аргументувати на основі вивченого теоретичного матеріалу, практично застосовувати обчислювальні можливості сучасних мов програмування та вільного програмного забезпечення під час побудови та при графічній візуалізації чисельних розв'язків вивченої детерміністичної економіко-динамічної моделі науково-технічного розвитку системи наука-економіка, а також пов'язаних співвідношень для швидкості зростання нового наукового знання для різних етапів науки;</li> <li>• критично осмислювати лекційний та позалекційний навчально-методичний матеріал, аргументувати на основі вивченого теоретичного матеріалу, практично застосовувати обчислювальні можливості сучасних мов програмування та вільного програмного забезпечення під час побудови та при графічній візуалізації чисельних розв'язків задач програмної обробки та комп'ютерної візуалізації вивченого комплексу більш складних математичних співвідношень для статистичних процесів та розподілів Пуассона, Кокса, Юла, Грінвуда-Юла, Гаусса-Пуассона, Варінга, а також наукометричних функцій розподілу ймовірності застарівання, функції розподілу старіння та функції застарівання наукової інформації;</li> <li>• критично осмислювати лекційний та позалекційний навчально-методичний матеріал, аргументувати на основі вивченого теоретичного матеріалу, практично застосовувати обчислювальні можливості сучасних мов програмування та вільного</li> </ul>

Тема	Зміст програмного результату навчання
	<p>програмного забезпечення під час побудови та при графічній візуалізації чисельних розв'язківвивченого комплексу наступних ймовірнісно-статистичних моделей: (а) для механізмів генерації наукової інформації; (б) для публікаційної динаміки; (в) для експоненціального росту науки; (г) для кінцевого часу роботи дослідника над задачами із певної області досліджень; (д) для динаміки цитування множини наукових статей, опублікованих одночасно; (е) для наукових журнальних цитат із динамікою появи за зразком «сплячих красунь»; (є) для наукових журнальних цитат із динамікою появи за зразком «падаючих зірок»; (ж) для стохастичного процесу старіння та смерті наукової інформації; (з) для нестационарних процесів народження як журнальних статей, так і наукових цитат; (и) для процесів еміграції кваліфікованих кадрів («відтоку мізків»); (і) для урахування віку журнальних цитат;</p> <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• студент здатний виконати та оформити обчислювальну лабораторну роботу або індивідуальне розрахунково-графічне завдання щодо програмної обробки певного масиву заданих вхідних даних, чисельного визначення, графічної візуалізації та наукометричного витлумачення результатів машинного розв'язаннявивченої детерміністичної економіко-динамічної моделі науково-технічного розвитку системи наука-економіка, а також пов'язаних співвідношень для швидкості зростання усталеного та нового наукового знання;</li> <li>• студент здатний виконати та оформити обчислювальну лабораторну роботу або індивідуальне розрахунково-графічне завдання щодо програмної обробки певного масиву заданих вхідних даних, чисельного визначення, графічної візуалізації та наукометричного витлумачення результатів машинного розв'язаннябільш складних математичних співвідношень для статистичних процесів та розподілів Пуассона, Кокса, Юла, Грінвуда-Юла, Гаусса-Пуассона, Варінга, а також наукометричних функцій розподілу ймовірності застарівання, функції розподілу старіння та функції застарівання наукової інформації;</li> <li>• студент здатний виконати та оформити обчислювальну лабораторну роботу або індивідуальне розрахунково-графічне завдання щодо програмної обробки певного масиву заданих вхідних даних, чисельного визначення, графічної візуалізації та наукометричного витлумачення результатів машинного розв'язаннянаступних ймовірнісно-статистичних моделей: (а) для механізмів генерації наукової інформації; (б) для публікаційної динаміки; (в) для експоненціального росту науки; (г) для кінцевого часу роботи дослідника над задачами із певної області досліджень; (д) для динаміки цитування множини наукових статей, опублікованих одночасно; (е) для наукових журнальних цитат із динамікою появи за зразком «сплячих красунь»; (є) для наукових журнальних цитат із динамікою появи за зразком «падаючих зірок»; (ж) для стохастичного процесу старіння та смерті наукової інформації; (з) для нестационарних процесів народження як журнальних статей, так і наукових цитат; (и) для процесів еміграції кваліфікованих кадрів («відтоку мізків»); (і) для урахування віку журнальних цитат;</li> </ul>
7	<p><i>У когнітивній сфері:</i></p> <p>студент здатний</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• продемонструвати розуміння базової термінології, відповідного математичного та комп'ютерно-алгоритмічного формалізму, а також наукометрич-</li> </ul>

Тема	Зміст програмного результату навчання
	<p>ної імплементації як у задачах статистичного моделювання наукометричних процесів журнального цитування: <math>(a_1)</math> <math>h</math>-індексу Гірша (Hirsch) із застосуванням розподілу Парето (Pareto) відповідно до роботи Глензеля (Glänzel); <math>(b_1)</math> <math>h</math>-індексу Гірша (Hirsch) із застосуванням екстремального значення <math>r</math>-ї характеристики Гумбеля (Gumbel); <math>(c_1)</math> <math>h</math>-індексу Гірша (Hirsch) із застосуванням розподілу Прайса (Price); <math>(z_1)</math> <math>h</math>-індексу Гірша (Hirsch) із застосуванням розподілу Пуассона (Poisson); <math>(d_1)</math> обробки бібліометричних даних із застосуванням узагальненого зворотного розподілу Гаусса-Пуассона (GIGP=GeneralizedInverseGaussian–PoissonDistribution), так і у задачах варіаційного моделювання наукової продуктивності: <math>(a_2)</math> варіаційного характеру лінгвістичного закону Ципфа (Zipf); <math>(b_2)</math> варіаційного принципу Больцмана (Boltzmann) до статистичного опису зусилля науковця за Яблонським (Yablonsky); <math>(e_2)</math> наукометричної умови статистичної рівноваги, інформаційної ентропії, інформаційної «температури» та журнальної публікаційної ймовірності для термодинамічної системи «дослідник-наукова організація» зі статистичною механікою за законом Ципфа-Парето (Zipf-Pareto);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пояснити основні концептуальні та обчислювальні принципи як у задачах статистичного моделювання наукометричних процесів журнального цитування із застосуванням <math>h</math>-індексу Гірша, так і у задачах варіаційного моделювання процесів наукової ефективності та продуктивності системи «дослідник-наукова організація»;</li> <li>• докладно продемонструвати практичні знання та розуміння основних етапів розрахунково-обчислювальної математичної роботи із послідовного побудування прикладних математичних моделей як у задачах статистичного моделювання <math>h</math>-індексу Гірша для журнального цитування, так і у задачах варіаційного моделювання наукової продуктивності та ефективності дослідника та організації;</li> <li>• продемонструвати загальне розуміння, інформаційно-наукометричне витлумачення та технічно-соціальні імплікації графічних та чисельних результатів програмної обробки як ймовірно-статистичних моделей Парето, Гумбеля, Прайса, Пуассона, Гаусса-Пуассона для <math>h</math>-індексу Гірша, так і варіаційних моделей Ципфа, Ципфа-Парето, Больцмана та Яблонського для наукової «термодинаміки» інформаційної системи «науковець-наукова організація»;</li> <li>• докладно продемонструвати інформаційно-технологічні знання щодо практичного використання обчислювальних можливостей сучасних мов програмування та наявного відкритого програмного забезпечення для дослідження та чисельного розв'язування задач програмної обробки та комп'ютерної візуалізації вивченого комплексу як ймовірно-статистичних моделей Парето, Гумбеля, Прайса, Пуассона, Гаусса-Пуассона для <math>h</math>-індексу Гірша, так і варіаційних моделей Ципфа, Ципфа-Парето, Больцмана та Яблонського для наукової «термодинаміки» інформаційної системи «науковець-наукова організація»;</li> </ul> <p><i>в афективній сфері</i></p> <p>студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• критично осмислювати лекційний та позалекційний навчально-методичний матеріал, аргументувати на основі вивченого теоретичного матеріалу, практично застосовувати обчислювальні можливості сучасних мов програмування та вільного програмного забезпечення під час побудови та при графічній візуалізації чисельних розв'язків як ймовірно-статистичних моделей Парето, Гумбеля, Прайса, Пуассона, Гаусса-Пуассона для <math>h</math>-індексу Гірша, так і варіаційних моделей Ципфа, Ципфа-Парето, Больцмана та Яблонського для наукометричної «термодинаміки»</li> </ul>

Тема	Зміст програмного результату навчання
	<p>інформаційної системи «науковець-наукова організація»;</p> <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>студент здатний виконати та оформити обчислювальну лабораторну роботу або індивідуальне розрахунково-графічне завдання щодо програмної обробки певного масиву заданих вхідних даних, чисельного визначення, графічної візуалізації та наукометричного витлумачення результатів машинного розв'язання ймовірно-статистичних моделей Парето, Гумбеля, Прайса, Пуассона, Гаусса-Пуассона для <math>h</math>-індексу Гірша, так і варіаційних моделей Ципфа, Ципфа-Парето, Больцмана та Яблонського для наукової «термодинаміки» інформаційної системи «науковець-наукова організація»;</li> </ul>
8	<p><i>У когнітивній сфері:</i> студент здатний</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>продемонструвати розуміння базової термінології, відповідного прикладного математичного та комп'ютерно-алгоритмічного формалізму, а також наукометричної імплементації у наступних задачах ймовірно-статистичного моделювання: <ul style="list-style-type: none"> <li>(а) наукометричних процесів еволюції наукової продуктивності та кар'єрного руху науковця у дослідницькій спільноті різного віку із застосуванням рівняння типу Фоккера-Планка (Fokker-Planck) відповідно до робіт Романова-Терехова (Romanov-Terekhov); (б) впливу чисельності дослідницької спільноти на ефективність розв'язання більш складних наукових проблем відповідно до робіт Яблонського (Yablonskii), Вагнера-Лейдесдорфа (Wagner-Leydesdorff), Стіхве (Stichweh) для складності наукової організації; (в) оцінки якості таких дискретних наукометричних процесів як редакційна робота та активність рецензента, а також поширення сигналів управління у наукометричних процесах сучасного наукового менеджменту в рамках застосування бінарних регресійних моделей, логіт-моделей, моделей порядкової регресії, регресійної моделі Пуассона та узагальненого розподілу Ципфа для програмної обробки категорійно-якісних та дискретних даних відповідно до робіт Дешахта-Енгельса (Deschacht-Engels), ван Далена-Хенкенса (VanDalen-Henkens), Феддерке (Fedderke), Рокача (Rokach), Єнсена (Jensen), Ваккарі (Vakkari), Енгельса (Engels), Сіна (Sin), Аббасі (Abbasi), Волтерса (Walters), Борнмана-Даніеля (Bornmann-Daniel), а також Баржака-Робінсона (Barjak-Robinson);</li> <li>пояснити основні принципи статистичного моделювання для (а) наукометричних процесів еволюції наукової продуктивності та кар'єрного руху науковця; (б) впливу чисельності дослідницької спільноти на ефективність розв'язання задач; (в) дискретних наукометричних процесів активності редакторів та рецензентів;</li> <li>докладно продемонструвати практичні знання основних етапів розрахунково-обчислювальної математичної роботи із послідовного побудування наступних ймовірно-статистичних моделей: (а) наукометричних процесів еволюції наукової продуктивності та кар'єрного руху науковця за Романовим-Тереховим та Фоккером-Планком; (б) впливу чисельності дослідницької спільноти на ефективність розв'язання задач за Яблонським, Вагнером-Лейдесдорфом, Стіхве; (в) дискретних наукометричних процесів активності редакторів та рецензентів за Дешахтом-Енгельсом, ван Даленом-Хенкенсоном, Феддерке, Рокачем, Єнсенем, Ваккарі, Енгельсом, Сіном, Аббасі, Волтерсом, Борнманом-Даніелем, Баржаком-Робінсоном;</li> <li>продемонструвати загальне розуміння, інформаційно-наукометричне</li> </ul> </li> </ul>

Тема	Зміст програмного результату навчання
	<p>вигляду та технічно-соціальні імплікації графічних та чисельних результатів програмної обробки наступних ймовірнісно-статистичних моделей: (а) наукометричних процесів еволюції наукової продуктивності та кар'єрного руху науковця; (б) впливу чисельності дослідницької спільноти на ефективність розв'язання задач; (в) дискретних наукометричних процесів активності редакторів та рецензентів;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• докладно продемонструвати інформаційно-технологічні знання щодо практичного використання обчислювальних можливостей сучасних мов програмування та наявного відкритого програмного забезпечення для дослідження та чисельного розв'язування задач програмної обробки та комп'ютерної візуалізації вивченого комплексу наступних ймовірнісно-статистичних моделей: (а) наукометричних процесів еволюції наукової продуктивності та кар'єрного руху науковця у дослідницькій спільноті різного віку із застосуванням рівняння типу Фоккера-Планка; (б) впливу чисельності дослідницької спільноти на ефективність та складність розв'язування наукових задач; (в) дискретних наукометричних процесів академічної активності редакторів та рецензентів міжнародних журналів;</li> </ul> <p><i>в афективній сфері</i> студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• критично осмислювати лекційний та позалекційний навчально-методичний матеріал, аргументувати на основі вивченого теоретичного матеріалу, практично застосовувати обчислювальні можливості сучасних мов програмування та вільного програмного забезпечення під час побудови та при графічній візуалізації чисельних розв'язків ймовірнісно-статистичних задач для моделювання наступних наукометричних процесів: (а) еволюції наукової продуктивності та кар'єрного руху науковця; (б) впливу чисельності дослідницької спільноти на ефективність розв'язання складних технічних задач; (в) дискретних процесів прийняття остаточних рішень упродовж академічної активності редакторів та рецензентів наукових журналів;</li> </ul> <p><i>у психомоторній сфері</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• студент здатний виконати та оформити обчислювальну лабораторну роботу або індивідуальне розрахунково-графічне завдання щодо програмної обробки певного масиву заданих вхідних даних, чисельного визначення та графічної візуалізації результатів розв'язання ймовірнісно-статистичних задач прикладного комп'ютерного моделювання наступних наукометричних процесів: (а) еволюції наукової продуктивності та кар'єрного руху науковця; (б) впливу чисельності дослідницької спільноти на ефективність розв'язання складних технічних задач; (в) дискретних процесів прийняття остаточних редакційних рішень упродовж академічної активності редакторів та рецензентів міжнародних наукових журналів;</li> </ul>
9	<p><i>У когнітивній сфері</i> студент здатний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• продемонструвати розуміння базової онтологічної термінології, відповідного математичного та комп'ютерно-алгоритмічного формалізму, а також практичної імплементації наступних онтологічних концепцій та співвідношень у застосуванні до: (а) сучасних інженерних підходів щодо структурування наукових знань задля повторного використання (structuring knowledge for reuse); (б) структурно-логічного змісту філософських та інформаційних онтологій та їх складових частин; (в) спектру, класифікації, формальних моделей та властивостей онтологій; (г) правил логіки природньої мови (natural language) задля якісного опису онтологій; (д) синтаксису (syntax), атомарних формул (atomic formula), унарних предикатів (unary predicate) та семантики (semantics) мови логіки предикатів першого порядку (FOL = first order predicate logic); (е) графічної FOL-візуалізації із використанням діаграм класів уніфікованої мови моделювання (UML class diagram); (є) об'єктно ро-</li> </ul>

Тема	Зміст програмного результату навчання
	<p>льового моделювання (Object-RoleModeling) FOL-семантики; (ж) використання автоматизованих обчислювачів логічних виразів (наприкладі застосування он-лайн системи TreeProofGenerator, <a href="https://www.umsu.de/trees/">https://www.umsu.de/trees/</a>); (з) використання мов описової логіки (DL = DescriptionLogic) для здійснення обчислювальної обробки онтологій;</p> <p>(и) опанування синтаксисом та семантикою сімейства DL описових логік ALC (ALC = Attributive Language with Complements = Attributive Language with Concept Negation) (Concept); (і) засвоєння синтаксису та семантики сімейства DL описових логік SROIQ(D) в контексті використання онтологічної мови OWL 2 DL;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пояснити основні концептуальні та обчислювальні принципи автоматизованого виконання доказів шляхом забезпечення виконуваності; наявності включення; узгодженості та перевірки правдивості екземпляру логічного твердження в рамках застосування обчислювальних потужностей формальних семантик FOL, DL, ALC та SROIQ(D) сімейств мов представлення знань для проектування онтологій;</li> <li>• докладно продемонструвати практичні знання та розуміння основних етапів розрахунково-обчислювальної роботи із послідовного побудування формальних семантик сімейств FOL, DL, ALC та SROIQ(D) логічних мов представлення знань;</li> <li>• продемонструвати загальне розуміння, графічне UML-представлення, логічне витлумачення та додаткову автоматизовану машинну перевірку результатів програмної обробки формальних семантик сімейств FOL, DL, ALC та SROIQ(D) логічних мов представлення знань для побудови та проектування онтологій;</li> <li>• докладно продемонструвати інформаційно-технологічні знання щодо практичного використання обчислювальних можливостей формальних семантик сімейств FOL, DL, ALC та SROIQ(D) сучасних логічних мов представлення знань та наявного відкритого програмного забезпечення для програмної обробки, UML-представлення, об'єктно рольового моделювання, наочної візуалізації деревами і графами та програмної імплементації формальних логіко-множинних моделей комп'ютерних онтологій із докладним витлумаченням одержаних результатів;</li> </ul> <p><i>в афективній сфері студент здатний:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• критично осмислювати лекційний та позалекційний навчально-методичний матеріал, аргументувати на основі вивченого теоретичного матеріалу, практично застосовувати обчислювальні можливості формальних семантик сімейств FOL, DL, ALC та SROIQ(D) сучасних логічних мов представлення знань та наявного відкритого програмного забезпечення для програмної обробки, UML-представлення, об'єктно рольового моделювання, наочної візуалізації деревами і графами та програмної імплементації формальних логіко-множинних моделей комп'ютерних онтологій із докладним витлумаченням одержаних результатів;</li> </ul> <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• студент здатний виконати та оформити обчислювальну лабораторну роботу або індивідуальне розрахунково-графічне завдання щодо практичного застосування обчислювальних можливостей формальних семантик сімейств FOL, DL, ALC та SROIQ(D) сучасних логічних мов представлення знань та наявного відкритого програмного забезпечення для програмної обробки, UML-представлення, об'єктно рольового моделювання, наочної візуалізації деревами і графами та програмної імплементації формальних логіко-множинних моделей комп'ютерних онтологій із докладним витлумаченням одержаних результатів;</li> </ul>

Тема	Зміст програмного результату навчання
	онтологій із докладним витлумаченням одержаних результатів;
10	<p data-bbox="248 264 536 302"><i>У когнітивній сфері:</i></p> <p data-bbox="248 302 472 340">студент здатний</p> <ul data-bbox="248 340 1414 1559" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="248 340 1414 779">• продемонструвати розуміння базової термінології та наступних означень у галузі динаміки, управління та оптимізації динамічних систем: (а) фазова змінна; (б) керуюча змінна управління; (в) обмеження на величини фазових та керуючих змінних управління; (г) область значень допустимих керувань; (д) керована динамічна система визначальних диференціальних рівнянь із розімкненим контуром регулювання; (е) початкові та кінцеві умови для крайової задачі; (є) множина можливих траєкторій, що виходять із початкової точки фазової площини для різних допустимих значень керуючої змінної управління; (ж) пряма задача керованої динаміки; (з) обернена (зворотна) задача керованої динаміки; (и) крайова задача керованої динаміки; (і) оптимальна (оптимізаційна) крайова задача керованої динаміки; (ї) оптимальне за швидкодією керування; (к) мінімізований функціонал як цільова функція та як критерій якості досліджуваного технологічного процесу;</li> <li data-bbox="248 779 1414 965">• продемонструвати розуміння відповідного прикладного математичного, системно-динамічного та комп'ютерно-алгоритмічного Modelica-формалізму, а також акаузальної Modelica.org, Optimica та Pyplot кібер-фізичної імплементації у промислово-практичних задачах динаміки, управління, автоматизації та мультикритеріальної інженерної оптимізації багатомасових керованих динамічних систем;</li> <li data-bbox="248 965 1414 1043">• пояснити основні принципи акаузального кібер-фізичного моделювання із застосуванням Modelica-подібних мов Modelica.org, Optimica та Pyplot;</li> <li data-bbox="248 1043 1414 1301">• докладно продемонструвати практичні знання методики, алгоритму та основних етапів розрахунково-обчислювальної прикладної математичної роботи із послідовного побудування найпростіших акаузально-оптимізаційних моделей у галузі динаміки, управління та оптимізації керованих динамічних систем в рамках прикладного комп'ютерного розв'язання обернених крайових задач оптимальної швидкодії методом нелінійного програмування шляхом застосування обчислювальних можливостей безкоштовного ПЗ Modelica.org із розширенням Optimica;</li> <li data-bbox="248 1301 1414 1559">• продемонструвати загальне розуміння, інженерно-практичне витлумачення та технічно-прикладні імплікації одержаних графічних результатів чисельного моделювання в рамках програмної обробки акаузальних оптимізаційних моделей керованих динамічних систем в контексті виконання початкових та кінцевих умов керованого руху, графічної візуалізації наявності точок переключень, перевірки виконання та дотримання обмежень на фазові змінні та на змінні управління, а також графічної оцінки якості одержаного процесу оптимального управління;</li> </ul> <p data-bbox="248 1597 520 1635"><i>в афективній сфері</i></p> <p data-bbox="344 1673 576 1711">студент здатний:</p> <ul data-bbox="248 1711 1414 1968" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="248 1711 1414 1968">• критично осмислювати лекційний та позалекційний навчально-методичний матеріал, аргументувати на основі вивченого теоретичного матеріалу, практично застосовувати обчислювальні можливості сучасних акаузальних Modelica-подібних мов оптимізаційного кібер-фізичного програмування та вільного програмного забезпечення Modelica.org, Optimica та Pyplot під час побудови та при графічній візуалізації чисельних розв'язків обернених крайових задач оптимальної швидкодії для оптимізаційних моделей багатомасових керованих динамічних систем;</li> </ul>



Тема	Зміст програмного результату навчання
	<p data-bbox="245 192 576 230"><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul data-bbox="245 271 1414 488" style="list-style-type: none"><li data-bbox="245 271 1414 488">• студент здатний виконати та оформити обчислювальну лабораторну роботу або індивідуальне розрахунково-графічне завдання щодо програмної обробки акаузальної оптимізаційної моделі керованої динамічної системи із розімкненим контуром регулювання, чисельного визначення та графічної візуалізації результатів розв'язання обернених крайових задач оптимальної швидкодії в рамках прикладного комп'ютерного моделювання автоматизованих керованих процесів та систем;</li></ul>

### III ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Розподіл обсягу дисципліни за видами навчальних занять та темами

**Розподіл** обсягу дисципліни «Програмна обробка наукових досліджень» **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	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Сам. робота	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Контр. роботи						КР1			КР2
Модулі	Модуль 1					Модуль 2			
Контроль по модулю	ПР1	ПР2	ПР3	ПР4 РГР1 ІС31	ПР5 ІС31	КР1 ПР6	ПР7 ІС32	ПР8 ІС32	ПР9 РГР2

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	2	2	2	2	2	2
Сам. робота	7	7	7	7	7	7
Контр. роботи			КР3			КР4
Модулі	Модуль 3			Модуль 4		
Контроль по модулю	ПР10	ПР11	КР3 ПР12	ПР12 ІС33	ПР13 РГР3 ІС33	ПР13 КР4

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

**Розподіл** обсягу дисципліни «Програмна обробка наукових досліджень» **за темами навчальних занять** для **денної форми навчання** наведено нижче, де Л – лекції, П (С) – практичні (семінарські) заняття, Лаб – лабораторні заняття, СРС – самостійна робота студентів:

## Денна форма навчання – «Програмна обробка наукових досліджень»

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна / заочна форма)				
		Усього	в т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
<b>Змістовий модуль 1 Наукометрична динаміка та ефективність наукових досліджень</b>						
1	Найбільш розповсюджені наукометричні індекси та індикатори для статистичної оцінки часової динаміки дослідницької ефективності індивідуального науковця та їх програмна реалізація в наукометричних базах Scopus та Web of Science.	8,5	1,5	1,5	0	5,5
2	Додаткові наукометричні індекси та індикатори для статистичної оцінки ефективності та рівня як наукових видань, так і науково-дослідних організацій та їх програмна реалізація в наукометричних базах Scopus та Web of Science.	8,5	1,5	1,5	0	5,5
3	Частотні та рангові підходи класичної статистики до наукометричного аналізу ефективності науково-дослідної діяльності та їх практична реалізація у роботі наукометричних систем Scopus та Web of Science.	8,5	1,5	1,5	0	5,5
4	Детерміновані та ймовірнісні динамічні моделі науково-дослідницької активності і ефективності та їх імплементація у системах вендорів Scopus та Web of Science.	8,5	1,5	1,5	0	5,5
5	Детерміністичні неперервні моделі наукової публікаційної діяльності вчених та динаміки наукового цитування, які зводяться до систем звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР) та їх чисельне інтегрування у Calc, Excel, R, Python, SageMath, Matlab, Scilab, Octave, Maple та Wolfram Mathematica.	8,5	1,5	1,5	0	5,5
6	Ймовірнісні моделі для створення наукових публікацій із застосуванням процесів Юла (Yule). Ймовірнісна динаміка наукового цитування, Пуассонівська та змішана Пуассонівська моделі для накопичення наукових цитат. Програмна візуалізація моделей.	8,5	1,5	1,5	0	5,5
7	Стохастична динаміка старіння наукових досліджень та статей на основі цитування із застосуванням розподілів Варінга (Waring), зрізаного розподілу Варінга та негативного біноміального розподілу. Визначальна система ЗДР для наукових статей і цитат та програмна візуалізація моделей Варінга.	8,5	1,5	1,5	0	5,5
8	Ймовірнісні моделі для наукової динаміки на основі варіаційного підходу, моделі процесів цитування, еволюції $h$ -індексу, ефективності наукової роботи, міграції наукової робочої сили та важливості людського фактору в науці. Програмна візуалізація.	8,5	1,5	1,5	0	5,5

