



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Інститут спеціального зв'язку та захисту
інформації КПІ ім. Ігоря Сікорського
Спеціальна кафедра № 1

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>125 Кібербезпека та захист інформації</i>
Освітньо-професійна програма	<i>Безпека державних інформаційних ресурсів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 рік підготовки, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, модульна контрольна робота</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NjIwOTI5Njg4Njg4?cjc=d65snjb

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Опис дисципліни	Навчальна дисципліна <i>“Математичне моделювання процесів та систем”</i> передбачена освітньо-професійною програмою підготовки здобувачів вищої освіти <i>magіstr</i> , є навчальною дисципліною циклу загальної підготовки.
Цілі дисципліни	Підготовка фахівців, здатних розв’язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру, зокрема, у сфері інформаційної кібербезпеки. Професійна побудова математичної моделі технічної системи/процесу, часто лежить в основі успішного вирішення поставленої задачі.
Предмет навчальної дисципліни	Предметом навчальної дисципліни є математичні моделі процесів і систем
Компетентності	<p>K32. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.</p> <p>K33. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>K35. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань / видів економічної діяльності).</p> <p>KФ1. Здатність обґрунтовано застосовувати, інтегрувати, розробляти та удосконалювати сучасні інформаційні технології, фізичні та математичні моделі, а також технології створення та використання прикладного і спеціалізованого програмного забезпечення для вирішення професійних задач у сфері інформаційної безпеки та/або кібербезпеки.</p> <p>KФ5. Здатність до дослідження, системного аналізу та забезпечення безперервності бізнес/операційних процесів з метою визначення вразливостей інформаційних систем та ресурсів, аналізу ризиків та визначення оцінки їх впливу у відповідності до встановленої стратегії і політики інформаційної безпеки та/або кібербезпеки організації.</p>
Програмні результати навчання	<p>РН2. Інтегрувати фундаментальні та спеціальні знання для розв’язування складних задач інформаційної безпеки та/або кібербезпеки у широких або мультидисциплінарних контекстах.</p> <p>РН4. Застосовувати, інтегрувати, розробляти, впроваджувати та удосконалювати сучасні інформаційні технології, фізичні та математичні методи і моделі в сфері інформаційної безпеки та/або кібербезпеки.</p> <p>РН5. Критично осмислювати проблеми інформаційної безпеки та/або кібербезпеки, у тому числі на міжгалузевому та міждисциплінарному рівні, зокрема на основі розуміння нових результатів інженерних і фізико-математичних наук, а також розвитку технологій створення та використання спеціалізованого програмного забезпечення.</p> <p>РН16. Приймати обґрунтовані рішення з організаційно-технічних питань інформаційної безпеки та/або кібербезпеки у складних і непередбачуваних умовах, у тому числі із застосуванням сучасних методів та засобів оптимізації, прогнозування та прийняття рішень.</p> <p>РН21. Використовувати методи натурного, фізичного і комп’ютерного моделювання для дослідження процесів, які стосуються інформаційної безпеки та/або кібербезпеки.</p> <p>РН22. Планувати та виконувати експериментальні і теоретичні дослідження, висувати і перевіряти гіпотези, обирати для цього придатні методи та інструменти, здійснювати статистичну обробку даних, оцінювати достовірність результатів досліджень, аргументувати висновки.</p>

2. Пререквізити та постреквізити навчальної дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Постреквізити:

- Військове стажування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Семестр 1

Семестровий (кредитний) модуль 1. Математичне моделювання процесів та систем.

Розділ 1. Вступ до математичного моделювання.

Застосування теорії графів

Тема 1. *Поняття моделі. Принципи математичного моделювання*

Тема 2. *Графи. Алгоритми на графах*

Розділ 2. Застосування теорії ймовірностей, математичної статистики, випадкових процесів