<b>Змістовий модуль 2 Інженерія наукових знань, онтології та семантична павутина</b>						
9	Логічний синтаксис та семантика I порядку. Декриптивна логіка для DL онтологій.	8,5	1,5	1,5	0	5,5
10	Мови OWL та OWL 2 (W3C WebOntologyLanguage) для опису онтологій.	8,5	1,5	1,5	0	5,5
11	Створення, розробки та моделювання онтологій у вільному редакторі Protégé.	8,5	1,5	1,5	0	5,5
12	Застосування онтологічного підходу та інженерії знань до аналізу структури та контенту сучасних наукових публікацій.	8,5	1,5	1,5	0	5,5
<b>Змістовий модуль 3 Статистична обробка емпіричних даних наукових досліджень</b>						
13	Фільтрування та структурна перебудова експериментальних даних у LO Calc, MS Excel, GNU R, Scilab та NumericalPython.	8,5	1,5	1,5	0	5,5
14	Побудова лінійних, нелінійних та дискретних регресійних моделей, а також аналіз, візуалізація та тлумачення часових рядів для емпіричних даних у GNU R та NumPython.	8,5	1,5	1,5	0	5,5
15	Полірування емпіричних даних, перевірка адекватності, метод головних компонентів та факторний аналіз у GNU R. Баєсова (Bayesian) статистика у NumericalPython.	8,5	1,5	1,5	0	5,5
16	Розпізнавання графічних даних на емпіричних фотографіях із застосуванням обчислювальних можливостей GNU R, NumericalPython, Matlab та WolframMathematica.	8,5	1,5	1,5	0	5,5
<b>Змістовий модуль 4 Оптимізація та оптимальне управління динамічними системами</b>						
17	Modelica-подібні мови кібер-фізичного моделювання інженерних процесів та технічних систем та їх програмна реалізація у сучасних системах Optimica, OpenModelica, JModelica.org, ScicosModelica, MapleSim та WolframSystemModeler.	9,5	2,0	2,0	0	5,5
18	Застосування відкритого програмного забезпечення (ВПЗ) JModelica.org, Optimica та Pyplot до чисельного розв'язку крайової задачі оптимального управління у найпростішому «аналітично-му» «Понтрягінському» випадку. Зіставлення результатів чисельного та аналітичного інтегрувань. Програмна візуалізація двох одержаних результатів.	9,5	2,0	2,0	0	5,5
19	Застосування ВПЗ JModelica.org, Optimica та Pyplot до інженерної постановки, математичного формулювання, чисельного акаузального розв'язку та візуалізації прикладних нелінійних задач оптимального управління осциляційним маятниковим розгойдуванням переміщуваного вантажу при керованому повороті стрілибаштового крану та при керованому переміщенні візка мостового крану.	10,0	2,0	2,0	0	6,0
<b>Усього годин</b>		<b>165</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>105</b>
<b>Курсова робота</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

### 3.2. Тематика практичних занять

№ з/п	Тема заняття
1	<p>Ознайомлення студентів із існуючими вимогами видавців академічних журналів щодо підготування математичних формул у авторських рукописах для міжнародних рецензованих наукометричних видань фізико-математичного профілю, коли певні редакції журналів одразу регламентують підготовку авторської статті із застосуванням таких TeX-подібних редакторів, як он-лайн редактор <b>Overleaf</b><a href="https://www.overleaf.com/">https://www.overleaf.com/</a> та ін. Ознайомлення студентів із поточними вимогами університетських редакцій більшості наукометричних технічних журналів, які до сих пір виявляють більш значний консерватизм до підготовки формул у шаблонних документах <b>MS Word</b> та, як і 22 роки тому, вимагають авторів використовувати лише класичний застарілий вбудований редактор <b>Microsoft Equation 3.0</b>. Звернення уваги студентів, що при цьому авторам категорично забороняється використовувати як альтернативний редактор MathType, так і сучасний вбудований редактор формул (у MS Word 2007, 2010) або рівнянь (у MS Word 2016) для *.docx-файлів. Роз'яснення студентам що за відсутності MS Equation 3.0 у поточній сучасній версії MS Word, авторам журнальних рукописів рекомендується додатково встановлювати на комп'ютер безкоштовне китайське програмне забезпечення <b>WPS Office</b><a href="https://www.wps.com/">(https://www.wps.com/)</a> та одержувати практичну можливість легко додавати та редагувати MS Equation 3.0-сумісні формули у поточному MS Word документі через стандартне MS Word меню Вставка – Об'єкт – <b>WPSEquation 3.0</b>. Набуття практичних навичок студентами щодо комп'ютерного набору складних математичних виразів шляхом вставлення вбудованих формул (built-in-equation) у *.docx текстові документи у програмі MS Word 2010, шляхом використання LibreOfficeMathFormulaEditor у *.odt текстових документах програми LibreOffice, шляхом набору формул у редакторі WPS Equation 3.0 у *.doc текстових документах у програмі WPS Office та шляхом набору текстових формул у *.tex текстових документах із застосуванням редакційно-обчислювальних можливостей он-лайн TeX-редактору <a href="https://overleaf.com">https://overleaf.com</a>.</p> <p>Роз'яснення студентам, що непередбачуваний перебіг процесу рецензування та остаточних редакційних рішень суттєво ускладнює та подовжує витрачений час авторського пошуку цільового індексованого видання та призводить до необхідності багаторазового перероблення списку літературних джерел відповідно до необхідного поточного журнального формату {ACS (AmericanChemicalSocietyreferencingstyle), AIP (AmericanInstituteofPhysicscitationstyle), APA (AmericanPsychologicalAssociation), (Chicago citationstyle), (IEEE),(Harvardreferencestyle), MLA (ModernLanguage Associationcitationstyle), NLM (NationalLibraryofMedicinestandardreferencestyle), (SAGE-Harvardreferencestyle), (Vancouverstyle) і т.д. і т.п.}. Звернення уваги студентів, що використання потужного відкритого програмного забезпечення <b>Zotero</b><a href="https://www.zotero.org">https://www.zotero.org</a> (розробник – університет Джорджа Мейсона) у вигляді встановленого додатку та браузерного плагіну (ZoteroConnector) дозволяє усім Zotero-зареєстрованим користувачам легко створювати авторські колекції цитованих наукових документів та, за-необхідності, легко наповнювати тематичні колекції необхідними картками документів як шляхом імпорту *.ris файлів видавця, так і шляхом імпорту відкритих карток статей із ВоСу (за наявності поточного ВоС доступу до <a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>). Пояснення студентам, що після авторського наповнення Zotero-колекцій, процес Zotero-генерування певної цитати у необхідному цільовому форматі стає дуже швидким та зручним: Створити список літератури з документу – далі вибирається необхідний стиль цитування (мова –English (US); режим вводу – Список</p>

літератури; метод вводу – зберегти як rtf; Ok).Звернення уваги студентів, що практичне застосування Zotero є ефективним шляхом підвищення наукової продуктивності та заощадження авторського часу у процесі багаторазової переробки рукопису відповідно до вимог різних наукових журналів.Опанування студентами практичних навичок роботи із відкритими та безкоштовними бібліографічними менеджерами літературних джерел <https://www.zotero.org/> та <https://www.mendeley.com/> для автоматизованого створення необхідної кількості стандартизовано-форматованих літературних посилань відповідно до прийнятого окремим науковим журналом певного міжнародного стилю оформлення цитованих бібліографічних джерел.

Он-лінеереєстрація та створення ORCID та Publons облікових записів науковця. Перевірка актуальності та точності інформації видавця щодо наявності поточного Scopus та/або WoSCoreCollection індексування певного наукового журналу.Витлумачення студентам наступних статистичних мір для журнального цитування: WoSimпакт фактор  $IF_n$  ( $IF$ =impactfactor, (Garfield, 1979)); проміжний індекс  $I_n$  (intermediacyindex, (Glänzel, 2003)); метрика  $RIP$  «сирого» рівня цитованості публікації ( $RIP$ =rawimpactperpaper); метрика  $DCP$  потенціалу цитування бази даних ( $DCP$ =databasecitationpotential); метрика  $RDCP$  відносного потенціалу цитування бази даних ( $RDCP$ =relativedatabasecitationpotential); Scopus-метрика [ $SNIP$ =( $RIP/RDCP$ )] нормалізований за джерелами рівень цитованості публікації ( $SNIP$ =sourcennormalizedimpactperpaper, (Moed, 2010)); Scopus-рейтинг  $SJR$  ( $SJR$ =ScimagoJournal&CountryRank, (Gonzalez-Pereira та ін., 2010)); модифікований рейтинг  $SJR2$  (Guerrero-Bote та Мoya-Anegon, 2012); додаткова метрика  $SJRQ$  середнього престижу на статтю; середня нормалізована оцінка цитування  $MNCS$  ( $MNCS$ =meannormalizedcitationscore, (Waltman та ін., 2011)).Знаходження поточних чисельних значеньScopus-метрик CiteScore, CiteScoreTracker, SJR, SNIP та SnowballMetrics та знаходження поточних величин WoSCore-метрики JournalImpactFactor JCR для певного наукового журналу. Побудова графіків зміни основних Scopus- та WoSCore-метрик за роками індексування для вибраного наукового журналу. Запис та витлумачення відповідних статистичних формул та їх графічне представлення для вищезазначених основних Scopus- та WoSCore-метрики.

Роз'яснення студентам концепцій, пов'язаних із визначенням та статистичними характеристиками наукових еліт (ScientificElites) відповідно до класифікацій (Abzug, 2008), (Coleman, 1974), (Trilling, 1979), (Elias та ін., 1982), (Mulkey, 1975)). Вивчення «квадратно кореневого» закону Прайса (squarerootlawofPrice, (D. DeSollaPrice, 1963)). Узагальнення закону Прайса у роботі (Egghe та Rousseau, 1986). Графічні побудови розміру еліти (Elite), супереліти (Superelite) та гіпереліти (Hyperelite) із застосуванням кривої Лоренца (Lorenzcurve). Поняття міцності еліти (StrengthofElite).Програмне обчислення, графічна візуалізація та статистично-наукометричне витлумачення змісту наступних геометричних параметрів у індивідуальних розрахунково-обчислювальних звітах студентів:  $(1 - P_e)$  та  $(1 - P_s)$  розмірів наукової еліти та супереліти (sizeofthescientificelite&superelite);  $(1 - L_e)$  та  $(1 - L_s)$  відсотку повного числа статей, які написані членами наукової еліти та супереліти (percentageoftotalnumberofpapersownedbythemembersofthescientificelite&superelite);  $s_e$  та  $s_s$  міцності наукової еліти та супереліти (strengthofthescientificelite&superelite).

- 2 Знаходження числового значення  $h$ -індексу Гірша (Hirsch, 2005) окремого науковця та певного наукового журналу за даними систем Scopus, WoSCoreCollection та GoogleScholar. Запис та витлумачення відповідних статистичних формул для  $h$ -індексу, величини  $h^*$  нормалізованого  $h$ -індексу (Normalized $h$ -Index), модифікованого імпаکت індексу  $MII$  авторів Sypsa&Hatzakis, 2009(ModifiedImpactIndex $MII$ ), величини  $h_T$  трапецеподібного  $h$ -індексу (tapered $h$ -Index,

	<p>Anderson та ін., 2008), обмеженого в часі <math>h</math>-індексу <math>h^{temp}</math> (Temporally Bounded <math>h</math>-Index), залежного від віку науковця <math>h</math>-індексу (Age-Dependent <math>h</math>-Index). Роз'яснення студентам проблеми множинного співавторства та розгляд ряду відповідних статистичних індексів: "hbar"-індексу Гірша (<math>\bar{h}</math>) для публікацій зі співавторами (Multiple Authorship, Hirsch, 2010), <math>gh</math>-індексу Галама (<math>gh</math>-Index of Galam, 2011), величини <math>R</math>-індексу дослідника (Stallings та ін., 2013) та уведення таких статистичних функцій для обчислення частки авторської участі у ряді опублікованих робіт, як рівноправний авторський розподіл (Egalitarian allocation, de Solla Price, 1981), арифметичний авторський розподіл (Arithmetic allocation, van Hooydonk, 1997), геометричний авторський розподіл (Geometric allocation, Egghe та ін., 2000). Ознайомлення зі співвідношеннями для ядра Гіршу (Hirsch score), <math>m</math>-індексу Борнмана (Bornmann та ін., 2008), додаткового (complementary) <math>h_f</math>-індексу (Batista та ін., 2006), <math>g</math>-індексу Егге (Egghe, 2006), <math>i_n</math>-індексу, <math>p</math>-індексу (Prathap, 2010), <math>IQ_p</math>-індексу (Antonakis та Lalive, 2008), <math>A</math>- та <math>R</math>-індексів (Jin та ін., 2007). Роз'яснення студентам співвідношень та значення для таких <math>h</math>-подібних статистичних індексів, як <math>PIX</math> та <math>EPIX</math> індекси перфекціонізму та екстремального перфекціонізму (perfectionism index та extreme perfect indices <math>PIX</math> та <math>EPIX</math>, Sidiropoulos та ін., 2015) та <math>T</math>-індексу академічного сліду (academic trace <math>T</math>, Ye та Leydesdorff, 2014). Обчислення, порівняння, статистичне витлумачення, програмна та графічна візуалізація зазначених основних <math>h</math>-подібних індексів для наукометричної діяльності одного і того самого науковця у індивідуальних звітах студентів.</p> <p>Ознайомлення студентів із додатковими статистичними індексами наукової ефективності, які спираються на механізми нормалізації (Normalization Mechanisms), а саме: індекси <math>B_1</math> і <math>B_2</math> (запропоновані Waltman та ін., 2011), <math>PI</math>-індекс (запропоновано Vinkler, 2007), <math>\pi</math>-індекс (запропоновано Vinkler, 2009). Ознайомлення студентів із існуючими індексами, які характеризують успіх науковця у контексті особливостей публікаційної активності, зокрема: індекс <math>PS</math> публікаційної стратегії дослідника (Publication strategy index, запропонований Schubert та Braun, 1986), індекс <math>RPS</math> відносної публікаційної стратегії дослідника (Relative publication strategy index, запропонований Vinkler, 1986).</p> <p>Ознайомлення студентів із статистичними індексами та індикаторами індивідуального дослідницького успіху науковця, зокрема: бібліографічний індекс Жаккара (Jaccard index, запропонований Jaccard, 2012), індекс <math>F</math> (запропонований Wu, 2013), індикатор числа успішних публікацій <math>NSP</math> (number of successful papers, запропонований Kosmulski, 2011) та <math>s</math>-індекс успіху (success index, запропонований Franceschini та ін., 2012), а також зв'язок <math>s</math>-індексу із <math>h</math>-індексом Гірша (Hirsch) та <math>g</math>-індексом Егге (Egghe).</p> <p>Ознайомлення студентів із простими статистичними індексами, які характеризують цитування та дослідницьку ефективність групи дослідників, зокрема: індекс <math>Q_1</math> якості дослідницьких результатів дослідницької групи науковців (quality of the research output of the scientific group); індекс <math>AI_{i,n}</math> річного імпаکتу для <math>i</math>-го року статей, опублікованих у <math>n</math>-му році, де <math>n &lt; i</math> (Annual Impact Index, запропонований Brown, 1980); <math>MAPR_i</math>-індекс середньорічної процентної ставки (mean annual percentage rate <math>MAPR</math>, запропонований Burton та Kebler, 1960) для оцінки ряду статей, опублікованих оцінюваною групою науковців; <math>T</math>-індекс подвійного часу (doubling time) для групи дослідників; <math>RPG</math>-індекс відносного публікаційного росту (relative publication growth index, запропонований Vinkler, 2000). Програмна обробка відповідних даних, виконання обчислення, 2D або 3D комп'ютерна графічна візуалізація та наукометрично-статистичне витлумачення основних індексів наукової ефективності у індивідуальних звітах студентів.</p>
3	<p>Ознайомлення студентів із статистичними індексами автора Vinkler, 2010: <math>TPP</math>-індексом публікаційної ефективності (total publication productivity index <math>TPP_T</math>) та із <math>TIA</math>-індексом загального інститутського авторства (total institutional authorship index <math>TIA_T</math>).</p> <p>Роз'яснення студентам наступних статистичних індексів відхилення від єдиної тенденції (Deviation from a Single Tendency): індекс нестабільності (Przeworski, 1975); коефіцієнт <math>I_1</math></p>

розбіжності за Шутцем (Schutz Coefficient of Inequality, 1951); індекс  $I_2$  відхилення від моди за Вілкоксом (Wilcox Deviation from the Mode, 1973); індекс рівності  $I_3$  за Нагелем (Nagel's Index of Equality, 1984) та коефіцієнт варіації  $I_4$  (Coefficient of Variation, Lüthi, 1981). Ознайомлення студентів із наступними індексами для різниці між статистичними компонентами (Differences Between Components):  $GMD$  індекс  $I_6$  усередненої відносної різниці за Джині (Gini's Mean Relative Difference, Gini, 1912); крива Лоренца (Lorenz curve, Lorenz, 1905) та коефіцієнт  $I_7$  нерівності за Джині (Gini's Coefficient of Inequality, який був уведений та додатково витлумачений у роботах (Kimura, 1994), (Milanovic, 1997), (Groves-Kirkby та ін., 2009), (Huang та ін., 2012), (Rogerson, 2013), (Rodriguez & Salas, 2014), (Yang та ін., 2014)). Роз'яснення студентам наступних статистичних індексів для оцінки концентрації (Concentration), неоднорідності (Dissimilarity), зв'язності (Coherence) та різноманітності (Diversity):  $HHI$  індекс концентрації  $I_8$  Герфіндаля-Гіршмана (Herfindahl-Hirschmann Index of Concentration, (Hirschman, 1945) та (Herfindahl, 1950));  $HI$  індекс концентрації  $I_9$  Горвата (Horvath's Index of Concentration, (Horvath, 1970));  $RTS$  індекс концентрації  $I_{10}$  Рея (RTS-Index of Concentration, (Ray та Singer, 1973), (Taagepera та Ray, 1977)); індекси різноманітності  $I_{11}$  та другий індекс різноманітності  $I_{12}$  Ліберсона (Diversity Index of Lieberman та Second Index of Diversity of Lieberman, (Lieberson, 1969)); узагальнений індекс різноманітності  $S$  Стерлінга (Generalized Stirling Diversity Index, (Stirling, 2007)); індекс різноманітності  $S_{RS}$  Рао-Стерлінга (Rao-Stirling diversity index, (Rao, 1982) та (Ricotta та Szeidl, 2006)); індекс різноманітності  $S_S$  Сімпсона (Simpson diversity index); індекс неоднорідності  $I_{13}$  Дункана (Index of Dissimilarity, (O.D. Duncan та B. Duncan, 1955)) та узагальнений індекс  $G$  когерентності Рафолса (Generalized Coherence Index, (Rafols, 2014)). Ознайомлення студентів із наступними індексами дисбалансу (Imbalance) та фрагментації (Fragmentation): індекс  $I_{14}$  дисбалансу Таагерпера (Index of Imbalance of Taagepera, (Taagepera, 1979)) та  $RT$ -індекс  $I_{15}$  фрагментації ( $RT$ -Index of Fragmentation, (Rae та Taylor, 1971)). Програмне обчислення, розрахункова візуалізація, приклади використання та статистичне витлумачення статистичних індексів та характеристик.

Роз'яснення студентам змісту статистичних індексів наукової динаміки (Leydesdorff, 2002), які спираються на концепцію інформаційної ентропії  $H$  (Concept of Entropy): індекс  $I_{16}$  ентропії Тейла (Theil's Index of Entropy, (Theil, 1969-1970) та (Wang, 2012)); індекс  $I_{17}$  надмірності Тейла (Redundancy Index of Theil, (Theil, 1967) та (Batten, 1983)); індекс  $I_{18}$  негативної (від'ємної) ентропії Кессельмана (Kesselman, 1966) та індекс  $I$  очікуваного інформаційного змісту Тейла (Expected Information Content of Theil, 1972).

Вивчення студентами кривої Лоренца (Lorenz Curve, (Fellman, 2011) & (Chotikapanich, 2008)) та відповідних статистичних індексів: індекс  $I_{19}$  Джині із точки зору кривої Лоренца (The Index of Gini from the Point of View of the Lorenz Curve); індекс  $I_{20}$  Кузнеця (Index of Kuznets, (Lüthi, 1981)) та діаграма (графік) Парето ((Cleophas та Zwinderman, 2014) & (Kan, 2002)). Роз'яснення студентам індексів для згрупованих даних (Lüthi, 1981): індекси  $I_{19}^*$  Джині та  $I_{20}^*$  Кузнеця для стратифікованих даних (Indices of Gini & Kuznets for stratified data); коефіцієнти варіації  $I_4^*$  та логарифмічної дисперсії  $I_5^*$  для стратифікованих даних (Coefficients of variation & logarithmic variance for stratified data), а також індекс  $I_{21}$  Тейла (Index of Theil). Витлумачення студентам

наступних індексів нерівності (Inequality) та переваги (Advantage): індекс  $I_{22}$  чистої різниці Ліберсона (Lieberson, 1976); індекс  $I_{23}$  середньої відносної переваги (Fosset та Scott, 1983); індекс  $I_{24,a}$  нерівності Колтера (Index of Inequity of Coulter, (Coulter, 1980)), а також індекс  $I_{25}$  пропорційності Нагеля (Proportionality Index of Nagel, (Nagel, 1984)).

Ознайомлення із методикою RELEV для оцінки продуктивності  $Q_{RELEV}(i)$  наукових досліджень в університетах та дослідницьких інститутах (Cossia, 2001, 2005, 2008).

Роз'яснення студентам наступних індексів та показників для порівняння наукових спільнот у різних країнах (Vinkler, 2008): цитованість  $JPC$  журнальних статей



	<p>(Journalpapercitedness); цитованість <math>RW</math> відносної підобласті (Relativesubfieldcitedness); продуктивність <math>JPP</math> журнальних статей (Journalpaperproductivity); продуктивність <math>HCPP</math> високо-цитованих статей (Highlycitedpapersproductivity); індекс <math>RPI</math> відносної видатності (Relativeprominenceindex); питомий внесок у імпакті <math>SIC</math> (Specificimpactcontribution); інтенсивність <math>RHCR</math> високоцитованих дослідників (Rateofhighlycitedresearchers); складений публікаційний індекс <math>CPI</math> (Compositerepublicationindex); індекс <math>FSD_{k,i}</math> різниці структури галузі для країни <math>k</math> у галузі <math>i</math> (Fieldstructuredifferenceindexforcountrykinfieldi); індекс середньої структурної різниці <math>MSD_k</math> (Meanstructuraldifferenceindex). Обробка, обчислення, візуалізація та статистичне витлумачення індексів.</p> <p>Ознайомлення студентів із показниками ефективності наукової роботи із точки зору продукування публікацій та патентів ((Albuquerque, 2005) та (Basu, 2014)): індекс <math>E_1</math> патентів-статей (Patents–papersindex); індекс <math>E_2</math> ефективності витрат (Expenditureefficiencyindex); індекс <math>E_3</math> ефективності робочої сили (Manpowerefficiencyindex); індекс <math>E_4</math> ефективності патентних витрат (Patentexpenditureefficiencyindex); індекс <math>E_5</math> ефективності патентної робочої сили (Patentmanpowerefficiencyindex). Роз’яснення студентам методології, змісту та підходів до програмної обробки основних статистичних показників лідерства (IndicatorsforLeadership) відповідно до класифікації авторів (Klavans та Boyack, 2008): показники нинішнього (поточного) лідерства (Indicatorsforcurrentleadership, (vanRaap, 2006)); показники лідерства у відкриттях (Indicatorsfordiscoveryleadership, (King, 2004)) та показники інтелектуального лідерства (Indicatorsforthoughtleadership, (Klavans та Boyack, 2008)). Витлумачення студентам додаткових відносних індексів національної наукової продуктивності відповідно до класифікації (AdditionalCharacteristicsofScientificProductionof a Nation, (Schubert та Braun, 1986)): індекс активності <math>AI</math> або <math>AI^*</math> (Activityindex, (Frame, 1977) та (Rousseau та Yang, 2012)); індекс <math>RSI</math> відносної спеціалізації (relativespecializationindex, (Glänzel, 2003)); індекс привабливості <math>AAI</math> або <math>AAI^*</math> (Attractivityindex); відносна частота (інтенсивність) цитування <math>RCR</math> (Relativecitationrate); спостережувана частота цитування статті (Observedcitationrateof a paper); очікувана частота цитування статті (expectedcitationrateof a paper); індекс <math>RCR_2 = (RCR)^2</math> індекс (Vinkler, 1988); методика (Schubert та Braun, 1986) для обчислення значимості <math>t_{AI}</math> та <math>t_{AAI}</math> метрик <math>AI</math> та <math>AAI</math> та для визначення значимості <math>t_{RCR}</math> метрики <math>RCR</math>. Роз’яснення студентам наступних статистичних показників дробової ефективності наукових досліджень (<math>FSS</math>-indexes=“FractionalScientificStrength” indexes, (Abramo та D’Angelo, 2014)): <math>FSS_R</math> індекс індивідуального рівня (Individuallevel); <math>FSS_F</math> індекс дослідницької сфери (Researchfieldlevel); <math>FSS_D</math> індекс кафедри (Departmentlevel) та <math>FSS_U</math> індекс рівня багатопрофільних одиниць (Levelofmultifieldunits).</p>
4	<p>Якісне роз’яснення студентам дії різноманітних «м’яких» законів (“soft” laws) у сфері статистичної динаміки наукових досліджень (researchdynamics) відповідно до наукометричних досліджень Лотка (Lotka, 1926), Бредфорда (Bradford, 1934), Ципфа (Zipf, 1949), Прайса (D. deSollaPrice, 1963, 1976), (Russel та Rousseau, 2002). Пояснення студентам змісту статистичних принципів, математичного формалізму та загального методологічного підходу для запису частотного (FrequencyApproach, закони Лотка (Lotka) та Парето (Pareto)) та рангового (RankApproach, закони Ципфа (Zipf) та Ципфа-Мандельброта (Zipf–Mandelbrot)) підходів та їх домінуючих застосувань до наукометричного опису науково-дослідної авторської активності для науковців, які працюють та друкуються у сферах природничих (частотний підхід = FrequencyApproach) та соціальних (ранговий підхід = RankApproach) наук.</p> <p>Додаткове нагадування студентам синтаксису, форми математичного запису та відповідного статистичного тлумачення наступних статистичних розподілів: розподіл Ципфа (Zipfdistribution); розподіл Варінга (Waringdistribution); нормальний розподіл (normaldistribution); розподіл Гаусса</p>

(Gauss distribution = distribution of Gauss); негаусівський розподіл (non-Gauss distribution); розподіл Зіхеля (Sich distribution) або узагальнений зворотний розподіл Гаусса-Пуассона (GIGP = generalized inverse Gauss-Poisson distribution); стандартний розподіл Коші (standard Cauchy distribution)  $p(x, \theta, l)$ ; розподіл Коші (Cauchy distribution) або розподіл Лоренца (Lorenz distribution) або розподіл Брайта-Вігнера (Breit-Wigner distribution)  $p(x, x_0, \gamma)$ ; негативний біноміальний розподіл (negative binomial distribution). Формулювання прикладних критеріїв розпізнавання гаусівської та негаусівської природи статистичних розподілів та популяцій.

Докладне пояснення як особливого статусу розподілу Ципфа (Zipf distribution) у статистичному світі негаусівських розподілів (the world of non-Gauss distributions), так і особливого статусу нормального розподілу (normal distribution) у статистичному світі гаусівських розподілів (the world of Gauss distributions). Витлумачення теореми Гнеденко-Деблінна (Gnedenko-Doebelin, (Gnedenko, 1939), (Doebelin, 1940), (Haitun, 2005)).

Уведення означення класу стабільних негаусівських розподілів (class of stable non-Gauss distributions) відповідно до робіт (Lamperti, 1996) та (Yablonsky, 1985) із наявністю асимптотичної поведінки у вигляді збіжності до закону Ципфа-Парето (Zipf-Pareto law). Формулювання твердження про можливість застосування закону Ципфа-Парето для коректного відображення фундаментальних аспектів структури та функціонування складної науково-дослідної організації. Пояснення студентам наявності безпосереднього статистичного зв'язку між організацією науки (Organization of Science) та стабільними негаусівськими розподілами (Stable Non-Gaussian Distributions).

Витлумачення студентам статистичного змісту важкого хвоста ("heavy tail") для негаусівського розподілу ((Mandelbrot, 1997), (Falk та ін., 2011)), який означає, що у науково-дослідній організації або університеті може працювати більше високопродуктивних дослідників, ніж це можна передбачити у рамках нормального розподілу.

Пояснення студентам наявної асиметрії (asymmetry) негаусівського розподілу, яка проявляється у статистичному існуванні концентраційно-дисперсійного ефекту із концентрацією продуктивності та публікацій (concentration of productivity and publications) у правій частині розподілу Ципфа-Парето (at the right-hand side of the Zipf-Pareto distribution) та дисперсією наукових публікацій (dispersion of scientific publications) серед багатьох низькопродуктивних дослідників (low-productive researchers) у лівій частині розподілу (at the left-hand side of the distribution).

Докладне роз'яснення студентам того статистичного факту, що негаусівські розподіли мають лише кінцеве число кінцевих моментів (finite number of finite moments).

Роз'яснення студентам засад частотного підходу (Frequency Approach): закон Лотка для  $N_i = N_l / (i^2)$  наукових публікацій (Law of Lotka for Scientific Publications) та випадок наявності надзвичайно продуктивних науковців для  $i_{max} \rightarrow \infty$ . Запис закону Лотка через дзета-функцію Рімана (Riemann zeta function). Наголос студентам на наявності певної аналогії між комплексним записом закону Лотка, а також диференціальною (differential) та інтегральною (integral) частотними формами розподілу Ципфа (frequency form of the Zipf distribution). Роз'яснення студентам випадку кінцевого значення  $i_{max} \neq \infty$  ( $i_{max}$  finite), як випадку коли найбільш продуктивні науковці (The Most Productive Scientist) демонструють скінченну продуктивність (Finite Productivity).

Пояснення методики побудови математичної оцінки  $m \approx (0.749 \cdot (i_{max})^{0.5})$  для визначення показників продуктивності для діяльності наукової еліти (Scientific Elite) та граничного розміру наукової еліти  $S_e \approx (0.812 / ((i_{max})^{0.5}))$  відповідно до методики Прайса (Price).

Витлумачення студентам статистичних методів оцінки розподілу опублікованих наукових публікацій у достатньо великій групі дослідників відповідно до закону Лотка (law of Lotka):  $p_l$  – процент мінімально продуктивних дослідників (the percentage of minimally productive researchers);  $i_{max}$  – максимальна продуктивність дослідника із групи (the maximum productivity of a researcher from the group);  $\alpha$  – показник степеня у

	<p>степеневому законі Лотка (the exponent in the power law of Lotka).</p> <p>Роз'яснення студентам показника степеня <math>\alpha</math> як міри нерівності (Measure of Inequality) або міри стратифікації (measure of the stratification) у групі науковців (in a group of researchers) по відношенню до числа опублікованих статей (number of published papers).</p> <p>Пояснення студентам основної ідеї концентраційно-дисперсійного ефекту (Concentration–dispersion effect): периферія низько-продуктивних дослідників (periphery of low-productive researchers) є необхідною частиною (is a necessary part) структури ядра-периферії (core–periphery structure), оскільки периферія робить внесок у високу продуктивність ядра (The periphery contributes to the high productivity of the core).</p> <p>Витлумачення студентам гіпотези Ортеги (Ortega hypothesis, (Ortega y Gasset, 1932), (MacRoberts, 1987), (Meadows, 1987), (Nederhof та van Raan, 1987), (Oromaner, 1985), (Cole, 1972, 1987), (Kretschmer, 1993), (Kretschmer та Müller, 1990), (Snizek, 1986), (Bornmann та ін., 2010)): робота середніх науковців (The work of the average scientists) над однозначними проектами (on unambiguous projects) є дуже важливою (is very important) для досягнення наукового успіху (for the advance of the science).</p> <p>Формулювання означення розподілу <math>p(x)</math> Парето (distribution of Pareto, (Arnold, 2008), (Newman, 2005)), як неперервної версії закону Лотка (The continuous version of the law of Lotka), де <math>p(x)</math> – густина розподілу дослідників (density of distribution of researchers). Визначення стандартного розподілу <math>p_s(x)</math> Парето (standard Pareto distribution) та <math>f_X(x)</math> розподілу Парето II типу (Pareto II distribution). Витлумачення функцій <math>P(Y &gt; x)</math> та <math>\Psi_X(x)</math> розподілу хвоста (The tail distribution function) для стандартного Парето розподілу (the standard Pareto distribution) та для розподілу Парето II типу (Pareto II distribution). Роз'яснення студентам неперервної границі (Continuous Limit): від закону Лотка (From the Law of Lotka) до розподілу Парето (to the Distribution of Pareto). Програмна обробка, обчислення та комп'ютерна візуалізація вищезазначеного спектру статистичних моделей для частотного підходу (Frequency Approach) у індивідуальних звітах студентів.</p>
5	<p>Роз'яснення студентам особливостей рангового підходу (Rank Approach). Закон Ципфа (Law of Zipf, (Zipf, 1949), (Gabaix, 1999), (Li, 1992)). Закон та статистичний розподіл Ципфа-Мандельброта (Zipf–Mandelbrot Law, (Mandelbrot, 1982), (Silagadze, 1997)).</p> <p>Пояснення студентам якісного та математичного формулювань статистичного закону Бредфорда (Law of Bradford) для наукових журналів ((Bradford, 1985), (von Ungern-Sternberg, 2000), (Garg та ін., 1993), (Chongde та Zhe, 1998), (Eto та Candelaria, 1987), (Eto, 1984), (Bookstein, 1994), (Wagner-Döbler, 1997)): <math>R(n) \approx N_l \cdot \ln(n)</math>, де <math>R(n)</math> – загальна кількість статей у перших <math>n</math> журналах із найбільш престижної групи журналів (the total number of papers in the first <math>n</math> journals from the highest ranked group of journals); <math>N_l</math> – число дослідників, хто написали одну або кілька статей за темами із досліджуваної сфери (the number of researchers who have written one or more articles on topics from the studied research area); <math>n</math> – число найбільш рангових журналів у сфері інтересу дослідника (the number of highest ranked journals in the research area of interest). Коментар щодо існування статистичного взаємозв'язку між розподілом Бредфорда (Bradford distribution) та кривою Леймкулера (Leimkuhler curve), а також показником Джині (index of Gini) ((Burrell, 1991) та (Leimkuhler, 1967)).</p> <p>Роз'яснення студентам ефекту Св. Матвія у науці (Matthew Effect in Science, (Merton, 1968), (Merton, 1988)) для соціального явища (phenomenon), коли «багаті [знамениті вчені] стають багатшими [на цитати] та бідні [маловідомі автори] біднішають [на цитати]» (“the rich get richer and the poor get poorer”) або «успіх породжує успіх» (“success breeds success”). Пояснення уведення статистичних наукометричних індексів <math>M</math> та <math>M_{ij}</math> імені Св. Матвія (Matthew index, (Yang та ін., 2015)).</p> <p>Коментар до ефекту Матвія на різних рівнях (different scales) наукової динаміки</p>

(sciencedynamics): ефект Матвія для країн (Mattheffectforcountries, (Bonitz та ін., 1997, 1999), (Bonitz, 2005), (Lariviere та Gingras, 2010), (Wang, 2014)); ефект Матвія для журналів (Mattheffectforjournals); ефект Матвія для статей у одному журналі (Mattheffectforpapersinonejournal, (Biglu, 2008), (Bonitz та ін., 1999), (Bonitz та Scharnhorst, 2001), (Pislyakov та Dyachenko, 2010), (Yang та ін., 2015), (Squazzoni та Candelli, 2012)); ефект Св. Матвія для наукових центрів, які генерують велику кількість кандидатів та докторів наук (thescientificcentersthatproducewinnersofscientificdegreesandawards, (Yang та ін., 2015)) та ефект Св. Матвія у процесі рецензування публікацій (peerreviewprocess, (Squazzoni та ін., 2012)). Роз'яснення студентам другого ефекту Св. Матвія (secondMattheffect) або парадоксу запрошення (invitationparadox) «Багато хто називається, але мало хто обирається» (“Formanyarecalled, butfewarechosen”), коли публікація у журналах із високим імпаکت фактором (publishinginjournalwith a highimpactfactor) не означає одержання значної кількості цитат (doesnotimply a highnumberofcitations), а дає лише шанс (butoffers a chanceonly). Статистичне моделювання та програмна візуалізація першого та другого ефектів Св. Матвія.

Пояснення студентам детермінованих моделей (DeterministicModels), пов'язаних із дослідницькими публікаціями (ConnectedtoResearchPublications). Викладення простих моделей (SimpleModels), логістичної кривої (LogisticCurve) та інших моделей росту (OtherModelsofGrowth). Розгляд питань логістичного росту знань (logisticgrowthofknowledge) та старіння наукової інформації (agingofscientificinformation). Введення детерміністичної кількості Eff як міри ефективності наукової галузі (a measureoftheeffectivenessofthescientificfield). Ознайомлення студентів із альтернативними класифікаціями сфер дослідження ((Menard, 1971), (Gilbert, 1978) та (Wolfram та ін., 1990)) по відношенню до типу росту (typeofgrowth) загального числа публікацій (thetotalnumberofpublications): стабільна галузь (stablefield) з лінійним або експоненціальним зростанням із малими швидкостями (linearorexponentialgrowthat smallrates); експоненціально зростаюча сфера (exponentiallygrowingfield) швидкого росту галузі (rapidlygrowingfield); циклічна сфера (cyclicfield) із циклічною зміною періодів стабільного та швидкого росту (cyclicchangeofperiodsofstableandfastgrowth). Визначення функції росту Гомперца (Gompertzgrowthfunction, (Egghe та ін., 1992); функції росту Веа (Waregrowthfunction, (Ware, 1973)) та функції росту за степеневим законом (Powerlawgrowthfunction, (Wolfram та ін., 1990)). Програмна візуалізація функцій росту.

Викладення студентам основ епідеміологічних моделей (EpidemicModels) як підкласу моделей Лотки-Вольтерри (Lotka-Volterra) відповідно до наукометричних застосувань у роботах ((Kiss та ін., 2010), (Landau та Rapoport, 1953), (Goffman, 1966)). Роз'яснення студентам головної ідеї (Thecentralconcept) епідемічних моделей (theepidemicmodels) про те що наукові результати (scientificresults) поширюються до наукових спільнот (spreadtoscientificcommunities) відповідно до епідемічного дифузійного процесу (byanepidemicdiffusionprocess), відповідно до якого (whereby) дедалі більше членів наукової спільноти (moreandmoremembersofthescientificcommunity) стають «інфікованими» (are “infected”) новими науковими ідеями та результатами (bythenewscientificideasandresults). Важливим каналом поширення такої «інфекції» є дослідницькі публікації (Animportantchannelforspreadingofthis “infection” isresearchpublications).

Викладення студентам характеру змін у кількості публікацій у певній галузі досліджень (ChangeintheNumberofPublicationsin a ResearchField). Розгляд SI та SIR моделей зміни числа науковців, які працюють у сфері досліджень (ChangeinTheNumberofResearchersWorkingin a Field) відповідно до робіт (Kermack та McKendrick, 1927), (Nowakowska, 1973) та (Daley, 1967). Розгляд математичного співвідношення Дейлі (Daley, 1967) для характеру зміни числа наукових публікацій у послідовні

	<p>моменти часу (Thenumbersofpublicationsappearinginsuccessiveperiodsoftime) із урахуванням зростання наукового інтересу (firstincrease), досягнення максимуму (thenreach a maximum) і наступного зменшення числа публікацій (thenumberofpublicationsshoulddecrease) внаслідок поступового виснаження наукової проблеми (astheproblembecomesmoreandmoreexhausted). Пояснення студентам що епідемічна частина моделі (Theepidemicpartofthemodel) Дейлі (Daley, 1967) пов'язана зі зміною числа дослідників, які пишуть наукові публікації. Причому збільшення кількості авторів може розглядатися як поширення інфекції (theincreaseinthenumberofauthorsasinfection).</p> <p>Роз'яснення студентам концепцій неперервної моделі Гоффмана-Невілла інтелектуальної епідемії (Goffman–NewillContinuousModelofintelletualepidemics, (Goffman та Newill, 1964, 1967), (Harmon, 2008)) для динаміки популяцій науковців та публікацій (forthe Dynamics ofPopulationofScientistsandPublications), як модифікації епідемічної моделі Ріда-Фроста (Reed–Frostepidemicmodel, (Barbour та Utev, 2004), (Abbey, 1952), (Jacquez, 1987)), коли поширення наукових ідей (thespreadingofscientificideas) серед популяції науковців (within a populationofscientists) може вивчатись (canbestudied) на основі публікацій (onthebasisofthepublications) членів популяції (themembersofthatpopulation), причому основним процесом моделі (Themainprocessinthemodel) є трансфер інфекційного матеріалу [ідей] (isthetransferofinfectiousmaterials [ideas]) між дослідниками (betweenhumans) за допомогою (bymeansof) проміжного господаря (anintermediatehost) [написаної публікації] ([a writtenarticle]).</p> <p>Викладення студентам неепідемічної моделі (nonepidemicmodel) росту знань (knowledgegrowth) Прайса (Price, (D.J. deSollaPrice, 1956) та (Szydłowski та Krawiec, 2009)), яка описує еволюцію числа статей, написаних дослідником (theevolutionofthenumberofpaperswrittenby a researcher), у вигляді диференціального рівняння першого порядку без урахування наукометричних ефектів якості досліджень (thequalityofresearchisomitted), а також нехтування ваговими ефектами для особливого підкреслення новизни, креативності та інноваційності(creativityandinnovationareconfused).</p> <p>Витлумачення студентам детерміністичної моделі (A DeterministicModel) Сангвала (Sangwal, 2011, 2012, 2013) зростання кількості цитат науковця (thegrowthofcitationsof a scientist), який написав одну та <math>n</math> статей на основі хімічного механізму прогресуючого зародкоутворення(theprogressivenucleationmechanism,(Kashchiev, 2000)).</p> <p>Програмна обробка, комп'ютерне моделювання та програмна візуалізація зазначеного спектру рангових та епідеміологічних моделей наукової динаміки у звітах студентів.</p>
6	<p>Роз'яснення студентам детерміністичної моделі науки (DeterministicModelofScience) як компоненту (as a Component) економічного росту країни (theEconomicGrowthof a Country) та як чинника зміни валового внутрішнього продукту (grossdomesticproduct) державивідповідно до робіт (Borensztein та ін., 1998), (Dedrick та ін., 2003), (Popper та Wagner, 2001), (Mansfield, 1968), (Yablonskii, 1986), (Cobb та Douglas, 1928), а також (Aulin, 1998).Роз'яснення студентам нового означення швидкості зростання наукового знання, яка залежить від фінансування у науку та від праці (або числа) кваліфікованих науковців.</p> <p>Наукометричне витлумачення запропонованого диференціального рівняння у контексті важливості фундаментальних досліджень (Importanceofthefundamentalresearch), важливості трансферу наукового знання у знання щодо технології (Importanceofthetransferofscientificknowledgetoknowledgeabouttechnology) та важливості інвестування у нові технології (Importanceofinvestmentinnewtechnologies).Витлумачення наукометричних висновків із детерміністичної моделі: експоненціального росту знання в усталеній сфері дослідження (Exponentialgrowthofknowledgeinanestablishedresearcharea) та подвійного експоненціального зростання у новій сфері досліджень (Double-exponentialgrowthofscientificknowledgein a newresearcharea).</p> <p>Ознайомлення студентів із ймовірнісними моделями (ProbabilityModels) для механізмів генерації наукової інформації (mechanismsofproductionofscientificinformation) у роботах</p>

(Burrell, 1985, 1988), (Cox, 1955), (Grandell, 1976), (Sichel, 1974, 1982) та (Irvin, 1975). Пояснення студентам нових статистичних концепцій та відповідних математичних співвідношень для точкового процесу (pointprocess); стохастичного точкового процесу (stochasticpointprocess); пуассонівського точкового процесу (Poissonpointprocess); неоднорідного пуассонівського точкового процесу (InhomogeneousPoissonpointprocess); пуассонівського процесу із випадковою інтенсивністю (або подвійно-стохастичного процесу Пуассона [doublystochasticPoissonprocess] або процесу Кокса [Coxprocess]); процесу Грінвуда-Юла (Greenwood-Yuleprocess) [або гамма-пуассонівського процесу (gamma-Poissonprocess)]; узагальненого зворотного процесу Гаусса-Пуассона (GIGP, generalizedinverseGaussian-Poissonprocess) та процесу Варінга (Waringprocess) [або негативного біноміального процесу (negativebinomialprocess)].

Викладення студентам ймовірнісної моделі (probability model) для публікаційної динаміки (dynamics of research publications) та формулювання статистичного розподілу Юла (statistical distribution of Yule) відповідно до робіт (Yule, 1925), (Simon та Bonini, 1958), (Brown та ін., 1975), (O'Connell, 1993) та (Aldous, 2001). Формулювання студентам лінійної гіпотези (linear hypothesis) процесу Юла (Yule process): Якщо автор має багато публікацій (If an author has many publications), то він/вона не потребує багато часу (he/she doesn't need much time) для написання нової публікації (to produce another one). У такий спосіб (In this way), досліджуваний стохастичний процес (our stochastic process) стає лінійним справжнім мультиплікативним процесом (becomes a linear pure multiplicative process). Роз'яснення студентам властивостей продуктивності досліджень відповідно до моделі Юла. Очікуване значення (або математичне сподівання, Expected value) як середнє число публікацій, написання яких очікується за певний час. Формулювання закону експоненціального росту науки (law of exponential growth of science). Швидкість росту числа публікацій (the rate of growth of the number of publications) як міра (a measure) інтенсивності публікаційної активності (intensity of publication activity) дослідника (a researcher). Формулювання кінцевого часу роботи дослідника над задачами із певної області досліджень (some finite time on problems from some research area). Роз'яснення застосування апроксимації Стірлінга (the Stirling approximation) до асимптотичної поведінки (Asymptotic behavior) розподілу Юла (Yule distribution) зі зведенням до наукометричного закону Парето (the law of Pareto).

Роз'яснення студентам пуассонівської моделі (Poisson Model) для динаміки цитування (Citations Dynamics) для множини статей (a Set of Articles), опублікованих одночасно (Published at the Same Time) відповідно до сучасних досліджень [(Redner, 1998, 2005), (Sarlit та ін., 2010), (Wang та ін., 2011, 2012), (Burrell, 2001), (Egghera та Ravichandra Rao, 1992), (Rousseau, 1994), (Egghera, 2000), (Cox та Isham, 1980), (Kingman, 1992), (Mikosch, 2009), (Tijms, 2003), (Nadarajana та Kotz, 2007), (Ross, 1996) та (Burrell, 2002)]. Витлумачення студентам нових означень: функція розподілу ймовірності застарівання (obsolescence density function) та функції розподілу старіння (obsolescence distribution function). Статистичне пояснення фактичного існування наукових статей які ніколи не будуть процитовані (publications that will be never cited).

Роз'яснення студентам наукометричних явищ застарівання (obsolescence), які описують такі зразки поведінки (patterns of behavior) наукових цитат як «сплячі красуні» ("sleeping beauties", (A.F.J. van Raan, 2004), (Burrell, 2005)) та «падаючі зірки» ("shooting stars") шляхом застосування змішаного пуассонівського розподілу (mixed Poisson distribution, (Grandell, 1997), (Klugman та ін., 2008), (Bennet, 2006), (Reiss та Thomas, 1997)) та моделі Барела (Burrell, 2001, 2002). Визначення прикладного математичного співвідношення для ймовірності (the probability) що стаття у збірнику праць (that a paper in a collection of papers) матиме  $r$  цитат (will have  $r$  citations).

Пояснення студентам основних ймовірнісних підходів до статистичного описання ста-

ріння наукової інформації (AgingofScientificInformation). Роз'яснення трьох періодів життя статті: перші два роки після публікації (Firsttwoyearsafterpublication); наступні п'ять років (Nextfiveyears), коли «сплячі красуні» наукового цитування є рідкістю; і більше ніж сім років після публікації (Morethansevenyearsafterpublication).

Викладення студентам моделі Яблонського для стохастичного процесу старіння та смерті наукової інформації (DeathStochasticProcessModelofAgingofScientificInformation, Yablonskii, 1977).Звернення уваги студентів, що, відповідно до підходу Яблонського, швидкий темп (rapidpace) старіння наукової інформації (agingofscientificinformation) відбувається за експоненційним законом, коли середнє число цитат із часом  $t$  зменшується відповідно до закону  $x_t = x_0 \cdot \exp(-\mu \cdot t)$ , де  $x_0$  є числом цитат при  $t = 0$  (Thenumberofcitationsatt = 0), а  $\mu$  є інтенсивністю із якою зменшується кількість цитат (theintensitywithwhichcitationsaredecreasing).Роз'яснення студентам головного наукометричного висновку із моделі Яблонського, що для наукової спільноти є необхідними значні наукові зусилля (significantscientificefforts) для того щоб компенсувати старіння наукової інформації (tocompensateanagingofscientificinformation) шляхом продукування нової наукової інформації (byproductionofnewscientificinformation).

Пояснення студентам альтернативної детерміністичної моделі для старіння наукової інформації (AgingofScientificInformation) на основі процесу неоднорідного народження (InhomogeneousBirthProcess) та розподілу Варінга (WaringDistribution), яку висвітлено у роботах ((Schubert та Glänzel, 1984), (Glänzel та Schubert, 1995), (Glänzel та Schoepflin, 1995)).Пояснення студентам математичних позначень для стохастичної моделі (Schubert та Glänzel, 1984), коли  $x(t)$  є процесом публікаційної активності випадкового автора (thepublicationactivityprocessofanarbitraryauthor) та  $p(x(t) = i) = y_i$  є ймовірністю що цей випадковий автор (theprobabilitythatthisauthor) опублікував  $i$  статей (haspublishedipapers) у часовому інтервалі між  $0$  та  $t$  (inthetimeintervalbetween0andt).Витлумачення студентам відповідної наукометричної системи диференціальних рівнянь та її розв'язку  $x = x(0) \cdot \exp[(\sigma - \gamma) \cdot t]$ , який є схожим на інтеграл Яблонського.

Формулювання студентам математичного запису статистичного розподілу Варінга (Waringdistribution) та його зв'язку із розподілами Юла (Yule) та Ципфа (Zipf). Роз'яснення студентам наявності дуже довгого хвоста (with a verylongtail) у розподілі Варінга (Waringdistribution). Наукометричне роз'яснення нестационарних процесів народження (nonstationarybirthprocess) як статей, так і цитат та їх зв'язку із негативним біноміальним розподілом (NegativeBinomialDistribution).

Роз'яснення студентам функції застарівання (obsolescencefunction)  $H(s)$  як ймовірності того що стаття не буде цитуватися поза заданого часу  $s$  (theprobabilitythat a paperwillnotbecitedbeyond a giventimes). Наразі  $H(\infty) = 1$ , оскільки після нескінченного часу кожна стаття є застарілою (atinfinity, everypublicationisobsolete). Пояснення студентам результату для  $H(0) = \exp(-\beta \cdot N)$ , який означає що ймовірність того що стаття є вже застарілою у момент її публікації (theprobabilitythat a paperisalreadyobsoleteatthementitispublished) дорівнює ймовірності що статтю ніколи не буде процитовано (equalstheprobabilitythatitwillneverbecited).

Пояснення студентам диференціальних рівнянь та їх інтегралів, які приводять до урізаного розподілу Варінга (TruncatedWaringDistribution). Викладення застосування урізаного розподілу Варінга до кількісного статистичного опису прикладного випадку еміграції кваліфікованих кадрів («відтоку мізків», BrainDrain).Ознайомлення студентів із новими концепціями та відповідним статистичним формалізмом для запису багатовимірною розподілу Варінга (multivariateWaringdistribution).

Пояснення студентам нових співвідношень та диференціальних рівнянь, пов'язаних із урахуванням віку цитат (AgeofCitations) відповідно до робіт (Burrell, 2001, 2002, 2003).

Програмна обробка та візуалізація запропонованих моделей наукової динаміки.

Пояснення студентам основних концепцій варіаційного підходу до наукової продуктивності (Variation Approach to Scientific Production). Формулювання студентам наступної наукометричної умови рівноваги наукової установи: Дослідницька організація (A research organization) знаходиться у стані рівноваги (is in an equilibrium state) по відношенню до продукування наукової інформації (with respect to scientific production) якщо статистичні закони (if the statistical laws) для характеристичних величин (for the characteristic quantities) наукової продуктивності (of this productivity) визначаються (are given) гіперболічними співвідношеннями (by hyperbolic relationships). Докладне статистично-термодинамічне коментування та витлумачення студентам варіаційного характеру лінгвістичного закону Ципфа (Zipf's law in the field of linguistics) із застосуванням принципу найменших зусиль (principle of least effort): Людське спілкування (Human communication) ґрунтується (is based) на двох протилежних тенденціях (on two opposite tendencies): перший хто говорить (the one who speaks) намагається використовувати (tries to use) мінімальне число слів (the minimum number of words), а другий, хто слухає (and this one who hears), намагається зрозуміти (tries to understand) співрозмовника (the speaker) докладаючи (by investing) мінімального зусилля (minimal effort).

Витлумачення студентам можливості застосування варіаційного принципу Больцмана (variational principle of Boltzmann) до статистичного опису зусилля науковця відповідно до робіт (Yablonsky, 1980, 1986). Ознайомлення студентів із наступним математичним формалізмом:  $p(x)$  – ймовірність того що дослідник написав  $x$  публікацій (the probability that a researcher has produced  $x$  publications);  $E(x)$  – статистична міра середнього зусилля (a measure of the mean effort) або середня «енергія» (mean “energy”), яка витрачається упродовж наукової роботи (spent in the course of the scientific work).