Тема 3. *СМО. Загальні поняття*

Тема 4. *СМО. Основні моделі*

Тема 5. *Регресійні моделі*

Тема 6. *Часові ряди*

Тема 7. *Моделі сумішей*

Залік *Залік*

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. М.З. Згуровський, Н.Д.Панкратова. *Основи системного аналізу*.-К.:Видавнича група ВНУ, 2007.-544с
2. Маценко В.Г. *Математичне моделювання*, Ч: ЧНУ, 2014.–519 с.
3. Павленко П. М., Філоненко С. Ф., Чередніков О. М., Трейтяк В. В. *Математичне моделювання систем і процесів*. – К. : НАУ, 2017. – 392 с.
4. Т.Г. Кормен, Ч.Е. Лейзерсон, Р.Л. Рівест, К. Стайн. *Вступ до алгоритмів*, К: К.І.С., 2023, 1288 с.
5. *Моделювання процесів і систем / Лабораторний практикум [Електронний ре-сурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» / КПІ ім.Ігоря Сікорського; уклад.: О.В. Савчук, О.М. Моргаль – Електронні текстові дані (1 файл: 6,23 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 220 с.*
6. Яганов П.О. *Дослідження систем масового обслуговування: Тексти лекцій*. –К.: НТУУ «КПІ», 2006. – 40 с.
7. Карташов М.В. *Теорія ймовірностей та математична статистика*. К.:, 2004. – 150 с.
8. Майборода Р.Є. *Регресія: лінійні моделі*. ВПЦ “Київський університет”, - 2007, 296 с.
<https://probability.knu.ua/userfiles/mre/ora0.pdf>
9. Майборода Р.Є. *Комп'ютерна статистика - професійний старт*. 2020, 497 с.
<https://drive.google.com/file/d/1O6rJ5TOJ5v15gVP5vzLsHzBPCj-BtYqL/view>
10. Кубайчук О.О., Теренчук С.А. *Практичні заняття з економетрії в Excel*. – К.: ЄУ, 2007, 121с.
11. Montgomery D.C., Jennings C.L., Kulahci M. *Introduction to time series analysis and forecasting*. Wiley Int., 2008, 469 с.
12. Бідюк, П. І. *Аналіз часових рядів [Електронний ресурс] : навчальний посібник / П. І. Бідюк, В. Д. Романенко, О. Л. Тимошук ; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 8,42 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2010. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/862>*
13. Оленко А.Я. *Комп'ютерна статистика*. –К.: ВПЦ «Київський університет», 2007. – 174 с.
14. Майборода Р.Є. *Статистичний аналіз сумішей*.- К.: ВПЦ «Київський університет», 2003. – 176 с.

Додаткова література:

1. О.О. Кубайчук, О.М. Рома. *Класичні методи оптимізації: навчальний посібник / О.О. Кубайчук, О.М. Рома; за ред. О.М. Роми. – К.: ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 101 с.*

2. Міхайленко В.М., Кубайчук О.О. Курс алгебри та аналітичної геометрії. / В.М. Міхайленко, О.О. Кубайчук – К.: Унів. Україна, 2013. – 181 с.
3. Майборода Р.Є. *Методичні рекомендації по курсу "Регресійний аналіз"*, 2020, 40 с. <https://drive.google.com/file/d/1U1gsnrKmL5TkcILMfgDwQpKFuLetowO2/view>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Структура кредитного модуля

Номери, назви розділів, тем і питання навчальних занять, посилання на літературу		Кількість годин				
		Всього	у тому числі			СР
			Лекції	Практичні (семінарські) заняття	Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)	
Розділ (змістовий модуль) 1.						
Вступ до математичного моделювання. Застосування теорії графів						
<i>Тема 1.</i>	<i>Поняття моделі. Принципи математичного моделювання</i>	12	4		8	
Заняття 1/1	1. Моделі, їх призначення та класифікація 2. Математичні моделі (ММ). Принципи математичного моделювання 2.1. Класифікація ММ 2.2. Етапи побудови ММ 2.3. Верифікація моделі 2.4. Ідентифікація моделі 2.5. Агрегування та декомпозиція ММ Література: [1], [2], [3], [5].	6	2		4	
Заняття 1/2	1. Комп'ютерне моделювання 2. Системи та їх моделі 2.1. Модель "чорного ящика" 2.2. Моделі складу і структури 3. Похибки ММ Література: [1], [2], [3], [5].	6	2		4	
<i>Тема 2.</i>	<i>Графи. Алгоритми на графах</i>	13	4	4	5	
Заняття 2/1	1. Графи. Основні означення 2. Пошук на графах та його застосування 2.1. Пошук в ширину і найкоротші шляхи 2.2. Пошук в глибину. Топологічне сортування 2.3. Сильно зв'язні компоненти. Задача про оптимальні структури Література: [1], [4].	5	2		3	