Пояснення студентам наступного математичного формалізму для статистичного визначення зусилля дослідника:  $E(x)$  – зусилля дослідника до написання  $x$  публікацій (the effort  $E(x)$  of a researcher to produce  $x$  publications), причому  $E(x)$  є пропорціональним до часу  $t$ , витраченому дослідником (be proportional to the time he or she invests for research) і  $E(x) \propto t$ . Роз'яснення студентам що відповідно до закону експоненціально-зростаючої науки (There is a law for an exponentially growing science that states) наукова продуктивність зростає експоненціально услід за витраченим часом (scientific production grows exponentially with invested time):  $x(t) = \exp(\lambda \cdot t)$ . Звідки випливає найпростіша статистична оцінка для зусилля науковця  $E(x) \propto (1/\lambda) \cdot \ln(x) = \rho \cdot \ln(x)$ .

Роз'яснення студентам методики обчислення ентропії (entropy)  $H$ , «температури» (“temperature”)  $T$  та публікаційної ймовірності  $p(x)$  для термодинамічної системи «дослідник-наукова організація», статистична механіка (statistical mechanics) якої визначається законом Ципфа-Парето (Zipf-Pareto law):  $p(x) = (1 - (k \cdot \rho / T)) / (x^{(k \cdot \rho / T)})$ .

Витлумачення студентам що наразі  $k$  є характеристикою зусиль дослідника в публікаційному процесі (characteristic of the effort of the researcher in the publication process), причому індивідуальні наукові зусилля (these efforts) залежать від таланту дослідника (can depend on the talent of the researcher), а також від робочих умов, зарплати (but also on the conditions of work, salary), а зростаючі дослідницькі зусилля (increasing research efforts) призводять до зменшення значення  $k$  (lead to a decreasing value of  $k$ ).

Пояснення студентам статистичного значення наукометричної «температури» (“temperature”)  $T$  як характеристики зовнішнього впливу на дослідницьку організацію (characteristic of external influence on research organization). Роз'яснення студентам що «температурний» параметр (parameter)  $T$  може бути пов'язаним (can be connected) із різними потоками (to different flows) до наукових структур (toward the scientific structures), скажімо (e.g.) грошові потоки фінансування (to money flows). Отже (Then), якщо грошовий потік фінансування зростає (if the money flow increases), то наукова система «розігрівається» (the system is “heated”) і якщо грошовий потік фінансування зме-



ншується (if the money flow decreases), система «замерзає» (the system is “frozen”).

Ознайомлення студентів із моделюванням наукометричних процесів журнального цитування (Modeling Citation Process). Викладення студентам статистичної моделі  $h$ -індексу Гірша ( $h$ -index of Hirsch) із застосуванням розподілу Парето (Paretian Distributions) відповідно до роботи (Glänzel, 2006). Витлумачення студентам концепції та математичного запису для екстремального значення (extreme value)  $r$ -ї характеристики Гумбеля (Gumbel's  $r$ -th characteristic)  $u_r$  та аналогічне формулювання відповідного означення для індексу Гірша (Hirsch index) як  $h = u_h$ . Роз'яснення студентам застосування розподілу Парето (Paretian Distribution) до випадкової змінної (Random Variable)  $X$ , скажімо до розподілу цитат (the distribution of citations)  $X$ . Пояснення побудови статистичної оцінки для  $h = u_h \approx c_2 \cdot n^{1/(1+\alpha)}$ , відповідно до якої індекс Гірша (Hirsch index)  $h$  є пропорційним до кореня степені  $(1 + \alpha)$  ( $(1 + \alpha)$ th root) від числа публікацій  $n$  (of the number of publications  $n$ ) для випадку статистично-великої кількості публікацій (If the number of underlying papers is large enough). Пояснення студентам що для  $\alpha \approx 1$  ( $\alpha$  is close to 1) індекс Гірша (Hirsch index)  $h$  є пропорційним (is proportional) квадратному кореню (to the square root) від числа публікацій (of the number of publications). Нагадування студентам означення для ядра Гіршу (Hirsch core), яке містить  $h$ -статей (which contains the  $h$ -papers), де кожна стаття одержала щонайменше  $h$  цитат (papers that received at least  $h$  citations each). Пояснення студентам що число цитат статей із ядра Гіршу (The number of citations of the papers from the Hirsch core) є пропорційним до (is proportional to)  $h^2$  для  $\alpha > 1$  та при великому значенні (and a large value of)  $k$ .

Витлумачення студентам методики (Glänzel та Schubert, 1985) побудови статистичної оцінки для індексу Гірша (Hirsch index)  $h$  шляхом застосування розподілу Прайса (Price distribution) до випадкової змінної (random variable)  $X$ , яка є інтенсивністю цитувань статті (citation rate of a paper). Нагадування студентам квадратно-кореневого закону Прайса (the square root law of Price), який стверджує що (which states that) авторський внесок у половину наукових статей (half of the scientific papers are contributed by) верхнім квадратним коренем (the top square root) від загального числа (of the total number of) наукових авторів (scientific authors). Нагадування студентам математичного співвідношення для екстремального значення (extreme value)  $h$ -ї характеристики Гумбеля (Gumbel's  $h$ th characteristic) та побудова статистичної оцінки для  $h = u_h \approx (n \cdot N)^{1/2}$ .

Якісне та статистичне роз'яснення студентам що  $h$ -індекс Гірша ( $h$ -index) є пропорційним (is proportional of) квадратному кореню (the square root of) від числа публікацій (the number of publications) якщо частота цитування (if the citation rate) описується (is described) розподілом Прайса (by the Price distribution) та виконуються інші припущення (and all other assumptions are valid). Програмна візуалізація розподілу та оцінок.

Пояснення студентам основних припущень та математичного формалізму публікаційно-цитаційної моделі (publication-citation model)  $h$ -індексу Гірша ( $h$ -Index), яка ґрунтується на розподілі Пуассона (Based on the Poisson Distribution) відповідно до робіт (Burrell, 1992, 2007). Докладне роз'яснення студентам таких припущень, як Пуассонівський характер процесу публікації (Poisson process of publishing) авторських статей із частотою  $\theta$ , Пуассонівський характер одержання цитат (Poisson process of citations receiving) із частотою  $\lambda$  та варіювання частоти  $\lambda$  по мірі публікаційної активності автора відповідно до гамма розподілу (according to a gamma distribution). Математичний запис та витлумачення студентам статистичного розподілу  $P$  цитат (distribution of the citations) випадково вибраної статті дослідника (of a randomly chosen paper of the scientist) та розподілу  $E$  для очікуваного значення числа статей (The expected number of papers) із  $n$  цитатами (with  $n$  citations) через бета-розподіл першого роду (beta distribution of the first kind). Пояснення студентам основних публікаційних принципів науковця, які є наслідками Пуассонівського  $E$ -розподілу. Роз'яснення статистичного значення образно-сленгової приказки вчених «Публікуйся або загинеш!» (Publish or perish!), яка безпосередньо впливає із запису  $E$ -розподілу (Burrell,

	<p>1992, 2007), оскільки очікуване число статей (The expected number of papers) із <math>n</math> цитатами (with <math>n</math> citations) є пропорційним (is proportional to) публікаційній частоті (publication rate) <math>\theta</math>. Кількісне пояснення студентам наступного прикладного висновку: «Тривала наукова кар'єра – це добре (A long career in science is a good thing!)», коли очікуване число статей <math>E</math> із <math>n</math> цитатами (The expected number of papers with <math>n</math> citations) зростає в <math>T</math> раз для кожного <math>n</math> (is increasing in <math>T</math> for every <math>n</math>). Роз'яснення студентам правила «Ніхто не є генієм! (No one is a genius!)», оскільки очікуване число статей <math>E</math> із <math>n</math> цитатами (The expected number of papers with <math>n</math> citations) зменшується в <math>n</math> раз для кожного <math>T</math> (is decreasing in <math>n</math> for every <math>T</math>). Запис студентам виразу для <math>h</math>-індексу як <math>h(T) = \max \{n : n \leq E[N(n, T)]\}</math>, де <math>h</math>-індекс залежить від (<math>h</math>-index depends on) публікаційної інтенсивності (the intensity of publication), тривалості наукової кар'єри (the length of the scientific career) тощо. Програмна обробка та графічна візуалізація розподілів.</p> <p>Ознайомлення студентів із математичним записом та статистичним тлумаченням узагальненого зворотного розподілу Гаусса-Пуассона (УЗРГП, Generalized Inverse Gaussian–Poisson Distribution, GIGP) для моделювання бібліометричних даних (for modeling bibliometric data) відповідно до наукометричних робіт Січеля (Sichel, 1982, 1985, 1992) та Перро (Perreault та ін., 1999). Звернення уваги студентів на можливість зведення УЗРГП (GIGP) розподілу до негативного біноміального розподілу (Negative binomial distribution), до нуля-усіченого негативного біноміального розподілу (Zero-truncated negative binomial distribution), до розподілу логарифмічних рядів Фішера (Fisher logarithmic series distribution), до зворотного розподілу Гаусса-Пуассона (Inverse Gaussian–Poisson distribution), а також до розподілів Лотка та Ципфа (distribution of Lotka and Zipf). Обробка, обчислення та побудова УЗРГП (GIGP) розподілів у звітах.</p>
8	<p>Ознайомлення студентів із роботою Романова та Терехова (Romanov та Terekhov, 1995, 1997), які запропонували математичну модель еволюції наукової продуктивності у науковій спільноті різного віку (The mathematical model of productivity- and age-structured scientific community evolution) та математичну модель руху науковця із урахуванням дослідницької продуктивності (The mathematical model of the scientist's movement taking into account the productivity factor) у вигляді диференціальних рівнянь у частинних похідних другого (1997) та першого (1995) порядку. Модель (1997) є наукометричним узагальненням рівняння Фоккера-Планка (Fokker-Planck equation). Програмна обробка, обчислення та візуалізація моделей (Romanov та Terekhov, 1995, 1997).</p> <p>Роз'яснення студентам статистичної моделі Яблонського (Yablonskii, 1986), яка кількісно показує той експериментальний факт що більші дослідницькі спільноти (larger research communities) здатні розв'язувати більш складні проблеми (can solve more complex problems). Побудова студентам лінеаризованої оцінки (linear relationship) <math>p_n \approx \beta \cdot n</math>, де <math>\beta</math> є середньою ймовірністю (the mean probability) що кваліфікований дослідник розв'яже проблему (that a qualified researcher will solve the problem), а <math>n</math> є розміром групи кваліфікованих дослідників (group of <math>n</math> qualified researchers). Ознайомлення студентів із концепціями Вагнера-Лейдесдорфа (Wagner та Leydesdorff, 2005) та Стіхве (Stichweh, 1996) для складності наукової організації. Роз'яснення студентам простої оцінки для <math>(dn/dt) \geq (n/\beta) \cdot (-d\beta/dt)</math>, де <math>(dn/dt)</math> є інтенсивністю збільшення розміру дослідницької групи (increase in the size of the research group), а <math>(d\beta/dt)</math> є інтенсивністю зростаючої складності розв'язуваних задач (increasing complexity of the solved problem). Витлумачення студентам ряду наступних висновків із нерівності для <math>(dn/dt)</math>. Оскільки складність наукових задач зростає із часом (As the complexity of scientific problems increases with time), то виникає потреба у більших колективах дослідників для забезпечення більшої ймовірності розв'язання поточних наукових проблем (one needs larger research collectives in order to support a large probability of solving the problems). Звернення уваги студентів на параметр <math>\beta</math> у попере-</p>

	<p>дній моделі, величина якого має бути якомога більшою (thevalueoftheparameter<math>\beta</math>mustbekeptaslargeaspossible). Обробка моделі.</p> <p>Ознайомлення студентів із особливостями моделей із обмеженою залежною змінною (Limiteddependentvariablemodels), які застосовуються до аналізу категорійно-якісних та дискретних даних (categoricalandcountdata) у наукометрії (scientometrics) відповідно до робіт (Deschacht та Engels, 2014), (VanDalen та Henkens, 2005), (Fedderke, 2013), (Rokach та ін., 2011), (Jensen та ін., 2009), (Vakkari, 2012), (Engels та ін., 2013), (S.-C.J. Sin, 2011), (Abbasi та ін., 2011), (Walters, 2006), (Bornmann та Daniel, 2006) та (Barjak та Robinson, 2008). Роз'яснення студентам математичного синтаксису, статистичного значення, наукометричного, бібліографічного та бізнес-застосування таких моделей із обмеженою залежною змінною як бінарні регресійні моделі (binaryregressionmodel), логіт-моделі (logitmodel) та моделі порядкової регресії (ordinalregressionmodel). Роз'яснення студентам таких статистичних моделей для дискретних даних (countdatamodels) як регресійна модель Пуассона (Poissonregressionmodel) та узагальнений розподіл Ципфа (generalizedZipfdistribution). Обробка та комп'ютерна візуалізація статистичних моделей даного класу із наукометричним витлумаченням результатів у звітах.</p>
9	<p>Ознайомлення студентів із (а) сучасними інженерними підходами до структурування наукових знань для повторного використання (structuringknowledgeforreuse); (б) структурно-логічним змістом філософських та інформаційних онтологій та їх складовими частинами; (в) спектром, класифікацією, формальними моделями та властивостями онтологій; (г) правилами логіки природньої мови (naturallanguage) до опису онтологій; (д) синтаксисом (syntax), атомарними формулами (atomicformula), унарними предикатами (unarypredicate) та семантикою (semantics) мови логіки предикатів першого порядку (FOL = firstorderpredicatelogic); (е) графічною FOL-візуалізацією із застосуванням діаграм класів уніфікованої мови моделювання (UML classdiagram); (є) об'єктно-рольовим моделюванням (Object-RoleModeling) FOL-семантики; (ж) автоматизованими обчислювачами логічних виразів (на прикладі застосування он-лайн системи TreeProofGenerator, <a href="https://www.umsu.de/trees/">https://www.umsu.de/trees/</a>); (з) мовами описової логіки (DL=DescriptionLogic) для обчислювальної обробки онтологій; (и) синтаксисом та семантикою сімейства DL описових логік ALC (ALC = Attributive (Concept) LanguagewithComplements=AttributiveLanguagewithConceptnegation); (і) синтаксисом та семантикою сімейства DL описових логік SROIQ(D) для онтологічної мови OWL 2 DL. Програмна обробка, UML-представлення та прикладна математична візуалізація формальних логіко-множинних моделей розроблених комп'ютерних онтологій із докладним витлумаченням одержаних результатів у звітах студентів.</p>
10	<p>Побудова найпростішої онтологічної моделі, яка відображає типову структуру як оригінальної дослідницької (originalresearch), так і оглядової (review, overview) наукових публікацій, а також Protégé-візуалізація запропонованої онтологічної моделі.</p>
11	<p>Ознайомлення студентів із формулюванням одномірної оптимізаційної крайової задачі динаміки: Нехай матеріальна точка Міз постійною масою <math>m</math> [кг] рухається прямолінійно уздовж гладкої горизонтальної прямої, яка співпадає із напрямом вісі <math>Ox</math>. Нехай поточна координата матеріальної точки позначена як <math>x(t)</math> [м]. Нехай <math>F(t) = u(t)</math> [Н] є рівнодійною активних сил <math>\mathbf{F}(t)</math>, напрямленою уздовж вісі <math>Ox</math>: <math>m \cdot (d^2(x(t))/dt^2) = F(t)</math> [або <math>m \cdot (d^2(x(t))/dt^2) = u(t)</math>]. <b>Керуюча сила</b> <math>F(t) = u(t)</math> [Н] практично для всіх реальних керованих процесів у реальних системах управління, які підлягають математичному моделюванню, <b>принципово не може приймати довільне значення</b>, оскільки <math>F_{min} \leq F(t) \leq F_{max}</math> [або <math>u_{min} \leq u(t) \leq u_{max}</math>], де <math>F_{min} = u_{min}</math> [Н] та <math>F_{max} = u_{max}</math> [Н] являються відповідно мінімальним (<math>F_{min} = u_{min}</math> [Н]) та максимальним (<math>F_{max} = u_{max}</math> [Н]) значеннями керуючої сили <math>F(t) = u(t)</math> [Н]. Це означає, що <b>на значення керуючої сили <math>F(t) = u(t)</math> [Н] завжди накладено певні обмеження: <math>F_{min} \leq F(t) \leq F_{max}</math> [або <math>u_{min} \leq u(t) \leq u_{max}</math>]. Отже значення керуючої сили <math>F(t) = u(t)</math> [Н] завжди повинні вибиратися із певної області значень допусти-</b></p>

	<p><b>мих керувань:</b> <math>F_{min} \leq F(t) \leq F_{max}</math> [або <math>u_{min} \leq u(t) \leq u_{max}</math>]. Надаючи <b>різні значення керуючої сили</b> <math>F(t) = u(t)</math> [Н], <b>які задовольняють умові</b> <math>F_{min} \leq F(t) \leq F_{max}</math> [або <math>u_{min} \leq u(t) \leq u_{max}</math>], ми <b>отримаємо безліч траєкторій, що виходять із початкової точки <math>x_0</math> із початковою швидкістю <math>V_0 = (d(x_0)/dt)</math>. Задача оптимальної швидкодії <math>J = t_f</math> полягає у знаходженні такої функціональної залежності керуючої сили <math>F(t) = u(t)</math> [Н], для якої <b>відповідна фазова траєкторія динамічної системи</b> <math>[(d(x(t))/dt) = V(t); \quad m \cdot (d(V(t))/dt) = F(t)</math> [або <math>m \cdot (d(V(t))/dt) = u(t)]</math> <b>проходить через кінцеву точку</b> фазової площини <math>(x_f; V_f)</math>, а <b>перехід від початкового положення</b> <math>[(x(t_0)) = (x_0); (V(t_0)) = (V_0)]</math> <b>у кінцеве</b> <math>[(x(t_f)) = (x_f); (V(t_f)) = (V_f)]</math> <b>відбувається за мінімальний проміжок часу.</b> Значення керуючого параметру <math>F(t) = u(t)</math> [Н], при якому здійснюється даний рух, називається <b>оптимальним за швидкістю</b>, а <b>відповідна фазова траєкторія – оптимальною</b>. В <b>крайових задачах динаміки</b> доводиться визначити <b>як закон руху матеріальної точки</b> <math>(x(t) = ?)</math>, <b>так і діючі на точку сили</b> <math>F(t) = u(t) = ?</math> [Н], причому <b>на закон руху і на сили можуть накладатися певні обмеження</b> <math>[(d(x(t))/dt) = V(t); m \cdot (d(V(t))/dt) = F(t)</math> [або <math>m \cdot (d(V(t))/dt) = u(t)]</math>; <math>F_{min} \leq F(t) \leq F_{max}</math> [або <math>u_{min} \leq u(t) \leq u_{max}</math>]]. До таких задач належать <b>оптимізаційні крайові задачі</b>, в яких додатково ставиться <b>умова мінімізації певного функціоналу – критерію якості</b> <math>J = t_f</math>.</b></p> <p>Розв'язання найпростішої крайової задачі оптимальної швидкодії у «Понтрягінському» випадку як шляхом застосування обчислювальних можливостей JModelica.org та Optimica (Додатки Е – Г), так і шляхом побудови аналітичних інтегралів задачі. Докладне порівняння графічних результатів моделювання у індивідуальних звітах студентів.</p>
12	<p>Розв'язання зі студентами практичної нелінійної крайової задачі оптимального управління осциляційним маятниковим розгойдуванням переміщуваного вантажу при керованому повороті стрілибаштового крану із застосуванням обчислювальних можливостей JModelica.org та Optimica. Зіставлення результатів чисельного моделювання із типовими експериментальними даними.</p>
13	<p>Розв'язання зі студентами практичної нелінійної крайової задачі оптимального управління осциляційним маятниковим розгойдуванням переміщуваного вантажу при керованому переміщенні візкамостового крану із застосуванням обчислювальних можливостей JModelica.org та Optimica. Зіставлення результатів чисельного моделювання із типовими експериментальними даними.</p>

### 3.3. Перелік індивідуальних та/або групових завдань

№ з/п	Назва теми або тем, з яких виконується індивідуальне завдання	Назва і вид індивідуального завдання
1	<p>Теми 5 та 6. Детерміністичні моделі, пов'язані із науковою динамікою процесів публікації та цитування журнальних статей. Епідемічні моделі дифузії нових наукових знань шляхом поширення опублікованих журнальних публікацій (Додатки А – В). Неепідемічні моделі процесів та циклів росту наукових знань, а також зростання кількості журнальних цитат (Додаток С). Побудова аналогії накопичення цитат із хімічними процесами зародкоутворення. Феноме-</p>	<p>Розрахунково-графічна робота «Основні детерміністичні моделі наукової динаміки»: Комп'ютерна обробка, розрахунок, візуалізація та наукометричне витлумачення наступних основних детерміністичних моделей наукової динаміки: модель логістичної кривої (Logistic Curve); епідемічні моделі (Epidemic Models) {SI, SIR, SIS, Гофмана-Невіла (Goffman-Newill)} для динаміки популяцій науковців та журнальних цитат (Додатки А – С); модель Прайса (Price) росту знань; модель Сангвала (Sangwal) для росту цитат; модель Яблонського (A.I. Yablonskii) для</p>

	<p>нологічні моделі підвищення добробуту населення та економічного росту шляхом застосування та розвитку наукових знань.</p>	<p>наукового прогресу в контексті економічного розвитку.</p>
2	<p>Теми 1 – 8. Статистичні розподіли як інструмент для прикладного моделювання наукових досліджень, процесів та систем. Застосування обчислювальних можливостей таких сучасних мов програмування як VisualBasic, C++, Fortran, Python, JModelica.org, OpenModelica, SageMath, Maple, WolframMathematica, MatLab, Statistica, GNU R, SciLab, GNU Octave до обчислення та графічної побудови геометричних характеристик найбільш поширених статистичних розподілів у ймовірнісній та стохастичній динаміці сучасних наукових досліджень та наукометрії (Додаток D).</p>	<p>Розрахунково-графічна робота «Основні статистичні розподіли у наукометрії»: Розрахунок, комп'ютерна візуалізація, статистичний аналіз та наукометричне витлумачення основних статистичних розподілів: 1) біноміальний розподіл (binomial distribution); 2) негативний біноміальний розподіл (negative binomial distribution); 3) нуль-зрізаний негативний біноміальний розподіл (zero-truncated negative binomial distribution); 4) розподіл логарифмічного ряду Фішера (Fisher logarithmic series distribution); 5) Гауссовий розподіл (Gaussian distribution); 6) розподіл Коші (Cauchy distribution); 7) розподіл Ципфа (Zipf distribution); 8) розподіл Ципфа-Мандельброта (Zipf-Mandelbrot distribution); 9) розподіл Парето (Pareto distribution, Pareti distribution); 10) розподіл Ломакса (Lomax distribution); 11) розподіл Прайса (Pricedistribution); 12) розподіл Січеля (Sicheldistribution); 13) гамма розподіл (gamma distribution); 14) Пуассонівський розподіл (Poisson distribution); 15) розподіл гамма-Пуассона (gamma-Poisson distribution); 16) зворотний розподіл Гауса-Пуассона (inverse Gaussian-Poisson distribution); 17) узагальнений зворотний розподіл Гауса-Пуассона (generalized inverse Gaussian-Poisson distribution); 18) розподіл Варінга (Waring distribution); 19) багатовимірний розподіл Варінга (multivariate Waring distribution); 20) зрізаний розподіл Варінга (truncated Waring distribution).</p>
3	<p>Теми 17-19. Ознайомлення студентів із обчислювальними можливостями сучасної мови кіберфізичного моделювання Modelica на прикладі зіставлення чисельного (в рамках застосування вільного ПЗ JModelica.org із розширенням Optimica) та аналітичного (в рамках застосування принципу максимуму Понтрягіна) розв'язків оберненої крайової задачі оптимальної швидкодії для найпростішого геометричного випадку одномірного руху керованого об'єкту за відсутності точок пере-</p>	<p>Розрахунково-графічна робота «Порівняння чисельного та аналітичного розв'язків задачі оптимальної швидкодії (<math>J = t_f</math>) для одномірного руху керованого об'єкту» (Додатки E – G): Математична постановка та формулювання зворотної крайової задачі оптимального за швидкістю управління (<math>J = t_f</math>) у випадку відсутності, а також наявності однієї та двох точок переключення напряму руху. Побудова чисельного інтегралу шляхом застосування вільного ПЗ JModelica.org із розширенням Optimica (Додатки E – G). Побудова аналітичного інтегралу шляхом застосування принципу максимуму Понтрягіна. Зістав-</p>

ключень, а також за наявності однієї та двох точок переключення напрямку керованого матеріального об'єкту(ДодаткиЕ – G).	лення результатів чисельного та аналітичного моделювання задачі управління.
--	---

#### IV КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

##### 4.1. Особливості оцінювання знань студентів ДДМА з екзаменаційної ПОНД дисципліни

Підсумкові оцінки за триместр з екзаменаційної дисципліни ПОНДв цілому переводяться за національною шкалою та шкалою ECTS відповідно до нижченаведеної міжнародної таблиці переведення оцінок, яка визначається діючим в ДДМА положення про організацію навчального процесу в кредитно-модульній системі підготовки фахівців:

<b>Рейтингова оцінка</b>	<b>У національній шкалі</b>	<b>У шкалі ECTS</b>
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

Для отримання позитивної оцінки екзаменаційної дисципліни ПОНД студент повинен скласти всі обов'язкові контрольні точки курсу ПОНД та одержати не менше ніж 55 балів сумарної оцінки як на протязі семестру, так і безпосередньо на екзамені з ПОНД, причому у такому випадку підсумкова ПОНД-оцінка визначається середнім арифметичним значенням підсумкової семестрової та екзаменаційної оцінок. Якщо ж хоч одна з цих двох (поточної та-або екзаменаційної) ПОНД-оцінок виявляється меншою за 55 балів, то підсумкова ПОНД-оцінка одразу виявляється принципово меншою за 55 балів і, отже, вже не може бути задовільною. Тобто студент, який на протязі семестру склав всі контрольні точки екзаменаційної дисципліни ПОНД і набрав не менше 55 балів сумарної семестрової оцінки, не має можливості «автоматично» отримати підсумкову ПОНД-оцінку і обов'язково повинен письмово скласти-ПОНД-екзамен.

Результати прийому екзамену з дисципліни ПОНД оцінюються за 100 – бальною рейтинговою шкалою. При оцінюванні результатів екзамену 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.

4.2. Перелік обов'язкових контрольних точок для оцінювання знань студентів денної форми навчання

№	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Max балів	Характеристика критеріїв досягнення результатів навчання для отримання максимальної кількості балів
1	Захист розрахунково-графічних та обчислювальних лабораторних робіт	50	Студент здатний продемонструвати критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації. Студент виконав розрахунково-графічні та обчислювальні лабораторні роботи, а також навів аргументовані відповіді на уточнювальні та додаткові запитання викладача та колег.
2	Модульна контрольна робота №1 до модулю №1 «Наукометрична динаміка та ефективність наукових досліджень» (Додатки А – В)	10	Студент виконав тестові та розрахунково-обчислювальні завдання, що відповідають програмним результатам навчання за темами змістового модулю №1 (Дод. А – В)
3	Модульна контрольна робота №2 до модулю №2 «Інженерія наукових знань, онтології та семантична павутина» (Додатки С – D)	10	Студент виконав тестові та розрахунково-обчислювальні завдання, що відповідають програмним результатам навчання за темами змістового модулю №2 (Дод. С – D)
4	Модульна контрольна робота №3 до модулю №3 «Обробка, планування, згладжування, нелінійне програмування та оптимізація емпіричних та обчислювально-теоретичних даних наукових досліджень» (Додатки Е, G)	10	Студент виконав тестові та розрахунково-обчислювальні завдання, що відповідають програмним результатам навчання за темами змістового модулю №3 (Дод. Е, G)
5	Модульна контрольна робота №4 до модулю №4 «Оптимізація та оптимальне управління керованими динамічними системами» (Додатки Е, F, G)	10	Студент виконав тестові та розрахунково-обчислювальні завдання, що відповідають програмним результатам навчання за темами змістового модулю №4 (Дод. Е, F, G)
6	Додаткове індивідуальне теоретичне або розрахунково-обчислювальне завдання	10	Студент здатний засвоїти та практично застосувати нову методику детерміністичного або ймовірно-стохастичного моделювання наукових процесів, результатів та систем до формулювання, постановки, машинного розв'язку та графічної візуалізації результатів.
Поточний контроль		100 (*0,5)	-
Підсумковий контроль (Додаток G)		100 (*0,5)	Студент виконав тестові та розрахунково-обчислювальні індивідуальні завдання та навів аргументовані відповіді на ситуаційні завдання, що відповідають програмним результатам успішного навчання з дисципліни «Програмна обробка наукових досліджень» (Додаток G)



Всього	100	-
--------	-----	---

#### 4.3. Перелік обов'язкових контрольних точок для оцінювання знань студентів заочної форми навчання

№	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Max балів	Характеристика критеріїв досягнення результатів навчання для отримання максимальної кількості балів
1	Тестова контрольна робота, яка виконується студентом індивідуально в системі Moodle	40	Студент виконав тестові завдання, що відповідають програмним результатам навчання з дисципліни
2	Письмовий екзамен (залік)	60	Студент виконав обчислювально-розрахункові завдання білету та навів аргументовані відповіді на ситуаційні завдання, що відповідають програмним результатам навчання з дисципліни «Програма обробка наукових досліджень»
Всього		100	-

#### 4.4. Критерії оцінювання сформованості програмних результатів навчання з ПОНД під час підсумкового контролю

Синтезований опис компетентностей	Типові недоліки, які зменшують рівень досягнення програмного результату навчання
<p>Когнітивні:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• студент здатний продемонструвати знання і розуміння основних методів та алгоритмів розв'язку динамічних задач детерміністичного, ймовірно-статистичного і стохастичного моделювання прикладних задач наукових досліджень;</li> <li>• студент здатний продемонструвати знання і розуміння основних методів та алгоритмів комп'ютерного розв'язку гаусівських та негаусівських задач класичної статистичної механіки;</li> <li>• студент здатний продемонструвати знання і розуміння основних обчислювальних методів та комп'ютерних алгоритмів в рамках практичного застосування онтологічного та академічного оптимізаційного програмування</li> </ul>	75-89% – студент припускається незначних помилок у описі прикладних алгоритмів та комп'ютерних методів розв'язання детерміністичних, ймовірно-статистичних та стохастичних задач, недостатньо повно визначає прикладний науково-статистичний зміст наукометричних співвідношень, неповною мірою розуміє переваги та недоліки застосованої математичної моделі, припускається несуттєвих фактичних помилок при витлумаченні розрахунково-графічних результатів та визначенні точності досліджуваних обчислювальних методів
	60-74% – студент некоректно формулює алгоритми та методи розв'язання детерміністичних, ймовірно-статистичних та стохастичних задач та робить суттєві помилки у змісті математичної моделі, припускається помилок при проектуванні власного комп'ютерного алгоритму, допускається грубих помилок у витлумаченні та статистичних розрахунках, а також при оформленні розрахункової або обчислювальної лабораторної роботи
	менше 60% – студент не може обґрунтувати свою позицію посиленням на конкретний алгоритм розв'язання детерміністичних, ймовірно-статистичних та стохастичних задач, не володіє методикою ймовірно-статистичного розрахунку, не може самостійно підібрати необхідні розрахункові методи статистичної механіки; не має належної уяви про типи задач та ймовірно-статистичне витлумачення одержаних результатів

<p>Афективні:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• студент здатний критично осмислювати матеріал лекційних та практичних занять; аргументувати власну позицію, спроможний оцінити аргументованість вимог та компетентно дискутувати у професійному середовищі;</li> <li>• студент здатний креативно співпрацювати із іншими студентами та викладачем; ініціювати і брати участь у конструктивній та аргументованій дискусії, розділяти цінності колективної та наукової етики у сфері прикладних загальнонаукових досліджень</li> </ul>	75-89% – студент припускається певних логічних помилок в аргументації власної позиції в дискусіях на заняттях та під час захисту обчислювальних лабораторних та індивідуальних розрахункових завдань, відчуває певні складності у поясненні фахівцю та колегам певних подробиць та окремих аспектів професійної проблематики
	60-74% – студент припускається істотних логічних помилок в аргументації власної позиції, виявляє недостатню ініціативу до участі у дискусіях та індивідуальних консультаціях за наявності складності у виконанні лабораторних та індивідуальних завдань; відчуває істотні складності при поясненні фахівцю або нефахівцю окремих аспектів професійної проблематики
	менше 60% – студент не здатний продемонструвати вільного володіння логікою та аргументацією у виступах, не виявляє ініціативи до участі у професійній дискусії, до консультування з проблемних питань виконання лабораторних та індивідуальних завдань, не здатний пояснити нефахівцю суть відповідних проблем професійної діяльності; виявляє зневагу до етики навчального процесу
<p>Психомоторні:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• студент здатний самостійно працювати, розробляти оригінальні варіанти індивідуальних рішень, впевнено та кваліфіковано звітувати про них;</li> <li>• студент здатний спокійно та зосереджено слідувати методичним підходам до прикладних розрахунків;</li> <li>• студент здатний повною мірою контролювати результати власних зусиль та намагатися оптимально коригувати свої власні зусилля</li> </ul>	75-89% – студент припускається певних помилок у стандартних методичних підходах та відчуває ускладнення при їх модифікації за зміни вихідних умов навчальної або прикладної ситуації
	60-74% – студент відчуває ускладнення при модифікації стандартних методичних підходів за зміни вихідних умов навчальної або прикладної ситуації
	менше 60% – студент нездатний самостійно здійснювати пошук та опрацювання методів та алгоритмів розв’язання детерміністичних, ймовірнісних, статистичних та стохастичних задач, виконувати індивідуальні завдання, проявляє ознаки академічної недоброчесності при підготовці індивідуальних завдань та виконанні контрольних робіт, не сформовані навички самооцінки результатів навчання і навичок міжособистісної комунікації з прийняття допомоги з виправлення поточної ситуації

#### 4.5. Критерії оцінювання програмних результатів навчання для курсової роботи

Критерії оцінювання курсової роботи	Максимальна кількість балів
Оформлення курсової роботи відповідає стандартизованим вимогам. Основні недоліки: перевищення обсягу; шрифт та інтервал не відповідають встановленим вимогам; відсутня нумерація, заголовки; неправильне оформлення цифрового та ілюстративного матеріалу, додатків тощо	5
Реферат і вступ відповідають стандартним вимогам. Основні недоліки: реферат не містить необхідних елементів, у вступі відсутнє обґрунтування актуальності теми та її значущості; не визначені мета та завдання, об’єкт, предмет і методи дослідження, інформаційна база курсової роботи тощо	5

Основна частина курсового проекту відповідає наявним вимогам. Основні недоліки (з урахуванням специфіки теми і завдань роботи): відсутня глибина, всебічність і повнота викладення теоретичного матеріалу; не показані дискусійні питання, відсутній огляд літератури тощо, відсутній табличний та ілюстративний матеріал або його аналіз; використані застарілі дані; наведені дані не пов'язані зі змістом тексту роботи; наявність помилок у розрахунках; недостатня вірогідність і надійність детерміністичного та ймовірно-статистичного обґрунтування тощо	55
Висновки курсової роботи відповідають діючим стандартним вимогам. Основні недоліки: висновки не мають зв'язку з результатами дослідження та його завданнями; не підведені підсумки та відсутня дискусія-обговорення за всіма висвітленими питаннями та розділами; мають місце поверховий аналіз і недостатньо обґрунтовані висновки тощо	10
Список використаних джерел відповідає стандартизованим вимогам. Основні недоліки (з урахуванням специфіки теми і завдань роботи): недостатній рівень інформаційного забезпечення; неправильно оформлений; відсутня законодавча база; застаріла періодична література тощо.	5
<i>Всього за результатами рецензування</i>	<i>80</i>
Демонстрація розуміння теоретичних основ теми дослідження, ступеню володіння практичними аспектами теми дослідження, спроможності аргументувати власну точку зору щодо проблем і шляхів їх вирішення відповідно до тематики даної роботи, в т.ч. в ході надання докладних та аргументованих відповідей на переважну більшість запитань членів комісії	20
<i>Всього за результатами захисту</i>	<i>20</i>
<b>Всього за результатами рецензування і захисту</b>	<b>100</b>

#### 4.6. Критерії оцінювання типового екзаменаційного білету з дисципліни «Програмна обробка наукових досліджень»

При розробці критеріїв оцінювання екзаменаційного білету з дисципліни ПОНД за основу взята повнота і правильність розв'язання комплексної типової крайової задачі оптимальної швидкодії (Додатки Е, Ф, Г). При оцінюванні екзаменаційного білету з ПОНД (Додатки Е, Ф, Г) необхідно врахувати сформованість програмних результатів навчання та здатність студента:

– демонструвати розуміння базової математичної та комп'ютерної термінології та найбільш поширених означень у прикладній галузі інформаційного забезпечення та програмної JModelica.org-обробки керованої динаміки, управління та ( $J = t_f$ )-оптимізації режимів одномірного руху найпростішої керованої динамічної системи;

– продемонструвати розуміння відповідного прикладного математичного, системно-динамічного та комп'ютерно-алгоритмічного Modelica-формалізму, а також акаузальної JModelica.org, Optimica та Ruptokit кіберфізичної імплементації обчислювальних результатів програмної обробки теоретичних наукових досліджень в рамках постановки, тлумачення та формулювання зворотної крайової комплексної промислово-практичної задачі оптимального за швидкістю управління ( $J = t_f$ ) у випадку відсутності, а також наявності однієї та двох точок переключення напряму одномірного руху керованого точкового об'єкту.

Індивідуальне завдання білету складається із однієї комплексної типової задачі оптимальної швидкодії ( $J = t_f$ ) для одномірного руху керованого об'єкту для випадку наявності управління із розімкненим контуром регулювання і оцінюється за стобальною шкалою.

Критерії оцінювання типового екзаменаційного білету з ПОНД, представлено у Додатку А	Максимальна кількість балів
<b>Оцінка «5» (90..100 балів)</b> виставляється тоді, коли студент володіє глибокими знаннями навчального матеріалу в повному обсязі, та здатний їх ефективно використовувати для виконання комплексної типової задачі білету. Відповідь студента повна, правильна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення. Комплексна типова задача білету виконана самостійно, у повному обсязі. При виконанні комплексної типової задачі допускаються неточності, які студент самостійно виправляє, а саме неточність при записі фізичних розмірностей фазових змінних та змінних управління та/або неточність при витлумаченні графічних результатів акаузального комп'ютерного моделювання.	Оцінка «5» (90..100 балів)
<b>Оцінка «4» (75..89 балів)</b> виставляється тоді, коли студент самостійно, з розумінням, відтворює основний навчальний матеріал та застосовує його під час виконання комплексної типової задачі білету. Відповідь в цілому правильна, логічна та достатньо обґрунтована. Під час виконання комплексної типової задачі білету допускаються несуттєві помилки, які студент може виправити, а саме: незначні відхилення в розрахунках при дотриманні загальної методики розрахунку та/або неточність при виборі та *.top-записі відповідних пар чисельних значень для фазових змінних у початковому та кінцевому положеннях керованого об'єкту та/або неточність при *.top-заданні обмежень на значення змінної управління.	Оцінка «4» (75..89 балів)
<b>Оцінка «3» (55..74 балів)</b> виставляється тоді, коли студент без достатнього розуміння відтворює навчальний матеріал та частково виконує завдання комплексної типової задачі неповному обсязі. Недостатньо обґрунтовано аналізує і порівнює вихідну та розрахункову інформацію білету. Під час виконання комплексної типової задачі білету студент допускає помилки, які самостійно виправити не може, або білет не містить відповіді на одне із завдань та/або відсутнє Рупlot-виконання графічної візуалізації обчислювальних результатів.	Оцінка «3» (55..74 балів)
<b>Оцінка «2» (0..54 балів)</b> виставляється тоді, коли студент відтворює на рівні часткового розпізнання окремі елементи навчального матеріалу та не усвідомлено виконує окремі розрізнені частини завдань комплексної типової задачі білету. Під час виконання завдань комплексної типової задачі білету студент допускає суттєві грубі помилки, а саме: не розв'язано одне із завдань і наявні принципові помилки в розрахунках інших завдань.	Оцінка «2» (0..54 балів)

## V ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

№	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Характеристика змісту засобів оцінювання
1.	Захист розрахунково-графічних робіт	<ul style="list-style-type: none"> <li>• опитування за термінологічним матеріалом, що відповідає темі роботи;</li> <li>• оцінювання аргументованості звіту про розбір ситуаційних завдань;</li> <li>• оцінювання активності участі у дискусіях</li> </ul>
2.	Індивідуальне завдання	<ul style="list-style-type: none"> <li>• письмовий звіт про виконання індивідуального завдання;</li> <li>• оцінювання самостійності та якості виконання завдання в ході звіту-захисту та співбесіди</li> </ul>
3.	Модульні контрольні роботи(Додатки А – F)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• стандартизовані тести;</li> <li>• аналітично-розрахункові завдання;</li> </ul>
Підсумковий контроль (ДодатокG)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• стандартизовані тести;</li> <li>• аналітично-розрахункові завдання;</li> </ul>

6.1. Основна література

1. Vitanov N.K. Science Dynamics and Research Production: Indicators, Indexes, Statistical Laws and Mathematical Models (Qualitative and Quantitative Analysis of Scientific and Scholarly Communication). – Cham: Springer International Publishing, 2016. – 285 p. – Режим доступу до повного тексту: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-41631-1>
2. Keet C.M. An Introduction to Ontology Engineering. – London: College Publications, 2018. – 344 p. – Режим доступу до повного тексту підручника: <https://people.cs.uct.ac.za/~mkeet/files/OEbook.pdf>
3. Рогушина Ю.В., Гладун А.Я., Осадчий В.В., Прийма С.М. Онтологічний аналіз у Web. Монографія. – Мелітополь: МДУПУ ім. Богдана Хмельницького, 2015. – 407 с. – Режим доступу до повного тексту монографії: <http://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/1421/1/26.pdf>
4. Добров Б.В., Иванов В.В., Лукашевич Н.В., Соловьев В.Д. Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения. – М.: ИНТУИТ; БИНОМ, 2009. – (Серия «Основы информационных технологий»). – Режим доступу до HTML-версії: <https://www.intuit.ru/studies/courses/1078/270/lecture/6845>. – Режим доступу до pdf-версії: <http://ryk-kypc2.narod.ru/ontotez.pdf>
5. Плєскач В.Л., Рогушина Ю.В., Агентні технології. Монографія. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2005. – 338 с. – Режим доступу до повного тексту монографії: <https://core.ac.uk/download/pdf/38468943.pdf>
6. Gerrard P., Johnson R.M. Mastering Scientific Computing with R. – Birmingham: Packt Publishing, 2015. – 432 p.
7. Johansson R. Numerical Python: Scientific Computing and Data Science Applications with Numpy, SciPy and Matplotlib. – Berkeley: Apress, 2019. – 700 p. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4246-9>
8. Fritzson P. Principles of Object-Oriented Modeling and Simulation with Modelica 3.3: A Cyber-Physical Approach, 2nd Ed. – Wiley-IEEE, 2015 – 1256 p.
9. Zimmermann P. et al. Computational Mathematics with SageMath. – SIAM, 2018 – 464 p. – Режим доступу: <http://sagebook.gforge.inria.fr/english.html>
10. Brunton S.L., Kutz J.N. Data-Driven Science and Engineering: Machine Learning, Dynamical Systems and Control. – Cambridge: Cambridge University Press, 2019. – 492 p. – <https://doi.org/10.1017/9781108380690>. – Режим доступу до Python та MatLab кодів та даних: <http://www.databookuw.com/>
11. Nagar S. Introduction to Scilab: For Engineers and Scientists. – Berkeley: Apress, 2017 – 198 p. – Доступ: <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3192-0>
12. Wouwer A.V., Saucez P., Vilas C. Simulation of ODE/PDE Models with MATLAB®, OCTAVE and SCILAB: Scientific and Engineering Applications.

– Cham: Springer International Publishing, 2014 – 406 p. – Режимдоступу: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-06790-2>

## 6.2. Допоміжна література

13. Bairagi V., Munot M.V. Research Methodology: A Practical and Scientific Approach. – Boca Raton: CRC Press, 2019. – 304 p. – Режимдоступу: <https://doi.org/10.1201/9781351013277>
14. Smiraglia R.P. Domain Analysis for Knowledge Organization: Tools for Ontology Extraction. – Waltham: Chandos Publishing, 2015. – 116 p. – Режимдоступу: <https://www.sciencedirect.com/science/book/9780081001509>
15. Комп'ютерні онтології та їх використання у навчальному процесі. Теорія і практика. : Монографія / С.О. Довгий, В.Ю. Велічко, Л.С. Глоба, О.Є. Стрижак., Т.І. Андрущенко, С.А. Гальченко, А.В. Гончар, К.Д. Гуляєв, В.М. Кудряк, К.В. Ляшук, О.В. Палагін, М.Г. Петренко, М.А. Попова, В.І. Сидоренко, О.О. Слюсаренко, Д.В. Стус, М.Ю. Терновой. – К.: Інститут обдарованої дитини, 2013. – 310 с. – Режим доступу до повного тексту монографії: [http://lib.iitta.gov.ua/10124/1/9. Монографія Стрижак Компьютерн онтолог видано.pdf](http://lib.iitta.gov.ua/10124/1/9.Монографія_Стрижак_Компьютерн_онтолог_видано.pdf)
16. Perig AV. Didactic Student-Friendly Approaches to More Effective Teaching of the Fundamentals of Scientific Research in a Digital Era of Scientometrics. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education. 2018;14(12). – Режимдоступу: <https://doi.org/10.29333/ejmste/97188>
17. Barnes B., Fulford G.R. Mathematical Modelling with Case Studies: Using Maple and MATLAB, Third Edition. – Boca Raton: CRC Press, 2014 – 388 p. – Режимдоступу: <https://doi.org/10.1201/b17896>
18. JModelica.org UserGuide. Version 1.17. – Режим доступу: <https://svn.jmodelica.org/branches/1.17.x/docbook/UsersGuide/JModelicaUsersGuide.pdf>
19. Perig AV, Stadnik AN, Deriglazov AI. Spherical Pendulum Small Oscillations for Slewing Crane Motion. Sci World J. 2014;451804. – Режимдоступу: <https://doi.org/10.1155/2014/451804>
20. Perig AV, Stadnik AN, Deriglazov AI, Podlesny SV. 3 DOF Spherical Pendulum Oscillations with a Uniform Slewing Pivot Center and a Small Angle Assumption. Shock Vib. 2014;203709. – Режимдоступу: <https://doi.org/10.1155/2014/203709>
21. Kostikov AA, Perig AV, Lozun RR. Simulation-assisted teaching of graduate students in transport: A case study of the application of acausal freeware JModelica.org to solution of Sakawa's open-loop optimal control problem for payload motion during crane boom rotation. International Journal of Mechanical Engineering Education. 2016;45(1):3–27. – Режимдоступу: <https://doi.org/10.1177/0306419016669033>
22. Kostikov AA, Perig AV, Mikhieienko DY, Lozun RR. Numerical JModelica.org-based approach to a simulation of Coriolis effects on guided



- boom-driven payload swaying during non-uniform rotary crane boom slewing. J Braz Soc Mech Sci Eng. 2017 Mar;39(3):737–56. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s40430-016-0554-2>
23. Perig AV, Kostikov AA, Skyrtach VM, Lozun RR, Stadnik AN. Application of JModelica.org to Teaching the Fundamentals of Dynamics of Foucault Pendulum-Like Guided Systems to Engineering Students. Inf Technol Learn Tools. 2017;62(6):151–78. – Режим доступа: <https://doi.org/10.33407/itlt.v62i6.1926>
24. Kostikov AA, Perig A, Larichkin O, Stadnik AN, Gribkov EP. Research Into Payload Swaying Reduction Through Cable Length Manipulation During Boom Crane Motion. FME Trans. 2019;47(3):464–76. – Режим доступа: [https://www.mas.bg.ac.rs/\\_media/istrazivanje/fme/vol47/3/9\\_av\\_perig\\_et\\_al.pdf](https://www.mas.bg.ac.rs/_media/istrazivanje/fme/vol47/3/9_av_perig_et_al.pdf)
25. Perig AV, Stadnik AN, Kostikov AA, Podlesny SV. Research into 2D Dynamics and Control of Small Oscillations of a Cross-Beam during Transportation by Two Overhead Cranes. Shock Vib. 2017;9605657.– Режим доступа: <https://doi.org/10.1155/2017/9605657>

### 6.3. Web-ресурси

26. Scopus. – Режим доступа: <https://www.scopus.com>
27. SJR, Scimago Journal & Country Rank, powered by Scopus. – Режим доступа: <https://www.scimagojr.com/>
28. Web of Science. – Режим доступа: <https://www.webofknowledge.com/>
29. Web of Science: Master Journal List – Clarivate Analytics. – Режим доступа: <https://mjl.clarivate.com/>
30. LibreOffice. – Режим доступа: <https://www.libreoffice.org/>
31. Overleaf, online LaTeX editor. – Режим доступа: <https://www.overleaf.com/>
32. Zotero -Reference Manager. – Режим доступа: <https://www.zotero.org/>
33. Mendeley - Reference Manager. – Доступ: <https://www.mendeley.com/>
34. Tree Proof Generator. – Режим доступа: <https://www.umsu.de/trees/>
35. Protégé. – Режим доступа: <https://protege.stanford.edu/>
36. R: The R Project. – Режим доступа: <https://www.r-project.org/>
37. Scilab. – Режим доступа: <https://www.scilab.org/>
38. GNU Octave. – Режим доступа: <https://www.gnu.org/software/octave/>
39. SageMath. – Режим доступа: <https://www.sagemath.org/index.html>
40. Anaconda Python/R Distribution. – Режим доступа: <https://www.anaconda.com/distribution/>
41. JModelica.org. – Режим доступа: <https://jmodelica.org/>
42. OpenModelica. – Режим доступа: <https://openmodelica.org/>
43. NetworkX. – Режим доступа: <https://networkx.org/>
44. NetLogo. – Режим доступа: <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>
45. WolframCloud. – Режим доступа: <https://www.wolframcloud.com/>
46. Wolfram|Alpha. – Режим доступа: <https://www.wolframalpha.com/>
47. Geany. – Режим доступа: <https://www.geany.org/>

48. TDM-GCC. – Режим доступу: <https://jmeubank.github.io/tdm-gcc/>

49. MinGW | Minimalist GNU for Windows. –

Режим доступу: <http://www.mingw.org/> & <https://sourceforge.net/projects/mingw-w64/>

50. Wireshark. – Режим доступу: <https://www.wireshark.org/>

## Додаток А: Приклад індивідуального завдання до модульної контрольної роботи №1 до модулю №1 курсу ПОНД

### ПОНД КР 01. Варіант 12

• **SI-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції: **SI model = susceptible–infected (infectious) model** = (неінфікований хост, **уразливий** (сприйнятливий, чутливий) до мережного зараження) – (інфікований хост, **уражений** мережним хробаком (черв'яком)).

• **Задача Коші для системи диференціальних рівнянь в SI-моделі:**

$$\left\{ \begin{array}{l} \left( \frac{d(x(t))}{dt} \right) = +\beta \cdot s(t) \cdot x(t); \\ \left( \frac{d(s(t))}{dt} \right) = -\beta \cdot s(t) \cdot x(t); \\ s(t) + x(t) = 1; \\ x_0 = x(0); \end{array} \right. \text{ або } \left\{ \begin{array}{l} \left( \frac{d(x(t))}{dt} \right) = +\beta \cdot (1 - x(t)) \cdot x(t); \\ s(t) = 1 - x(t); \\ s(0) + x(0) = 1; \\ x_0 = x(0); \end{array} \right. \text{ де}$$

•  $x(t)$  – середнє безрозмірне число інфікованих комп'ютерів у мережі, які вже зазнали вірусного зараження та є інфікованими («infected») комп'ютерною інфекцією у кожний момент часу  $t$ ;

•  $s(t)$  – безрозмірне число індивідуальних комп'ютерів у інформаційній мережі, які є сприйнятливими (чутливими, «susceptible») до комп'ютерної інфекції у кожний момент часу  $t$ , причому  $s(t)$  є середньою ймовірністю того що випадковий комп'ютер із яким буде встановлено мережне з'єднання виявиться сприйнятливим (чутливим, «susceptible») до невиліковної комп'ютерної інфекції у кожний момент часу  $t$ ;

•  $\beta$  – швидкість поширення комп'ютерної інфекції у інформаційній мережі на кожний індивідуальний комп'ютер. Це означає що кожний окремий комп'ютер у середньому має  $\beta$  контактів із випадковими іншими комп'ютерами за одиницю часу, причому комп'ютерна інфекція передається лише тоді, коли інфікований комп'ютер має контакт із сприйнятливим (чутливим, «susceptible») комп'ютером;

• **Числові значення, задані для SI-моделі:**  $\beta = 0.8$  і  $x_0 = 0.05$ ;

• Із застосуванням вищенаведених числових значень для  $\{\beta; x_0\}$  та із залученням обчислювальних можливостей такого сучасного безкоштовного програмного забезпечення, як **{JModelica.org(OpenModelica)}** та/або **WolframLanguage** через **WolframCloudBasic(Wolfram|Alpha)** та/або **SageMath** та/або **SciLab(GNU Octave)** та/або **GNUR** та/або **Maxima**

та/або **LibreOffice Calc** (Excel) та/або **C++** та/або **Python** та/або **Giac/Xcas**}, знайти чисельні розв'язки та побудувати наступні необхідні графіки для SI-моделі:

1) графік  $x = x(t) = ?$  та 2) графік  $s = s(t) = ?$  у одній і тій самій системі координат;

3) чисельні значення  $x(2) = ?$ ;  $x(6) = ?$ ; 4) чисельні значення  $s(4) = ?$ ;  $s(8) = ?$

## Додаток В. Типові теоретичні питання для підготовки до модульної контрольної роботи №1 до модулю №1 курсу ПОНД

### – Питання 1.1. Zhou, Wen, Zhao-2007-модель

Zhou, Wen, Zhao-2007 – модель поширення комп'ютерної інфекції активних лагідних мережних хробаків – Active Benign Worms:

Підходи до опису та моделювання активних (*active*) та гібридних (*hybrid*) «лагідних» мережних хробаків (*benign worms*) в роботі “*Modeling and Analysis of Active Benign Worms and Hybrid Benign Worms. Containing the Spread of Worms*” (<https://doi.org/10.1109/ICN.2007.58>) авторів Zhou, Wen, Zhao (2007) з ресурсу [https://www.researchgate.net/publication/221056660\\_Modeling\\_and\\_Analysis\\_of\\_Active\\_Benign\\_Worms\\_and\\_Hybrid\\_Benign\\_Worms\\_Containing\\_the\\_Spread\\_of\\_Worms](https://www.researchgate.net/publication/221056660_Modeling_and_Analysis_of_Active_Benign_Worms_and_Hybrid_Benign_Worms_Containing_the_Spread_of_Worms)

Диференціальні рівняння та графіки для моделі поширення активних лагідних мережних хробаків – Active Benign Worms (Zhou, Wen, Zhao (2007)).