Заняття 2/2	1. Мінімальне кістякове дерево 1.1. Алгоритми Крускала та Прима 1.2. Математична модель оптимальної компоновки електричної схеми 2. Найкоротші шляхи з однієї вершини 2.1. Алгоритм Беллмана-Форда 2.2. Математична модель процесу, що описується системою різницевих обмежень (частинний випадок загальної задачі лінійного програмування) 2.3. Алгоритм обчислення найкоротших шляхів з однієї вершини для орієнтованого ациклічного графа 2.4. Математична модель системи планування та керівництва розробками (PERT) Література: [1], [4].	4	2			2
Заняття 2/3	Побудова структурної моделі на основі обчислення сильно зв'язних компонентів на графі Література: [1], [4].	2		2		
Заняття 2/4	Побудова ММ системи планування та керівництва розробками (PERT) Література: [1], [4].	2		2		
Разом за розділом 1		25	8	4		13
Розділ (змістовий модуль) 2.						
Застосування теорії ймовірностей, математичної статистики, випадкових процесів						
<i>Тема 3.</i>	<i>СМО. Загальні поняття</i>	12	4	4		4
Заняття 3/1	1. Вступ до СМО 1.1. Основні означення 1.2. Класифікація СМО 1.3. Формула Літгла 2. Пуассонів потік (ПП) подій 2.1. Означення ПП. Розщеплюваність і рівномірність ПП 2.2. Означення найпростішого потоку (НП) Література: [1], [3], [5], [6].	4	2			2
Заняття 3/2	1. Марківські процеси (МП) 1.1. Означення МП та марківського ланцюга (ЛМ) 1.2. Рівняння Колмогорова-Чепмена 1.3. Граничні та стаціонарні розподіли. Ергодичність Література: [1], [3], [5], [6].	4	2			2
Заняття 3/3	Обчислення характеристик найпростіших СМО. Література: [1], [3], [5], [6].	2		2		

Заняття 3/4	Обчислення характеристик найпростіших СМО (продовження). Література: [1], [3], [5], [6].	2		2		
Тема 4.	СМО. Основні моделі	12	4	4		4
Заняття 4/1	1. Система М/М/1 2. Система М/М/n 3. Система М/М/n/m Література: [1], [3], [5], [6].	4	2			2
Заняття 4/2	1. Скінченноджерельні системи 2. Системи з нетерпінням 2.1. М/М/1 balking 2.2. М/М/1 reneging+balking Література: [1], [3], [5], [6].	4	2			2
Заняття 4/3	Моделювання СМО з використанням математичних та/або спеціалізованих пакетів Література: [1], [3], [5], [6].	2		2		
Заняття 4/4	Моделювання СМО з використанням математичних та/або спеціалізованих пакетів (продовження) Література: [1], [3], [5], [6].	2		2		
Тема 5.	Регресійні моделі	12	4	4		4
Заняття 5/1	1. Проста лінійна регресія 2. Множинна лінійна регресія 2.1. МНК у матричній формі 2.2. Значущість багатофакторної моделі 2.3. Прогнозування Література: [7], [8], [9], [10], [13].	4	2			2
Заняття 5/2	1. Труднощі лінійної регресії 1.1. Мультиколінеарність 1.2. Моделі з ознакою автокореляції 1.3. Моделі з ознакою гетероскедастичності Література: [7], [8], [9], [10], [13].	4	2			2
Заняття 5/3	Регресійний аналіз емпіричних даних Література: [7], [8], [9], [10], [13].	2		2		
Заняття 5/4	Регресійний аналіз емпіричних даних (продовження) Література: [7], [8], [9], [10], [13].	2		2		
Тема 6.	Часові ряди	16	6	4		6
Заняття 6/1	1. Вступ до часових рядів 1.1. Основні означення і поняття 1.2. Порядок аналізу часових рядів 2. Методи згладжування часових рядів 2.1. Методи усереднення 2.2. Методи експоненціального згладжування Література: [11], [12], [13].	4	2			2

Заняття 6/2	1. Стаціонарні та звідні до них часові ряди 1.1. Білий шум 1.2. МА-процес, процес авторегресії, ARMA-процес 1.3. Прогнозування на основі ARMA-моделей 1.4. ARIMA-процеси. Аналіз часових рядів Бокса-Дженкінса Література: [11], [12], [13].	4	2			2
Заняття 6/3	1. Новітні моделі та методи аналізу часових рядів 1.1. Моделі часових рядів зі змінною волатильністю 1.2. Векторні часові ряди Література: [11], [12], [13].	4	2			2
Заняття 6/4	Початковий аналіз часового ряду. Згладжування, виділення тренду, прогнозування Література: [11], [12], [13].	2		2		
Заняття 6/5	Аналіз ARMA, ARIMA-моделей, прогнозування Література: [11], [12], [13].	2		2		
Тема 7.	Моделі сумішей	10	4	2		4
Заняття 7/1	1. Поняття моделі суміші 2. Модель суміші зі змінними концентраціями 2.1. Прикладні задачі, що допускають застосування методів аналізу сумішей зі змінними концентраціями Література: [14]	4	2			2
Заняття 7/2	1. Оцінювання розподілів компонент суміші 2. Оцінка параметрів концентрацій Література: [14]	4	2			2
Заняття 7/3	МКР	2		2		
Разом за розділом 2		62	22	18		22
Залік		3		2		1
Всього годин		90	30	24		36