Тлумачення результатів для моделі поширення активних лагідних мережних хробаків – Active Benign Worms (Zhou, Wen, Zhao (2007)).

### – Питання 1.2. Zou, Gong, Towsley-2002-модель

Двофакторна Zou, Gong, Towsley-2002-модель поширення комп'ютерно-мережної інфекції, запропонована у (Two-factor worm model (Zou, Gong, Towsley (2002))); <https://doi.org/10.1145/586110.586130>):

Двофакторна модель поширення мережних хробаків (two-factor worm model), запропонована та сформульована в роботі “*Code Red Worm Propagation Modeling and Analysis*”

<https://doi.org/10.1145/586110.586130> авторів Zou, Gong, Towsley (2002), доступна як <http://www.cs.ucf.edu/~czou/research/codered.pdf>

Диференціальні рівняння та графіки для двофакторної хробакової моделі – two-factor worm model (Zou, Gong, Towsley (2002)).

Тлумачення результатів для двофакторної хробакової моделі – Two-factor worm model (Zou, Gong, Towsley (2002)).

### – Питання 1.3. Модель Кермака-Маккендріка (Kermack–McKendrick)

Епідемічна модель (теорія) Кермака-Маккендріка (Kermack–McKendrick) поширення комп'ютерно-мережних інфекцій. Диференціальні рівняння та графіки для моделі Кермака-Маккендріка (Kermack–McKendrick). Тлумачення результатів для моделі Кермака-Маккендріка (Kermack–McKendrick) поширення комп'ютерно-мережних інфекцій.

– Питання 1.4. Модель **Кефарта–Уайта (Kephart–White)**

Епідемічна модель (теорія) **Кефарта–Уайта (Kephart–White)** поширення комп'ютерно-мережних інфекцій. Диференціальні рівняння та графіки для моделі **Кефарта–Уайта (Kephart–White)**. Тлумачення результатів для моделі **Кефарта–Уайта (Kephart–White)**.

– Питання 1.5. **AAWP-модель**

**AAWP-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції: **AAWP model = Analytical Active Worm Propagation model** = Аналітична модель поширення активних мережних хробаків відповідно до роботи “*Modeling the Spread of Active Worms*” <https://doi.org/10.1109/INFCOM.2003.1209211> від Chen, Gao та Kwiat, [https://www.researchgate.net/publication/4021126\\_Modeling\\_the\\_Spread\\_of\\_Active\\_Worms](https://www.researchgate.net/publication/4021126_Modeling_the_Spread_of_Active_Worms) Диференціальні рівняння та графіки для **AAWP-моделі**. Тлумачення результатів для **AAWP-моделі**.

– Питання 1.6. **SI-модель**

**SI-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції: **SI model = susceptible–infected (infectious) model** = (неінфікований хост, **уразливий** (сприйнятливий, чутливий) до комп'ютерного мережного зараження) – (інфікований хост, **уражений** мережним хробаком (черв'яком)). Диференціальні рівняння та графіки для **SI-моделі**. Тлумачення результатів для **SI-моделі**.

– Питання 1.7. **SIR-модель**

**SIR-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції: **SIR model = susceptible – infected (infectious) – removed (recovered) model** = (неінфікований хост, **уразливий** (сприйнятливий, чутливий) до комп'ютерного мережного зараження) – (інфікований хост, **уражений** комп'ютерно-мережним хробаком (черв'яком)) – («знешкоджений» **зnezаражений**) хост із **усуненням** комп'ютерно-мережним зараженням). Диференціальні рівняння та графіки для **SIR-моделі**. Тлумачення результатів для **SIR-моделі**.

– Питання 1.8. **SIS-модель**

**SIS-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції: **SIS model = susceptible – infected (infectious) – susceptible model** = (неінфікований хост, **уразливий** (сприйнятливий, чутливий) до комп'ютерного мережного зараження) – (інфікований хост, **уражений** комп'ютерно-мережним хробаком (черв'яком)) – (неінфікований хост, повторно **уразливий** (повторно сприйнятливий, повторно чутливий, з відсутністю імунітету) до наступного комп'ютерного мережного зараження). Диференціальні рівняння та графіки для **SIS-моделі**.

Тлумачення результатів для **SIS-моделі**.

– Питання 1.9. **SEI-модель**

**SEI-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції: **SEI model = susceptible – exposed – infected model** = (неінфікований хост, **уразливий**

(сприйнятливий, чутливий) до комп'ютерного мережного зараження) – [**латентний стан** інфікування вузла мережі, який є латентно-інфікованим, але не поширює вірусу, коли комп'ютерний хробак вже **інфікував** вразливий вузол комп'ютерно-інформаційної мережі і одразу перейшов у **інкубаційний період**, упродовж якого вірус не спричиняє жодної шкоди інфікованому вузлу] – (інфікований хост, **уражений** мережним хробаком (черв'яком)). Диференціальні рівняння та графіки для **SEI-моделі**. Тлумачення результатів для **SEI-моделі**.

– Питання 1.10. **SEIR-модель**

**SEIR-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції: **SEIR model = susceptible – exposed – infected (infectious) – removed (recovered) model** = (неінфікований хост, **уразливий** (сприйнятливий, чутливий) до комп'ютерного мережного зараження) – [**латентний стан** інфікування вузла комп'ютерної інформаційної мережі, який є латентно-інфікованим, але не поширює вірусу, коли комп'ютерний мережний хробак вже **інфікував** вразливий вузол комп'ютерно-інформаційної мережі і одразу перейшов у **інкубаційний період**, упродовж якого вірус не спричиняє жодної шкоди інфікованому вузлу мережі] – (інфікований хост, **уражений** мережним хробаком (черв'яком)) – («знешкоджений» **«зnezаражений»** хост із **усуненим** комп'ютерним мережним зараженням). Диференціальні рівняння та графіки для **SEIR-моделі**.

Тлумачення результатів для **SEIR-моделі**.

– Питання 1.11. **SEIS-модель**

**SEIS-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції: **SEIS model = susceptible – exposed – infectious (infected) – susceptible model** = (неінфікований хост, **уразливий** (сприйнятливий, чутливий) до комп'ютерного мережного зараження) – [**латентний стан** інфікування вузла комп'ютерної мережі, який є латентно-інфікованим, але не поширює вірусу, коли комп'ютерний хробак вже **інфікував** вразливий вузол комп'ютерно-інформаційної мережі і одразу перейшов у **інкубаційний період**, упродовж якого вірус не спричиняє жодної шкоди інфікованому вузлу] – (інфікований хост, **уражений** мережним хробаком (черв'яком)) – (неінфікований хост, повторно **уразливий** (повторно сприйнятливий, повторно чутливий) до наступного комп'ютерного мережного зараження). Диференціальні рівняння та графіки для **SEIS-моделі**.

Тлумачення результатів для **SEIS-моделі**.

– Питання 1.12. **SAIR-модель**

**SAIR-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції: **SAIR model = susceptible – antidotal – infected – removed model** = (неінфікований хост, **уразливий** (сприйнятливий, чутливий) до комп'ютерного зараження) – (неінфікований хост зі **встановленим антивірусом**) – (інфікований хост, **уражений** мережним хробаком (черв'яком)) – («знешкоджений» **«зnezаражений»** хост із **усуненим** комп'ютерним зараженням). Диференціальні рівняння та графіки для **SAIR-моделі**. Тлумачення результатів для **SAIR-моделі**.

– Питання 1.13. **SIQR-модель**

**SIQR-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції: **SIQR**model = **susceptible – infected (infectious) – quarantined (quarantine) – recovered**model=(неінфікований хост, **уразливий** (сприйнятливий, чутливий) до комп'ютерного мережного зараження) – (**інфікований**хост, **уражений** мережним хробаком(черв'яком), але який не знаходиться у карантині/ізоляції) – (**карантинний** (ізольований) хост) – («знешкоджений» «**зnezаражений**» хост із **усуненим** комп'ютерним мережним зараженням). Диференціальні рівняння та графіки для **SIQR-моделі**. Тлумачення результатів для **SIQR-моделі**.

– Питання 1.14. **SIQS-модель**

**SIQS-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції: **SIQS**model = **susceptible – infected (infectious) – quarantined (quarantine) – susceptible**model=(неінфікований хост, **уразливий** (сприйнятливий, чутливий) до комп'ютерного мережного зараження) – (**інфікований**хост, **уражений** мережним хробаком(черв'яком), але який не знаходиться у карантині/ізоляції) – (**карантинний** (ізольований) хост) – (неінфікований хост, повторно **уразливий** (повторно сприйнятливий, повторно чутливий) до наступного комп'ютерного мережного зараження). Диференціальні рівняння та графіки для **SIQS-моделі**.

Тлумачення результатів для **SIQS-моделі**.

– Питання 1.15. **SIRS-модель**

**SIRS-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції: **SIRS**model = **susceptible–infected–removed (recovered) – susceptible**model= (неінфікований хост, **уразливий** (сприйнятливий, чутливий) до комп'ютерного мережного зараження) – (**інфікований** хост, **уражений** мережним хробаком (черв'яком)) – («знешкоджений» «**зnezаражений**» хост із **усуненим** комп'ютерно-мережним зараженням)–(неінфікований хост, повторно **уразливий** (повторно сприйнятливий, повторно чутливий) до наступного комп'ютерно-мережного зараження). Диференціальні рівняння та графіки для **SIRS-моделі**.

Тлумачення результатів для **SIRS-моделі**.

– Питання 1.16. **MSIR-модель**

**MSIR-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції: **MSIR**model = **maternally-resistant (maternally-derivedimmunity) – susceptible – infected (infectious) – removed (recovered)**model=новий хост-«**немовля**» з «**материнським**» **імунітетом** (стійкий до комп'ютерної мережної інфекції з **пасивним імунітетом** за «материнською лінією») – (неінфікований хост, **уразливий** (сприйнятливий, чутливий) до комп'ютерного мережного зараження) – (**інфікований** хост, **уражений**комп'ютерним мережним хробаком(черв'яком)) – («знешкоджений» «**зnezаражений**» хост із **усуненим** комп'ютерним мережним зараженням). Диференціальні рівняння та графіки для **MSIR-моделі**.

Тлумачення результатів для **MSIR-моделі**.

– Питання 1.17. **SIRD-модель**

**SIRD-модель**поширення комп'ютерно-мережної інфекції:

**SIRD**model = **susceptible – infected (infectious) – removed (recovered) – dead (deceased)**model = (неінфікований хост, **уразливий** (сприйнятливий, чутливий) до комп'ютерного мережного зараження) – (інфікований хост, **уражений** комп'ютерно-мережним хробаком (черв'яком)) – («знешкоджений» «**знезаражений**» хост із **усуненим** комп'ютерним мережним зараженням) – **мережно-«померлий» (мережно-«покійний»)** хост, який необоротно вийшов з ладу та повністю припинив своє подальше комп'ютерно-мережне функціонування. Диференціальні рівняння та графіки для **SIRD-моделі**.

Тлумачення результатів для **SIRD-моделі**.

#### – Питання 1.18. **PSIDR-модель**

**PSIDR-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції:

**PSIDR**model = **progressivesusceptible – infected – detected – removed**model = (неінфікований хост, **прогресуюче уразливий** (прогресуюче сприйнятливий, прогресуюче чутливий) до комп'ютерного мережного зараження) – (інфікований хост, **уражений** мережним хробаком (черв'яком)) – [стан **детектування** (виявлення, викриття), коли інфікований комп'ютер/хост тимчасово ізолюється/вилучається від зовнішньої інформаційної мережі користувачем/технічним спеціалістом для подальшого «**лікування**» із наступним застосуванням оновленого антивірусного програмного забезпечення] – («знешкоджений» «**знезаражений**» хост із **усуненим** комп'ютерно-мережним зараженням).

Диференціальні рівняння та графіки для **PSIDR-моделі**.

Тлумачення результатів для **PSIDR-моделі**.

#### – Питання 1.19. **SAIRS-модель**

**SAIRS-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції:

**SAIRS**model = **susceptible – antidotal – infected (infectious) – removed – susceptible**model = (неінфікований хост, **уразливий** (сприйнятливий, чутливий) до комп'ютерного мережного зараження) – (неінфікований хост зі **встановленим антивірусом**) – (інфікований хост, **уражений** мережним хробаком (черв'яком)) – («знешкоджений» «**знезаражений**» хост із **усуненим** комп'ютерним мережним зараженням) – (неінфікований хост, повторно **уразливий** (повторно сприйнятливий, повторно чутливий) до наступного комп'ютерного мережного зараження).

Диференціальні рівняння та графіки для **SAIRS-моделі**.

Тлумачення результатів для **SAIRS-моделі**.

#### – Питання 1.20. **SEIQR-модель**

**SEIQR-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції:

**SEIQR**model = **susceptible – exposed – infected (infectious) – quarantined (quarantine) – recovered**model = (неінфікований хост, **уразливий** (чутливий, сприйнятливий) до комп'ютерного мережного зараження) – [**латентний стан**

інфікування вузла мережі, який є латентно-інфікованим, але не поширює вірусу, коли комп'ютерний хробак вже **інфікував** вразливий вузол комп'ютерно-інформаційної мережі і одразу перейшов у **інкубаційний період**, упродовж якого вірус не спричиняє жодної шкоди інфікованому вузлу] – (**інфікований** хост, **уражений** мережним хробаком (черв'яком), але який не знаходиться у карантині/ізоляції) – (**карантинний** (ізольований) хост) – («знешкоджений» «**зnezаражений**» хост із **усуненим** комп'ютерним мережним зараженням).

Диференціальні рівняння та графіки для **SEIQR-моделі**.

Тлумачення результатів для **SEIQR-моделі**.

#### – Питання 1.21. **SEIRS-модель**

**SEIRS-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції:

**SEIRS**model = **susceptible – exposed – infected – removed (recovered) – susceptible**model=(неінфікований хост, **уразливий** (сприйнятливий, чутливий) до комп'ютерного мережного зараження) – [**латентний стан** інфікування вузла мережі, який є латентно-інфікованим, але не поширює вірусу, коли комп'ютерний хробак вже **інфікував** вразливий вузол комп'ютерно-інформаційної мережі і одразу перейшов у **інкубаційний період**, упродовж якого вірус не спричиняє жодної шкоди інфікованому вузлу] – (інфікований хост, **уражений** мережним хробаком(черв'яком)) – («знешкоджений» «**зnezаражений**» хост із **усуненим** комп'ютерним зараженням) –(неінфікований хост, повторно **уразливий** (повторно сприйнятливий, повторно чутливий) до наступного комп'ютерного мережного зараження).

Диференціальні рівняння та графіки для **SEIRS-моделі**.

Тлумачення результатів для **SEIRS-моделі**.

#### – Питання 1.22. **SIQRS-модель**

**SIQRS-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції:

**SIQRS**model = **susceptible – infected (infectious) – quarantined (quarantine) – recovered – susceptible**model=(неінфікований хост, **уразливий** (сприйнятливий, чутливий) до комп'ютерного мережного зараження) – (**інфікований** хост, **уражений** мережним хробаком (черв'яком), але який не знаходиться у карантині/ізоляції) – (**карантинний** (ізольований) хост) – («знешкоджений» «**зnezаражений**» хост із **усуненим** комп'ютерним зараженням) – (неінфікований хост, повторно **уразливий** (повторно сприйнятливий, повторно чутливий) до наступного мережного зараження).

Диференціальні рівняння та графіки для **SIQRS-моделі**.

Тлумачення результатів для **SIQRS-моделі**.

#### – Питання 1.23. **SEIQV-модель**

**SEIQV-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції:

**SEIQV**model = **susceptible – exposed – infected (infectious) – quarantined (quarantine) – vaccinated**model=(неінфікований хост, **уразливий** (сприйнятливий)



вий, чутливий) до комп'ютерного мережного зараження) – [**латентний стан** інфікування вузла мережі, який є латентно-інфікованим, але не поширює вірусу, коли комп'ютерний хробак вже **інфікував** вразливий вузол комп'ютерно-інформаційної мережі і одразу перейшов у **інкубаційний період**, упродовж якого вірус не спричиняє жодної шкоди інфікованому вузлу] – (**інфікований** хост, **уражений** мережним хробаком (черв'яком), але який не знаходиться у карантині/ізоляції) – (**карантинний** (ізольований) хост) – («**вакцинований**» хост із **імунітетом** до такого комп'ютерного мережного зараження як мережні хробаки CodeRed, Slammer, Witty і т.д.).

Диференціальні рівняння та графіки для **SEIQV-моделі**.

Тлумачення результатів для **SEIQV-моделі**.

– Питання 1.24. **VEISV-модель**

**VEISV-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції:

**VEISV**model = **vulnerable – exposed – infectious (infected) – secured – vulnerable**model = (неінфікований хост, **уразливий** до комп'ютерного мережного зараження) – [**латентний стан** інфікування вузла мережі, який є латентно-інфікованим, але не поширює вірусу, коли комп'ютерний хробак вже **інфікував** вразливий вузол комп'ютерно-інформаційної мережі і одразу перейшов у **інкубаційний період**, упродовж якого вірус не спричиняє жодної шкоди інфікованому вузлу] – (інфікований хост, **уражений** мережним хробаком (черв'яком)) – (**захищений** (ізольований) хост із **усуненням** комп'ютерним зараженням) – (неінфікований хост, повторно **уразливий** до наступного комп'ютерного мережного зараження). Диференціальні рівняння та графіки для **VEISV-моделі**. Тлумачення результатів для **VEISV-моделі**.

– Питання 1.25. **MSEIR-модель**

**MSEIR-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції:

**MSEIR**model = **maternally-resistant (maternally-derived immunity) – susceptible – exposed – infected – removed (recovered)**model = новий хост-«**немовля**» з «**материнським**» **імунітетом** (стійкий до комп'ютерної мережної інфекції з **пасивним імунітетом** за «материнською лінією») – (неінфікований хост, **уразливий** (сприйнятливий, чутливий) до комп'ютерного зараження) – [**латентний стан** інфікування вузла мережі, який є латентно-інфікованим, але не поширює вірусу, коли комп'ютерний хробак вже **інфікував** вразливий вузол комп'ютерної мережі і одразу перейшов у **інкубаційний період**, упродовж якого вірус не спричиняє жодної шкоди інфікованому вузлу] – (інфікований хост, **уражений** мережним хробаком (черв'яком)) – («знешкоджений» «**зnezаражений**» хост із **усуненням** комп'ютерним мережним зараженням).

Диференціальні рівняння та графіки для **MSEIR-моделі**.

Тлумачення результатів для **MSEIR-моделі**.

– Питання 1.26. **SEIQRS-модель**

**SEIQRS-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції:

**SEIQRS**model = **susceptible – exposed – infected (infectious) – quarantined (quarantine) – recovered – susceptible**model = (неінфікований хост, **уразливий** (сприйнятливий, чутливий) до комп'ютерного мережного зараження) –

[**латентний стан** інфікування вузла мережі, який є латентно-інфікованим, але не поширює вірусу, коли комп'ютерний хробак вже **інфікував** вразливий вузол комп'ютерно-інформаційної мережі і одразу перейшов у **інкубаційний період**, упродовж якого вірус не спричиняє жодної шкоди інфікованому вузлу] – (**інфікований** хост, **уражений** мережним хробаком (черв'яком), але який не знаходиться у карантині/ізоляції) – (**карантинний** (ізольований) хост) – («знешкоджений» «**зnezаражений**» хост із **усуненим** комп'ютерним зараженням) – (неінфікований хост, повторно **уразливий** (повторно сприйнятливий, повторно чутливий) до наступного комп'ютерного зараження).

Диференціальні рівняння та графіки для **SEIQRS-моделі**.

Тлумачення результатів для **SEIQRS-моделі**.

– Питання 1.27. **MSEIRS-модель**

**MSEIRS-модель** поширення комп'ютерно-мережної інфекції:

**MSEIRS** model = **maternally-resistant (maternally-derived immunity) – susceptible – exposed – infected – removed (recovered) – susceptible** model = новий хост-«**немовля**» з «**материнським**» **імунітетом** (стійкий до комп'ютерної мережної інфекції з **пасивним імунітетом** за «материнською лінією») – (неінфікований хост, **уразливий** (сприйнятливий, чутливий) до комп'ютерного мережного зараження) – [**латентний стан** інфікування вузла мережі, який є латентно-інфікованим, але не поширює вірусу, коли комп'ютерний хробак вже **інфікував** вразливий вузол комп'ютерно-інформаційної мережі і одразу перейшов у **інкубаційний період**, упродовж якого вірус не спричиняє жодної шкоди інфікованому вузлу] – (інфікований хост, **уражений** мережним хробаком (черв'яком)) – («знешкоджений» «**зnezаражений**» хост із **усуненим** комп'ютерним зараженням) – (неінфікований хост, повторно **уразливий** (повторно сприйнятливий, повторно чутливий) до комп'ютерного зараження).

Диференціальні рівняння та графіки для **MSEIRS-моделі**.

Тлумачення результатів для **MSEIRS-моделі**.

Додаток С: Приклад індивідуального завдання до модульної контрольної роботи №2 до модулю №2 курсу ПОНД

ПОНД КР 02. Варіант 12

- За умовою задачі **задано наступний неорієнтований (undirected) граф(graph)** комп'ютерної інформаційної мережі **G** (рис. 1):

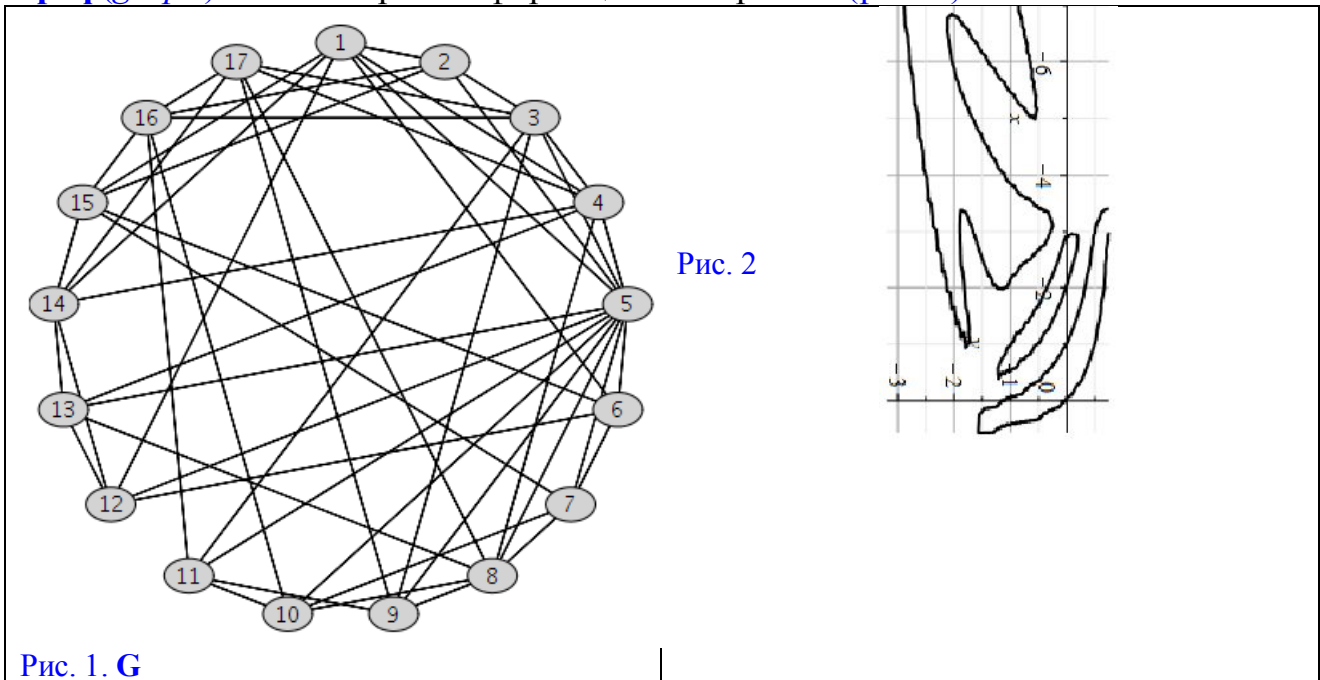


Рис. 1. G

Рис. 2

- **Завдання:** Із застосуванням обчислювальних можливостей такого сучасного безкоштовного програмного забезпечення, як {[\[Python&NetworkX\]](#) та/або [\[NetLogo&NetLogoWeb\]](#) та/або [\[GeoGebraClassic\]](#) та/або [\[NodeXLBasic\]](#) через [Excel\(LibreOfficeCalc\)](#) та/або [\[ApacheSpark&Neo4j\]](#) та/або [\[JModelica.org\(OpenModelica\)\]](#) та/або [\[WolframLanguage\]](#) через [WolframCloudBasic\(Wolfram|Alpha\)](#) та/або [\[SageMath\]](#) та/або [\[SciLab\(GNU Octave\)\]](#) та/або [\[GNUR\]](#) та/або [\[Maxima\]](#) та/або [\[C++\]](#) та/або [\[Giac/Xcas\]](#)}

- 1) побудувати на комп'ютері **заданий графG** (*DrawGraphG*) на рис. 1;
- 2) обчислити *NumberOfEdges*; *NumberOfVertices*; *MaximumDegree*; *MinimumDegree*; *IndependenceNumber*; *EdgeChromaticNumber*; *CliqueNumber*; *MaximumClique*; *Radius*; *Diameter*; *Eccentricity*; *Reachable*; *GraphRank*; *TravelingSalesman*; *SeidelSpectrum*; *GreedyColor* для **G**;

- 3) обчислити матрицю суміжності **A** (*AdjacencyMatrix*) для **даного графаG**;
- 4) обчислити характеристичний поліном матриці суміжності **A** графа **G**

(*characteristicpolynomialoftheadjacencymatrixAofagraphG*) як поліном змінної **x** (*asapolynomialinx*);

- 5) обчислити матрицю інцидентності (*IncidenceMatrix*) для **даного графаG**;
- 6) обчислити та побудувати у площині **(x, y)** (зразок на рис. 2) біваріативні поліноми Тютта {Татта – Уітні} (*TuttePolynomial*) та (*RankPolynomial*) у двох змінних **(x, y)** для **G**;

7) обчислити

*DistancePolynomial; IndependencePolynomial; ChromaticPolynomial; FlowPolynomial; ReliabilityPolynomial; AcyclicPolynomial; SpanningPolynomial* для графа **G**.

**Додаток D. Типові теоретичні питання для підготовки до модульної контрольної роботи №2 до модулю №2 курсу ПОНД**

– **Питання 2.1.**  $A/B/c/K/N_{pop}/Z$  – **черга** для інформаційної мережі, де

→ перший параметр  $A$  (*arrival process*) відноситься до процесу надходження вхідного потоку запитів на обслуговування, тобто  $A$  задає закон (функцію) розподілу ймовірностей інтервалів часу між сусідніми моментами надходження запитів (*customer interarrival time distribution*);

→ другий параметр  $B$  (*server process*) відноситься до процесу серверного оброблювання запитів, тобто  $B$  задає закон (функцію) розподілу ймовірностей тривалості серверного обслуговування запитів (*customer service time distribution*);

→ третій параметр  $c$  відноситься до кількості серверів, тобто  $c$  задає число інформаційно-мережних пристроїв, які забезпечують обслуговування запитів у комп'ютерно-мережній системі (*number of servers*);

→ четвертий параметр  $K$  (*queue capacity*) відноситься до пропускної здатності системи масового обслуговування, тобто  $K$  задає кількість місць очікування (*capacity of the queueing system*);

→ п'ятий параметр  $N_{pop}$  (*population size*) відноситься до загальної кількості клієнтів-робочих станцій, які можуть надсилати запити в системі ( $N_{pop}$  is the total number of customers (population) which can request service);

→ шостий параметр  $Z$  (*queueing discipline*) відноситься до дисципліни обслуговування в черзі ( $Z$  is the queue service discipline).

– **Питання 2.2.**  $A/B/c/\infty/\infty/FCFS$  – **черга** (або  $A/B/c/\infty/\infty/FIFO$  – **черга** або  $A/B/c$  – **черга** або  $A/B/c$  – *multiserver queue with infinite waiting space and infinite customer population, and FCFS-service discipline*) для мережі, де

→ перший параметр  $A$  (*arrival process*) відноситься до процесу надходження вхідного потоку запитів на обслуговування, тобто  $A$  задає закон (функцію) розподілу ймовірностей інтервалів часу між сусідніми моментами надходження запитів (*customer interarrival time distribution*);

→ другий параметр  $B$  (*server process*) відноситься до процесу серверного оброблювання запитів, тобто  $B$  задає закон (функцію) розподілу ймовірностей тривалості серверного обслуговування запитів (*customer service time distribution*);

→ третій параметр  $c$  відноситься до кількості серверів, тобто  $c$  задає число інформаційно-мережних пристроїв, які забезпечують обслуговування запитів у комп'ютерно-мережній системі (*number of servers*);

→ четвертий параметр  $K = \infty$  (*infinite capacity queue*) відноситься до нескінченної пропускної здатності системи масового обслуговування (*the capacity of*

*the queueing system is infinite*), тобто  $K = \infty$  задає нескінченну кількість місць очікування (*infinite-capacity of the queueing system*);

→ п'ятий параметр  $N_{pop} = \infty$  (*infinite population size*) відноситься до нескінченної загальної кількості клієнтів-робочих станцій (*the customer population is infinite*), які можуть надсилати запити в інформаційно-мережній системі масового обслуговування ( $N_{pop} = \infty$  is infinite number of customers (population) which can request service);

→ шостий параметр  $Z = FCFS$  або  $Z = FIFO$  (*queueing discipline*) відноситься до дисципліни обслуговування в упорядкованій черзі ( $Z$  is the queue service discipline), де  $Z = FCFS$  означає "first-come, first-served" та  $Z = FIFO$  означає "first-in, first-out", коли запити в черзі обслуговуються в порядку їх надходження.

– **Питання 2.3.**  $M/M/1/\infty/\infty/FCFS$ –черга (або  $M/M/1/\infty/\infty/FIFO$ –черга або  $M/M/1$ –черга або  $M/M/1$ –*single server queue with infinite waiting space and infinite customer population, and FCFS-service discipline*) для одностанової (одноканальної) експоненціальної інформаційної мережі (інформаційно-мережної системи масового обслуговування) з однорідним Пуассонівським потоком мережних запитів, де

→ перший параметр (*arrival Poisson process*)  $A = M$  відноситься до марківського експоненціального / Пуассонівського процесу надходження вхідного потоку запитів на обслуговування, тобто  $A = M$  задає експоненційний / Пуассонівський закон (експоненційну / Пуассонівську функцію) розподілу ймовірностей (*exponential probability distribution*) інтервалів часу між сусідніми моментами надходження запитів (*customer interarrival times are exponentially distributed according to a Poisson process*), причому  $M$  (*memoryless*) означає Марківську відсутність пам'яті (*Markovian memorylessness*);

→ другий параметр (*server Poisson process*)  $B = M$  відноситься до марківського експоненціального / Пуассонівського процесу серверного оброблювання запитів, тобто  $B = M$  задає експоненційний / Пуассонівський закон (експоненційну / Пуассонівську функцію) розподілу ймовірностей (*exponential probability distribution*) тривалості серверного обслуговування запитів (*customer service time is exponentially distributed with a Poisson process*);

→ третій параметр  $c = 1$  відноситься до кількості серверів, тобто  $c = 1$  задає число інформаційно-мережних пристроїв, які забезпечують обслуговування запитів у комп'ютерно-мережній системі (*number of servers*);

→ четвертий параметр  $K = \infty$  (*infinite capacity queue*) відноситься до нескінченної пропускну здатності системи масового обслуговування (*the capacity of the queueing system is infinite*), тобто  $K = \infty$  задає нескінченну кількість місць очікування (*infinite-capacity of the queueing system*);

→ п'ятий параметр  $N_{pop} = \infty$  (*infinite population size*) відноситься до нескінченної загальної кількості клієнтів-робочих станцій (*the customer population is*

*infinite*), які можуть надсилати запити в інформаційно-мережній системі масового обслуговування ( $N_{pop} = \infty$  is infinite number of customers (population) which can request service);

→шостий параметр  $Z = FCFS$  або  $Z = FIFO$  (queueing discipline) відноситься до дисципліни обслуговування в упорядкованій черзі ( $Z$  is the queue service discipline), де  $Z = FCFS$  означає “first-come, first-served” та  $Z = FIFO$  означає “first-in, first-out”, коли запити в черзі обслуговуються в порядку їх надходження.

– **Питання 2.4.**  $M/M/c/\infty/\infty/FCFS$ –**черга** (або  $M/M/c/\infty/\infty/FIFO$ –**черга** або  $M/M/c$ –**черга** або  $M/M/c$ –*multiserver queue with infinite waiting space and infinite customer population, and FCFS-service discipline*) для  $c$ -серверної ( $c$ -багатоканальної) експоненціальної інформаційної мережі (інформаційно-мережної системи масового обслуговування) з однорідним Пуассонівським потоком мережних запитів, де

→перший параметр (*arrival Poisson process*)  $A = M$  відноситься до марківського експоненціального / Пуассонівського процесу надходження вхідного потоку запитів на обслуговування, тобто  $A = M$  задає експоненційний / Пуассонівський закон (експоненційну / Пуассонівську функцію) розподілу ймовірностей (exponential probability distribution) інтервалів часу між сусідніми моментами надходження запитів (customer interarrival times are exponentially distributed according to a Poisson process), причому  $M$  (memoryless) означає Марківську відсутність пам'яті (*Markovian memorylessness*);

→другий параметр (*server Poisson process*)  $B = M$  відноситься до марківського експоненціального / Пуассонівського процесу серверного оброблювання запитів, тобто  $B = M$  задає експоненційний / Пуассонівський закон (експоненційну / Пуассонівську функцію) розподілу ймовірностей (exponential probability distribution) тривалості серверного обслуговування запитів (customer service time is exponentially distributed with a Poisson process);

→третій параметр  $c$  відноситься до кількості серверів, тобто  $c$  задає число інформаційно-мережних пристроїв, які забезпечують обслуговування запитів у комп'ютерно-мережній системі (number of servers);

→четвертий параметр  $K = \infty$  (*infinite capacity queue*) відноситься до нескінченної пропускної здатності системи масового обслуговування (the capacity of the queueing system is infinite), тобто  $K = \infty$  задає нескінченну кількість місць очікування (infinite-capacity of the queueing system);

→п'ятий параметр  $N_{pop} = \infty$  (*infinite population size*) відноситься до нескінченної загальної кількості клієнтів-робочих станцій (the customer population is infinite), які можуть надсилати запити в інформаційно-мережній системі масового обслуговування ( $N_{pop} = \infty$  is infinite number of customers (population) which can request service);

→шостий параметр  $Z = FCFS$  або  $Z = FIFO$  (queueing discipline) відноситься до дисципліни обслуговування в упорядкованій черзі ( $Z$  is the queue service

discipline), де  $Z = FCFS$  означає “first-come, first-served” та  $Z = FIFO$  означає “first-in, first-out”, коли запити в черзі обслуговуються в порядку їх надходження.

– **Питання 2.5.**  $M/M/\infty/\infty/\infty/FCFS$ –**черга** (або  $M/M/\infty/\infty/\infty/FIFO$ –**черга** або  $M/M/\infty$ –**черга** або  $M/M/\infty$ –*queue within finite number of servers, infinite waiting space and infinite customer population, and FCFS-service discipline*) для  $\infty$ -серверної ( $\infty$ -багатоканальної) експоненціальної інформаційної мережі (інформаційно-мережної системи масового обслуговування) з однорідним Пуассонівським потоком мережних запитів та миттєвим (без жодних затримок) обслуговуванням запитів (*where every arriving customer receives service immediately and does not wait*), де

→перший параметр (*arrival Poisson process*)  $A = M$  відноситься до марківського експоненціального / Пуассонівського процесу надходження вхідного потоку запитів на обслуговування, тобто  $A = M$  задає експоненційний/ Пуассонівський закон (експоненційну / Пуассонівську функцію) розподілу ймовірностей (*exponential probability distribution*) інтервалів часу між сусідніми моментами надходження запитів (*customer interarrival times are exponentially distributed according to a Poisson process*), причому  $M$  (*memoryless*) означає Марківську відсутність пам'яті (*Markovian memorylessness*);

→другий параметр (*server Poisson process*)  $B = M$  відноситься до марківського експоненціального / Пуассонівського процесу серверного оброблювання запитів, тобто  $B = M$  задає експоненційний/ Пуассонівський закон (експоненційну / Пуассонівську функцію) розподілу ймовірностей (*exponential probability distribution*) тривалості серверного обслуговування запитів (*customer service time is exponentially distributed with a Poisson process*);

→третій параметр  $c = \infty$  (*there are infinitely many servers*) відноситься до нескінченної кількості серверів (*the number of servers  $c$  becomes very large*), тобто  $c = \infty$  задає нескінченне число інформаційно-мережних пристроїв, які забезпечують обслуговування запитів у комп'ютерно-мережній системі (*there are an infinite number of servers, i.e. all customers go immediately into service upon arrival*);

→четвертий параметр  $K = \infty$  (*infinite capacity queue*) відноситься до нескінченної пропускної здатності системи масового обслуговування (*the capacity of the queueing system is infinite*), тобто  $K = \infty$  задає нескінченну кількість місць очікування (*infinite-capacity of the queueing system*);

→п'ятий параметр  $N_{pop} = \infty$  (*infinite population size*) відноситься до нескінченної загальної кількості клієнтів-робочих станцій (*the customer population is infinite*), які можуть надсилати запити в інформаційно-мережній системі масового обслуговування ( $N_{pop} = \infty$  *is infinite number of customers (population) which can request service*);

→шостий параметр  $Z = FCFS$  або  $Z = FIFO$  (*queueing discipline*) відноситься до дисципліни обслуговування в упорядкованій черзі ( $Z$  *is the queue service discipline*), де  $Z = FCFS$  означає “first-come, first-served” та  $Z = FIFO$  означає

“*first-in, first-out*”, коли запити в черзі обслуговуються в порядку їх надходження.

– **Питання 2.6.**  $M/M/c/c/\infty/FCFS$ –система з **чергами** та **втратами** (або  $M/M/c/c/\infty/FIFO$ –**черга з втратами** або  $M/M/c/c$ –**черга** відповідно до Ерлангівської моделі з втратами (*Erlang's loss model* (1917)) або  $c$ -канальна система з втратами (*c-channel loss system*) або  $M/M/c/c$ –*impatience in a multiserver Markovian queueing system with finite system capacity, infinite customer population, FCFS-service discipline and with no waiting space*) для  $c$ -серверної експоненціальної інформаційної мережі з  $c$ -обмеженою чергою нетерплячих користувачів (*impatient customers*) та з однорідним Пуассонівським потоком мережних запитів. Наразі запит користувача втрачається, якщо він одразу не знаходить вільного сервера в момент надходження (*a customer is lost, if it does not find a free server immediately upon its arrival*), причому запит не може очікувати:

→ перший параметр (*arrival Poisson process*)  $A = M$  відноситься до марківського експоненціального / Пуассонівського процесу надходження вхідного потоку запитів на обслуговування, тобто  $A = M$  задає експоненційний / Пуассонівський закон (експоненційну / Пуассонівську функцію) розподілу ймовірностей (exponential probability distribution) інтервалів часу між сусідніми моментами надходження запитів (customer interarrival times are exponentially distributed according to a Poisson process), причому  $M$  (*memoryless*) означає Марківську відсутність пам'яті (*Markovian memorylessness*);

→ другий параметр (*server Poisson process*)  $B = M$  відноситься до марківського експоненціального / Пуассонівського процесу серверного оброблювання запитів, тобто  $B = M$  задає експоненційний / Пуассонівський закон (експоненційну / Пуассонівську функцію) розподілу ймовірностей (exponential probability distribution) тривалості серверного обслуговування запитів (customer service time is exponentially distributed with a Poisson process);

→ третій параметр  $c$  (*number of servers*) відноситься до кількості серверів, тобто  $c$  задає число інформаційно-мережних пристроїв, які забезпечують паралельне обслуговування запитів у комп'ютерно-мережній системі (*c identical servers process customers in parallel*);

→ четвертий параметр  $K = c$  (*c-capacity queue*) відноситься до обмеженої пропускної здатності системи (the finite capacity of the queueing system is c), тобто  $K = c$  задає  $c$ -кількість місць очікування (c-capacity of the queueing system), причому запит не може очікувати (*the customer is not allowed to wait*);

→ п'ятий параметр  $N_{pop} = \infty$  (*infinite population size*) відноситься до нескінченної загальної кількості клієнтів-робочих станцій (the customer population is infinite), які можуть надсилати запити в інформаційно-мережній системі масового обслуговування ( $N_{pop} = \infty$  is infinite number of customers (population) which can request service);



→шостий параметр  $Z = FCFS$  або  $Z = FIFO$  (*queueing discipline*) відноситься до дисципліни обслуговування в упорядкованій черзі ( $Z$  is the *queue service discipline*), де  $Z = FCFS$  означає “*first-come, first-served*” та  $Z = FIFO$  означає “*first-in, first-out*”, коли запити в черзі обслуговуються в порядку їх надходження.

– **Питання 2.7.**  $M/M/1/K/\infty/FCFS$ –система з чергами та втратами (або  $M/M/1/K/\infty/FIFO$ –черга з втратами або  $M/M/1/K$ –черга відповідно до Ерлангівської моделі з втратами (*Erlang's loss model* (1917)) або 1-канальна система з втратами (*1-channel loss system*) або  $M/M/1/K$ –*impatience in a single-server Markovian queueing system with finite system capacity  $K$ , infinite customer population, FCFS-service discipline and with no waiting space*) для 1-серверної експоненціальної інформаційної мережі з  $K$ -обмеженою чергою нетерплячих користувачів (*impatient customers*) та з однорідним Пуассонівським потоком мережних запитів, причому  $(K + 1)$ -й одержаний запит буде відхилено (*the state space will be truncated at state  $K$  and the  $(K + 1)$ -th arriving client will be rejected*):

→перший параметр (*arrival Poisson process*)  $A = M$  відноситься до марківського експоненціального / Пуассонівського процесу надходження вхідного потоку запитів на обслуговування, тобто  $A = M$  задає експоненційний / Пуассонівський закон (експоненційну / Пуассонівську функцію) розподілу ймовірностей (*exponential probability distribution*) інтервалів часу між сусідніми моментами надходження запитів (*customer interarrival times are exponentially distributed according to a Poisson process*), причому  $M$  (*memoryless*) означає Марківську відсутність пам'яті (*Markovian memorylessness*);

→другий параметр (*server Poisson process*)  $B = M$  відноситься до марківського експоненціального / Пуассонівського процесу серверного оброблювання запитів, тобто  $B = M$  задає експоненційний / Пуассонівський закон (експоненційну / Пуассонівську функцію) розподілу ймовірностей (*exponential probability distribution*) тривалості серверного обслуговування запитів (*customer service time is exponentially distributed with a Poisson process*);

→третій параметр  $c = 1$  (*number of servers*) відноситься до кількості серверів, тобто  $c = 1$  задає число інформаційно-мережних пристроїв, які забезпечують паралельне обслуговування запитів у комп'ютерно-мережній системі (*there is  $c = 1$  server in system*);

→четвертий параметр  $K$  ( *$K$ -capacity queue*) відноситься до  $K$ -обмеженої пропускну здатності системи (*the finite capacity of the queueing system is  $K$* ), тобто  $K$  задає  $K$ -кількість місць очікування ( *$K$ -capacity of the queueing system*);

→п'ятий параметр  $N_{pop} = \infty$  (*infinite population size*) відноситься до нескінченної загальної кількості клієнтів-робочих станцій (*the customer population is infinite*), які можуть надсилати запити в інформаційно-мережній системі масового обслуговування ( $N_{pop} = \infty$  is infinite number of customers (population) which can request service);

→шостий параметр  $Z = FCFS$  або  $Z = FIFO(queueingdiscipline)$  відноситься до дисципліни обслуговування в упорядкованій черзі ( $Z$  is the queue service discipline), де  $Z = FCFS$  означає “first-come, first-served” та  $Z = FIFO$  означає “first-in, first-out”, коли запити в черзі обслуговуються в порядку їх надходження.

– **Питання 2.8.**  $M/M/1/K/K/FCFS$ –система з чергами та роздумами (або  $M/M/1/K/K/FIFO$ –queue with the queueing-mode and the think-mode або  $M/M/1/K/K$ –черга або  $M/M/1/K/K$ –a single-server Markovian queueing system with finite population  $K$ ,

$to K$ , and  $FCFS$ -service discipline) для 1-серверної експоненціальної інформаційної мережі, причому кожен абонент такої черги знаходиться у одному з двох станів – в стані чергування (*queueing-mode*) або в стані роздумів (*think-mode*):

→перший параметр (*arrival Poisson process*)  $A = M$  відноситься до марківського експоненціального / Пуассонівського процесу надходження вхідного потоку запитів на обслуговування, тобто  $A = M$  задає експоненційний / Пуассонівський закон (експоненційну / Пуассонівську функцію) розподілу ймовірностей (*exponential probability distribution*) інтервалів часу між сусідніми моментами надходження запитів (*customer interarrival times are exponentially distributed according to a Poisson process*), причому  $M$  (*memoryless*) означає Марківську відсутність пам'яті (*Markovian memorylessness*);

→другий параметр (*server Poisson process*)  $B = M$  відноситься до марківського експоненціального / Пуассонівського процесу серверного оброблювання запитів, тобто  $B = M$  задає експоненційний / Пуассонівський закон (експоненційну / Пуассонівську функцію) розподілу ймовірностей (*exponential probability distribution*) тривалості серверного обслуговування запитів (*customer service time is exponentially distributed with a Poisson process*);

→третій параметр  $c = 1$  (*number of servers*) відноситься до кількості серверів, тобто  $c = 1$  задає число інформаційно-мережних пристроїв, які забезпечують паралельне обслуговування запитів у комп'ютерно-мережній системі (*there is  $c = 1$  server in system*);

→четвертий параметр  $K$  ( *$K$ -capacity queue*) відноситься до  $K$ -обмеженої пропускної здатності системи (*the finite capacity of the queueing system is  $K$* ), тобто  $K$  задає  $K$ -кількість місць очікування ( *$K$ -capacity of the queueing system*);

→п'ятий параметр  $N_{pop} = K$  (*finite population size*) відноситься до обмеженої загальної кількості клієнтів-робочих станцій (*the customer population is finite*), які можуть надсилати запити в інформаційно-мережній системі масового обслуговування ( $N_{pop} = K$  is finite number of customers (population) which can request service);

→шостий параметр  $Z = FCFS$  або  $Z = FIFO(queueingdiscipline)$  відноситься до дисципліни обслуговування в упорядкованій черзі ( $Z$  is the queue service discipline), де  $Z = FCFS$  означає “first-come, first-served” та  $Z = FIFO$  означає

“*first-in, first-out*”, коли запити в черзі обслуговуються в порядку їх надходження.

– **Питання 2.9.**  $D/D/1/\infty/\infty/FCFS$ –черга (або  $D/D/1/\infty/\infty/FIFO$ –черга або  $D/D/1$ –черга або  $D/D/1$ –*a single server queueing system with infinite waiting space and infinite customer population, and FCFS-service discipline in which the interarrival times of customers are equi-spaced in time, and the service time of each customer is equal to a constant*) для мережі, де

→перший параметр  $A = D$  (*constant arrival process, deterministic*) відноситься до детермінованого процесу надходження однорідного вхідного потоку запитів на обслуговування з детермінованими інтервалами часу між послідовними запитами, тобто  $A = D$  задає детермінований закон (детерміновану функцію) розподілу ймовірностей інтервалів часу між сусідніми моментами надходження запитів (*customer interarrival time distribution*);

→другий параметр  $B = D$  (*constant server process, deterministic*) відноситься до детермінованого процесу серверного оброблювання запитів, тобто  $B = D$  задає детермінований закон (функцію) розподілу ймовірностей тривалості серверного обслуговування запитів (*customer service time distribution*);

→третій параметр  $c = 1$  відноситься до кількості серверів, тобто  $c = 1$  задає число інформаційно-мережних пристроїв, які забезпечують обслуговування запитів у комп’ютерно-мережній системі (*number of servers*);

→четвертий параметр  $K = \infty$  (*infinite capacity queue*) відноситься до нескінченної пропускної здатності системи масового обслуговування (*the capacity of the queueing system is infinite*), тобто  $K = \infty$  задає нескінченну кількість місць очікування (*infinite-capacity of the queueing system*);

→п’ятий параметр  $N_{pop} = \infty$  (*infinite population size*) відноситься до нескінченної загальної кількості клієнтів-робочих станцій (*the customer population is infinite*), які можуть надсилати запити в інформаційно-мережній системі масового обслуговування ( $N_{pop} = \infty$  is infinite number of customers (population) which can request service);

→шостий параметр  $Z = FCFS$  або  $Z = FIFO$  (*queueing discipline*) відноситься до дисципліни обслуговування в упорядкованій черзі ( $Z$  is the queue service discipline), де  $Z = FCFS$  означає “*first-come, first-served*” та  $Z = FIFO$  означає “*first-in, first-out*”, коли запити в черзі обслуговуються в порядку їх надходження.

– **Питання 2.10.**  $M/D/1/\infty/\infty/FCFS$ –черга (або  $M/D/1/\infty/\infty/FIFO$ –черга або  $M/D/1$ –черга або  $M/D/1$ –*задача Ерланга (1909)*) для мережі, де

→перший параметр (*arrival Poisson process*)  $A = M$  відноситься до марківського експоненціального / Пуассонівського процесу надходження вхідного потоку запитів на обслуговування, тобто  $A = M$  задає експоненційний / Пуассонівський закон (експоненційну / Пуассонівську функцію) розподілу ймовірностей (*exponential probability distribution*) інтервалів часу між сусідніми

моментами надходження запитів (*customer interarrival times are exponentially distributed according to a Poisson process*), причому  $M$  (memoryless) означає Марківську відсутність пам'яті (*Markovian memorylessness*);

→ другий параметр  $B = D$  (*constant server process, deterministic*) відноситься до детермінованого процесу серверного оброблювання запитів, тобто  $B = D$  задає детермінований закон (функцію) розподілу ймовірностей тривалості серверного обслуговування запитів (*customer service time distribution*);

→ третій параметр  $c = 1$  відноситься до кількості серверів, тобто  $c = 1$  задає число інформаційно-мережних пристроїв, які забезпечують обслуговування запитів у комп'ютерно-мережній системі (*number of servers*);

→ четвертий параметр  $K = \infty$  (*infinite capacity queue*) відноситься до нескінченної пропускної здатності системи масового обслуговування (*the capacity of the queueing system is infinite*), тобто  $K = \infty$  задає нескінченну кількість місць очікування (*infinite-capacity of the queueing system*);

→ п'ятий параметр  $N_{pop} = \infty$  (*infinite population size*) відноситься до нескінченної загальної кількості клієнтів-робочих станцій (*the customer population is infinite*), які можуть надсилати запити в інформаційно-мережній системі масового обслуговування ( $N_{pop} = \infty$  is infinite number of customers (population) which can request service);

→ шостий параметр  $Z = FCFS$  або  $Z = FIFO$  (*queueing discipline*) відноситься до дисципліни обслуговування в упорядкованій черзі ( $Z$  is the queue service discipline), де  $Z = FCFS$  означає "first-come, first-served" та  $Z = FIFO$  означає "first-in, first-out", коли запити в черзі обслуговуються в порядку їх надходження.

– **Питання 2.11.**  $D/M/1/\infty/\infty/FCFS$ –черга (або  $D/M/1/\infty/\infty/FIFO$ –черга або  $D/M/1$ –черга або  $D/M/1$ –задача Ерланга (1917, 1920)), де

→ перший параметр  $A = D$  (*constant arrival process, deterministic*) відноситься до детермінованого процесу надходження однорідного вхідного потоку запитів на обслуговування з детермінованими інтервалами часу між послідовними запитами, тобто  $A = D$  задає детермінований закон (детерміновану функцію) розподілу ймовірностей інтервалів часу між сусідніми моментами надходження запитів (*customer interarrival time distribution*);

→ другий параметр (*server Poisson process*)  $B = M$  відноситься до марківського експоненціального / Пуассонівського процесу серверного оброблювання запитів, тобто  $B = M$  задає експоненційний / Пуассонівський закон (експоненційну / Пуассонівську функцію) розподілу ймовірностей (exponential probability distribution) тривалості серверного обслуговування запитів (*customer service time is exponentially distributed with a Poisson process*);

→ третій параметр  $c = 1$  відноситься до кількості серверів, тобто  $c = 1$  задає число інформаційно-мережних пристроїв, які забезпечують обслуговування запитів у комп'ютерно-мережній системі (*number of servers*);

→четвертий параметр  $K = \infty$  (*infinite capacity queue*) відноситься до нескінченної пропускної здатності системи масового обслуговування (*the capacity of the queueing system is infinite*), тобто  $K = \infty$  задає нескінченну кількість місць очікування (*infinite-capacity of the queueing system*);

→п'ятий параметр  $N_{pop} = \infty$  (*infinite population size*) відноситься до нескінченної загальної кількості клієнтів-робочих станцій (*the customer population is infinite*), які можуть надсилати запити в інформаційно-мережній системі масового обслуговування ( $N_{pop} = \infty$  is infinite number of customers (population) which can request service);

→шостий параметр  $Z = FCFS$  або  $Z = FIFO$  (*queueing discipline*) відноситься до дисципліни обслуговування в упорядкованій черзі ( $Z$  is the queue service discipline), де  $Z = FCFS$  означає "first-come, first-served" та  $Z = FIFO$  означає "first-in, first-out", коли запити в черзі обслуговуються в порядку їх надходження.

– **Питання 2.12.**  $M/G/1/\infty/\infty/FCFS$ –черга (або  $M/G/1/\infty/\infty/FIFO$ –черга або  $M/G/1$ –черга або  $M/G/1$ –задача Поллачека-Хінчіна (*Pollaczek-Khinchine*) (1930) або  $M/G/1$ –*a single server queueing system with Poissonian arrivals and general service time distribution; the customer population and the waiting space are each assumed to be infinite, and the service discipline is FCFS*), де

→перший параметр (*arrival Poisson process*)  $A = M$  відноситься до марківського експоненціального (Пуассонівського) процесу надходження вхідного потоку запитів на обслуговування, тобто  $A = M$  задає експоненційний (Пуассонівський) закон розподілу ймовірностей (*exponential probability distribution*) інтервалів часу між сусідніми надходженнями запитів (*customer interarrival times are exponentially distributed according to a Poisson process*), причому  $M$  означає Марківську відсутність пам'яті (*Markovian memorylessness*);

→другий параметр  $B = G$  (*general distribution server process*) відноситься до довільного (або узагальненого) процесу серверного оброблювання запитів, тобто  $B = G$  задає довільний закон (функцію) розподілу ймовірностей тривалості серверного обслуговування запитів (*customer service time distribution*);

→третій параметр  $c = 1$  відноситься до кількості серверів, тобто  $c = 1$  задає число інформаційно-мережних пристроїв, які забезпечують обслуговування запитів у комп'ютерно-мережній системі (*number of servers*);

→четвертий параметр  $K = \infty$  (*infinite capacity queue*) відноситься до нескінченної пропускної здатності системи масового обслуговування (*the capacity of the queueing system is infinite*), тобто  $K = \infty$  задає нескінченну кількість місць очікування (*infinite-capacity of the queueing system*);

→п'ятий параметр  $N_{pop} = \infty$  (*infinite population size*) відноситься до нескінченної загальної кількості клієнтів-робочих станцій (*the customer population is infinite*), які можуть надсилати запити в інформаційно-мережній системі масового обслуговування ( $N_{pop} = \infty$  is infinite number of customers (population) which can request service);

→шостий параметр  $Z = FCFS$  або  $Z = FIFO$  відноситься до дисципліни обслуговування в упорядкованій черзі ( $Z$  is the queue service discipline), де  $Z = FCFS$  означає “first-come, first-served” та  $Z = FIFO$  означає “first-in, first-out”, коли запити в черзі обслуговуються в порядку їх надходження.

– **Питання 2.13.**  $G/M/1/\infty/\infty/FCFS$ –**черга** (або  $G/M/1/\infty/\infty/FIFO$ –**черга** або  $G/M/1$ –**черга**) для інформаційно-комп’ютерної мережі, де

→перший параметр  $A = G$  (arrival process) відноситься до довільного (або узагальненого) процесу надходження непуассонівського вхідного потоку запитів на обслуговування з узагальненими інтервалами часу між послідовними запитами, тобто  $A = G$  задає узагальнений закон (узагальнену функцію) розподілу ймовірностей інтервалів часу між сусідніми моментами надходження запитів (*the interarrival times of the customers have a general distribution and these interarrival intervals are also independent of each other*);

→другий параметр (server Poisson process)  $B = M$  відноситься до марківського експоненціального / Пуассонівського процесу серверного оброблювання запитів, тобто  $B = M$  задає експоненційний / Пуассонівський закон (експоненційну / Пуассонівську функцію) розподілу ймовірностей (*exponential probability distribution*) тривалості серверного обслуговування запитів (*customer service time is exponentially distributed with a Poisson process*);

→третій параметр  $c = 1$  відноситься до кількості серверів, тобто  $c = 1$  задає число інформаційно-мережних пристроїв, які забезпечують обслуговування запитів у комп’ютерно-мережній системі (*number of servers*);

→четвертий параметр  $K = \infty$  (*infinite capacity queue*) відноситься до нескінченної пропускної здатності системи масового обслуговування (*the capacity of the queueing system is infinite*), тобто  $K = \infty$  задає нескінченну кількість місць очікування (*infinite-capacity of the queueing system*);

→п’ятий параметр  $N_{pop} = \infty$  (*infinite population size*) відноситься до нескінченної загальної кількості клієнтів-робочих станцій (*the customer population is infinite*), які можуть надсилати запити в інформаційно-мережній системі масового обслуговування ( $N_{pop} = \infty$  is infinite number of customers (population) which can request service);

→шостий параметр  $Z = FCFS$  або  $Z = FIFO$  (*queueing discipline*) відноситься до дисципліни обслуговування в упорядкованій черзі ( $Z$  is the queue service discipline), де  $Z = FCFS$  означає “first-come, first-served” та  $Z = FIFO$  означає “first-in, first-out”, коли запити в черзі обслуговуються в порядку їх надходження.

– **Питання 2.14.**  $G/G/1/\infty/\infty/FCFS$ –**черга** (або  $G/G/1/\infty/\infty/FIFO$ –**черга** або  $G/G/1$ –**черга**) для інформаційно-комп’ютерної мережі, де

→перший параметр  $A = G$  (arrival process) відноситься до довільного (або узагальненого) процесу надходження непуассонівського вхідного потоку запитів на обслуговування з узагальненими інтервалами часу між послідовними запити-

тами, тобто  $A = G$  задає узагальнений закон (узагальнену функцію) розподілу ймовірностей інтервалів часу між сусідніми моментами надходження запитів (*the interarrival times of the customers have a general distribution and these interarrival intervals are also independent of each other*);

→другий параметр  $B = G$  (*general distribution server process*) відноситься до довільного (або узагальненого) процесу серверного оброблювання запитів, тобто  $B = G$  задає довільний закон (функцію) розподілу ймовірностей тривалості серверного обслуговування запитів (*customer service time distribution*);

→третій параметр  $c = 1$  відноситься до кількості серверів, тобто  $c = 1$  задає число інформаційно-мережних пристроїв, які забезпечують обслуговування запитів у комп'ютерно-мережній системі (*number of servers*);

→четвертий параметр  $K = \infty$  (*infinite capacity queue*) відноситься до нескінченної пропускної здатності системи масового обслуговування (*the capacity of the queue in system is infinite*), тобто  $K = \infty$  задає нескінченну кількість місць очікування (*infinite-capacity of the queue in system*);

→п'ятий параметр  $N_{pop} = \infty$  (*infinite population size*) відноситься до нескінченної загальної кількості клієнтів-робочих станцій (*the customer population is infinite*), які можуть надсилати запити в інформаційно-мережній системі масового обслуговування ( $N_{pop} = \infty$  is infinite number of customers (population) which can request service);

→шостий параметр  $Z = FCFS$  або  $Z = FIFO$  (*queueing discipline*) відноситься до дисципліни обслуговування в упорядкованій черзі ( $Z$  is the queue service discipline), де  $Z = FCFS$  означає "first-come, first-served" та  $Z = FIFO$  означає "first-in, first-out", коли запити в черзі обслуговуються в порядку їх надходження.

– **Питання 2.15.**  $G/D/1/\infty/\infty/FCFS$ –черга (або  $G/D/1/\infty/\infty/FIFO$ –черга або  $G/D/1$ –черга) для інформаційно-комп'ютерної мережі, де

→перший параметр  $A = G$  (*arrival process*) відноситься до довільного (або узагальненого) процесу надходження непуассонівського вхідного потоку запитів на обслуговування з узагальненими інтервалами часу між послідовними запити-ми, тобто  $A = G$  задає узагальнений закон (узагальнену функцію) розподілу ймовірностей інтервалів часу між сусідніми моментами надходження запитів (*the interarrival times of the customers have a general distribution and these interarrival intervals are also independent of each other*);

→другий параметр  $B = D$  (*constant server process, deterministic*) відноситься до детермінованого процесу серверного оброблювання запитів, тобто  $B = D$  задає детермінований закон (функцію) розподілу ймовірностей тривалості серверного обслуговування запитів (*customer service time distribution*);

→третій параметр  $c = 1$  відноситься до кількості серверів, тобто  $c = 1$  задає число інформаційно-мережних пристроїв, які забезпечують обслуговування запитів у комп'ютерно-мережній системі (*number of servers*);

→четвертий параметр  $K = \infty$  (*infinite capacity queue*) відноситься до нескінченної пропускної здатності системи масового обслуговування (*the capacity of the queueing system is infinite*), тобто  $K = \infty$  задає нескінченну кількість місць очікування (*infinite-capacity of the queueing system*);

→п'ятий параметр  $N_{pop} = \infty$  (*infinite population size*) відноситься до нескінченної загальної кількості клієнтів-робочих станцій (*the customer population is infinite*), які можуть надсилати запити в інформаційно-мережній системі масового обслуговування ( $N_{pop} = \infty$  is infinite number of customers (population) which can request service);

→шостий параметр  $Z = FCFS$  або  $Z = FIFO$  (*queueing discipline*) відноситься до дисципліни обслуговування в упорядкованій черзі (*Z is the queue service discipline*), де  $Z = FCFS$  означає "first-come, first-served" та  $Z = FIFO$  означає "first-in, first-out", коли запити в черзі обслуговуються в порядку їх надходження.

– **Питання 2.16.**  $D/G/1/\infty/\infty/FCFS$ –черга (або  $D/G/1/\infty/\infty/FIFO$ –черга або  $D/G/1$ –черга) для інформаційно-комп'ютерної мережі, де

→перший параметр  $A = D$  (*constant arrival process, deterministic*) відноситься до детермінованого процесу надходження однорідного вхідного потоку запитів на обслуговування з детермінованими інтервалами часу між послідовними запитами, тобто  $A = D$  задає детермінований закон (детерміновану функцію) розподілу ймовірностей інтервалів часу між сусідніми моментами надходження запитів (*customer interarrival time distribution*);

→другий параметр  $B = G$  (*general distribution server process*) відноситься до довільного (або узагальненого) процесу серверного оброблювання запитів, тобто  $B = G$  задає довільний закон (функцію) розподілу ймовірностей тривалості серверного обслуговування запитів (*customer service time distribution*);

→третій параметр  $c = 1$  відноситься до кількості серверів, тобто  $c = 1$  задає число інформаційно-мережних пристроїв, які забезпечують обслуговування запитів у комп'ютерно-мережній системі (*number of servers*);

→четвертий параметр  $K = \infty$  (*infinite capacity queue*) відноситься до нескінченної пропускної здатності системи масового обслуговування (*the capacity of the queueing system is infinite*), тобто  $K = \infty$  задає нескінченну кількість місць очікування (*infinite-capacity of the queueing system*);

→п'ятий параметр  $N_{pop} = \infty$  (*infinite population size*) відноситься до нескінченної загальної кількості клієнтів-робочих станцій (*the customer population is infinite*), які можуть надсилати запити в інформаційно-мережній системі масового обслуговування ( $N_{pop} = \infty$  is infinite number of customers (population) which can request service);

→шостий параметр  $Z = FCFS$  або  $Z = FIFO$  (*queueing discipline*) відноситься до дисципліни обслуговування в упорядкованій черзі (*Z is the queue service discipline*), де  $Z = FCFS$  означає "first-come, first-served" та  $Z = FIFO$  означає



*“first-in, first-out”*, коли запити в черзі обслуговуються в порядку їх надходження.

**Додаток Е: Приклад індивідуального завдання до модульної контрольної роботи №3 до модулю №3 курсу ПОНД**

**ПОНД КР 03. Варіант 12**

Задано за умовою задачі: Нехай матеріальна точка М (рис. 1) із постійною масою  $m$  [кг] рухається прямолінійно уздовж вісі  $Ox$  і переходить із початкового фазового положення  $[(x(t_0)) = (x_{10}); (V(t_0)) = (x_{20})]$  у кінцеве фазове положення  $[(x(t_f)) = (x_{1f}); (V(t_f)) = (x_{2f})]$ . До т. М прикладено керуючу силу  $F(t) = u(t)$  [Н], яка є рівнодійною активних сил  $\mathbf{F}(t)$ , напрямленою уздовж  $Ox$  (рис. 1). Наразі на значення керуючої сили  $F(t) = u(t)$  [Н] накладено обмеження:  $F_{min} \leq F(t) \leq F_{max}$  [або  $u_{min} \leq u(t) \leq u_{max}$ ], де  $F_{min} = u_{min}$  [Н] та  $F_{max} = u_{max}$  [Н] є відповідно мінімальним ( $F_{min} = u_{min}$  [Н]) та максимальним ( $F_{max} = u_{max}$  [Н]) значеннями керуючої сили  $F(t) = u(t)$  [Н] (таб. 1). Наразі числові значення параметрів задачі задані

відповідно до одного із трьох послідовних рядків у таб. 1, які відповідають трьом можливим випадкам руху т. М: без переключень напряму руху (0 пер.), а також для однієї (1 пер.) та двох (2 пер.) точок переключень напряму руху.

Таблиця 1 – Числові значення для задачі оптимальної швидкодії для 3х випадків руху

Задані числ. знач-ня для оберн. край. зад. ( $J = t_f$ ) опт. швидкодії								Знайти для 0, 1 та 2 пер.			
$N$ пер.	маса	обмеж. на упр.		почат. фаз. точ.		кінц. фаз. точ.		час	кор.	шв.	упр.
	$m$ , кг	$u_{min}$ , Н	$u_{max}$ , Н	$x_{10}$ , м	$x_{20}$ , м/с	$x_{1f}$ , м	$x_{2f}$ , м/с	$t_f$	$x_1(t)$	$x_2(t)$	$u(t)$
<b>0 пер.</b>	<b>1 кг</b>	<b>-20 Н</b>	<b>+4 Н</b>	<b>+6 м</b>	<b>-5 м/с</b>	<b>-8 м</b>	<b>-2 м/с</b>	$t_f = ?$ , с	$x_1(t) = ?$ , м	$x_2(t) = ?$ , м/с	$u(t) = ?$ , Н
<b>1 пер.</b>	<b>1 кг</b>	<b>-20 Н</b>	<b>+4 Н</b>	<b>+6 м</b>	<b>+5 м/с</b>	<b>-8 м</b>	<b>-2 м/с</b>				
<b>2 пер.</b>	<b>1 кг</b>	<b>-20 Н</b>	<b>+4 Н</b>	<b>+6 м</b>	<b>+5 м/с</b>	<b>-8 м</b>	<b>+2 м/с</b>				

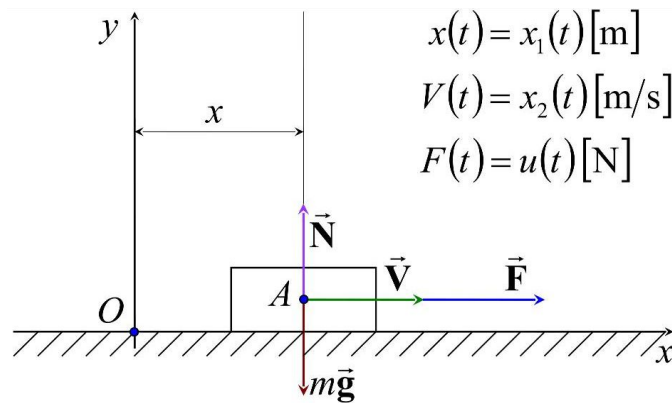


Рисунок 1 – Розрахункова схема для оберненої крайової задачі оптимальної швидкодії

Знайти: Із застосуванням обчислювальних можливостей безкоштовного програмного забезпечення JModelica.org із розширенням Optimica скласти акаузальний алгоритми та запропонувати відповідні \*.морта \*.руфайли для чисельного розв'язку поставленої задачі оптимальної швидкодії ( $J = t_f$ ) щодо визначення, за який мінімальний проміжок часу ( $t_f = ?$ ) [с] можна перемістити силою  $u(t)$  уздовж  $Ox$  матеріальну точку М масою  $m$  із початкового  $[(x_{10}); (x_{20})]$  у кінцеве фазове положення  $[(x_{1f}); (x_{2f})]$ , якщо  $u_{min} \leq u(t) \leq u_{max}$  (таб. 1). Також визначити відповідні функціональні залежності від поточного часу  $t$  [с] руху для

керуючої сили  $u = u(t) = ?$  [Н], координати  $x_1 = x_1(t) = ?$  [м] та швидкості  $x_2 = x_2(t) = ?$  [м/с] точки М.

### Додаток F: Приклад індивідуального завдання до модульної контрольної роботи №4 до модулю №4 курсу ПОНД

#### ПОНД КР 04. Варіант 12

Задано за умовою задачі: Нехай регульований рух динамічної системи визначається системою диференціальних рівнянь першого порядку ван-дер-полівського типу у таб. 1.

Таблиця 1 – Система визначальних рівнянь для задачі нелінійного програмування

$\begin{cases} \left( \frac{d(x_1(t))}{dt} \right) = \left( (1 - (x_2(t))^2) \cdot x_1(t) \right) - x_2(t) + u(t); \\ \left( \frac{d(x_2(t))}{dt} \right) = x_1(t); \\ (x_1(0) = x_{10}); (x_2(0) = x_{20}); \\ (x_1(t_f) = x_{1f}); (x_2(t_f) = x_{2f}); \\ u_{\min} \leq u(t) \leq u_{\max}; \end{cases}$	$\begin{cases} J = t_f; \\ \min(t_f) = ? \\ x_1 = x_1(t) = ? \\ x_2 = x_2(t) = ? \\ u = u(t) = ? \end{cases}$
---	---

Наразі числові значення параметрів задачі нелінійного програмування задані у таб. 2.

Таблиця 2 – Числові значення для задачі оптимальної швидкодії для 3х випадків руху

Задані числ. знач-ня для оберн. край. зад. ( $J = t_f$ ) нелін. прогр.							Знайти для 3х вип. руху			
Nвип.	обмеж. на упр.		почат. фаз. точ.		кінц. фаз. точ.		час	кор. 1	кор. 2	упр.
	$u_{\min}, c^{-1}$	$u_{\max}, c^{-1}$	$x_{10}, \text{рад}$	$x_{20}, \text{рад}$	$x_{1f}, \text{рад}$	$x_{2f}, \text{рад}$				
<b>вип. 1</b>	<b>-20 c<sup>-1</sup></b>	<b>+4 c<sup>-1</sup></b>	<b>+6 рад</b>	<b>-5 рад</b>	<b>-8 рад</b>	<b>-2 рад</b>	$t_f = ?$ , с	$x_1(t) = ?$ , рад	$x_2(t) = ?$ , рад	$u(t) = ?$ , c <sup>-1</sup>
<b>вип. 2</b>	<b>-20 c<sup>-1</sup></b>	<b>+4 c<sup>-1</sup></b>	<b>+6 рад</b>	<b>+5 рад</b>	<b>-8 рад</b>	<b>-2 рад</b>				
<b>вип. 3</b>	<b>-20 c<sup>-1</sup></b>	<b>+4 c<sup>-1</sup></b>	<b>+6 рад</b>	<b>+5 рад</b>	<b>-8 рад</b>	<b>+2 рад</b>				

Знайти: Із застосуванням обчислювальних можливостей безкоштовного програмного забезпечення JModelica.org із розширенням Optimica скласти акаузальні алгоритми та запропонувати відповідні \*.морта \*.руфайли для чисельного розв'язку поставленої задачі оптимальної швидкодії ( $J = t_f$ ) у формі задачі оберненої крайової задачі нелінійного програмування щодо визначення, за який мінімальний проміжок часу ( $t_f = ?$ ) [с] можна здійснити найшвидше переміщення керованого рухомого об'єкту із початкового фазового положення  $[(x_{10}); (x_{20})]$  у кінцеве фазове положення  $[(x_{1f}); (x_{2f})]$  шляхом прикладення керуючого сигналу оптимального управління  $u(t)$ , якщо на значення керуючого сигналу  $u(t)$  [c<sup>-1</sup>] накладено певні фізичні обмеження  $u_{\min} \leq u(t) \leq u_{\max}$  (таб. 1 – 2). Також здійснити чисельне визначення та виконати графічні побудови відповідних функціональних залежностей від поточного часу  $t$  [с] руху для величини керуючого сигналу  $u = u(t) = ?$  [c<sup>-1</sup>], а також для графіків першої

фазової координати (змінної стану  $x_1$ )  $x_1 = x_1(t) = ?$  [рад] та другої фазової координати (змінної стану  $x_2$ )  $x_2 = x_2(t) = ?$  [рад] рухомого керованого об'єкту.

## Додаток Г. Зразок екзаменаційного білету з дисципліни ПОНД

### Білет 1

**Теоретичне запитання 1** (оцінюється до **15 балів** із 100): Стохастична динаміка старіння наукових досліджень та статей на основі цитування із застосуванням розподілів Варінга (Waring), зрізаного розподілу Варінга та негативного біноміального розподілу.

**Теоретичне запитання 2** (оцінюється до **15 балів** із 100): Спектр, класифікація, формальні моделі та властивості онтологій. Правила логіки природньої мови до опису онтологій.

**Теоретичне запитання 3** (оцінюється до **15 балів** із 100): Modelica-подібні мови мехатронного та кіберфізичного моделювання та їх реалізація у Optimica, OpenModelica, JModelica.org та ScicosModelica.

**Обчислювальне завдання 3** (оцінюється до **55 балів** із 100): Задано за умовою задачі: Нехай матеріальна точка М (рис. 1) із постійною масою  $m$  [кг] рухається прямолінійно уздовж вісі  $Ox$  і переходить із початкового фазового положення  $[(x(t_0)) = (x_{10}); (V(t_0)) = (x_{20})]$  у кінцеве фазове положення  $[(x(t_f)) = (x_{1f}); (V(t_f)) = (x_{2f})]$ . До т. М прикладено керуючу силу  $F(t) = u(t)$  [Н], яка є рівнодійною активних сил  $\mathbf{F}(t)$ , напрямленою уздовж  $Ox$  (рис. 1). Наразі на значення керуючої сили  $F(t) = u(t)$  [Н] накладено обмеження:  $F_{min} \leq F(t) \leq F_{max}$  [або  $u_{min} \leq u(t) \leq u_{max}$ ], де  $F_{min} = u_{min}$  [Н] та  $F_{max} = u_{max}$  [Н] є відповідно мінімальним ( $F_{min} = u_{min}$  [Н]) та максимальним ( $F_{max} = u_{max}$  [Н]) значеннями керуючої сили  $F(t) = u(t)$  [Н] (таб. 1). Наразі числові значення параметрів задачі задані відповідно до одного із трьох послідовних рядків у таб. 1, які відповідають трьом можливим випадкам руху т. М: без переключень (0 пер.), а також для однієї (1 пер.) та двох (2 пер.) точок переключень руху.

Таблиця 1 – Числові значення для задачі оптимальної швидкодії для 3х випадків руху

Задані числ. значення для оберн. край. зад. ( $J = t_f$ ) опт. швидкодії								Знайти для 0, 1 та 2 пер.			
№ пер.	маса	обмеж. на упр.		почат. фаз. точ.		кінц. фаз. точ.		час	кор.	шв.	упр.
	$m$ , кг	$u_{min}$ , Н	$u_{max}$ , Н	$x_{10}$ , м	$x_{20}$ , м/с	$x_{1f}$ , м	$x_{2f}$ , м/с				
0 пер.	1 кг	-7.5 Н	+10 Н	-3 м	+4 м/с	+5 м	+1 м/с	$t_f = ?$ , с	$x_1(t) = ?$ , м	$x_2(t) = ?$ , м/с	$u(t) = ?$ , Н
1 пер.	1 кг	-7.5 Н	+10 Н	-3 м	-4 м/с	+5 м	+1 м/с				
2 пер.	1 кг	-7.5 Н	+10 Н	-3 м	-4 м/с	+5 м	-1 м/с				

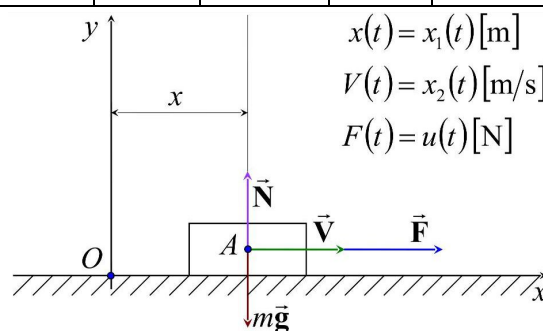


Рисунок 1 – Розрахункова схема для оберненої крайової задачі оптимальної швидкодії

Знайти: Із застосуванням обчислювальних можливостей безкоштовного програмного забезпечення JModelica.org із розширенням Optimica скласти акаузальний алгоритми та запропонувати відповідні \*.морта \*.руфайли для чисельного розв'язку поставленої задачі оптимальної швидкодії ( $J = t_f$ ) щодо визначення, за який мінімальний проміжок часу ( $t_f = ?$ ) [с] можна перемістити силою  $u(t)$  уздовж  $Ox$  матеріальну точку М масою  $m$  із початкового  $[(x_{10}); (x_{20})]$  у кінцеве фазове положення  $[(x_{1f}); (x_{2f})]$ , якщо  $u_{min} \leq u(t) \leq u_{max}$  (таб. 1). Також визначити відповідні функціональні залежності від поточного часу  $t$  [с] руху для керуючої сили  $u = u(t) = ?$  [Н], координати  $x_1 = x_1(t) = ?$  [м] та швидкості  $x_2 = x_2(t) = ?$  [м/с] точки М.