6. Самостійна робота курсанта

№ з/п	Назва теми та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу)	Кількість годин СР
Тема 1.	<i>Поняття моделі. Принципи математичного моделювання</i> 1. Моделювання фізичної реальності 1.1. Математичні моделі на основі рівнянь Лагранжа 1.2. Математичні моделі теплообміну, гідродинаміки, електромагнітного поля 2. Методи асимптотичного аналізу. Асимптотичні методи Пуанкаре Література: [2]	8

Тема 2.	<i>Графи. Алгоритми на графах</i> Пошук найкоротших шляхів між всіма парами вершин орієнтованого графа. Алгоритм Флойда-Уоршалла Література: [4]	5
Тема 3.	<i>СМО. Загальні поняття</i> Процес народження і загибелі (ПНЗ) Література: [1], [3], [5], [6].	4
Тема 4.	<i>СМО. Основні моделі</i> Система М/М/∞ Література: [1], [3], [5], [6].	4
Тема 5.	<i>Регресійні моделі</i> 1. Робастна регресія 2. Ортогональна регресія 3. Непараметрична регресія Література: [8], [9].	4
Тема 6.	<i>Часові ряди</i> Нейро-мережі і прогнозування Література: [11].	6
Тема 7.	<i>Моделі сумішей</i> Оцінка параметрів концентрацій для моделі суміші зі змінними концентраціями Література: [14]	4
	Підготовка до заліку	1
	Всього годин	36

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вивчення дисципліни здійснюється протягом 1-го семестру методом проведення лекцій, лабораторних занять, а також в процесі самостійної роботи із застосуванням рейтингової оцінки знань і навичок курсантів.

Кожному курсанту надається можливість набрати певну кількість балів під час виконання частин модульної контрольної роботи, які будуть використовуватися для визначення індивідуального рейтингу курсанта.

Оптимальне співвідношення фундаментальної (теоретичної) і практичної підготовки при вивченні навчальної дисципліни досягається розумним поєднанням лекцій з одного боку, і лабораторних занять – з іншого, а також самостійної підготовки курсантів.

Багаторівневе вивчення навчальної дисципліни реалізується як в межах кожної теми, так і при побудові всієї дисципліни в цілому. При вивченні кожної теми здійснюється поточний контроль засвоєння навчальної дисципліни, за допомогою якого оцінюється ступінь засвоєння матеріалу з отриманням певної кількості балів для підсумкового контролю.

Елементи проблемного навчання впроваджуються в усі види занять з метою, по-перше, активізації і, по-друге, розвитку самостійності, здатності діяти в невизначених умовах. На лекціях викладається матеріал тільки з основоположних питань. У лекціях методики проблемного навчання є найбільш ефективними. Всі лекції включають формулювання проблемних питань, які вивчаються в даній темі, розкриття їх практичного значення. Розглядаються методи і способи вирішення поставленого завдання, розглядаються і аналізуються результати, які узагальнюються і конкретизуються на наступних заняттях.

Активізація самостійної роботи курсантів на всіх видах занять, включаючи самостійну підготовку, досягається:

- плануванням самостійних занять курсантів, включаючи вказівку джерел отримання інформації та контрольні питання (завдання), які стимулюють пізнавальну діяльність;
- з'ясуванням важливості знань, які отримані на заняттях, розумінням цілей і завдань навчання;

- активною розумовою діяльністю курсантів в процесі занять, виробленням вміння самостійно здобувати знання;

- вихованням у курсантів практичного ставлення до оцінки результатів свого навчання у відповідності з отриманим рейтингом, постійного прагнення до поліпшення цих результатів;

- творчим використанням курсантами своїх знань в процесі виконання курсової роботи.

Інші методичні питання і форми роботи. Блок контрольних (проблемних) питань включає питання, які прямо або побічно входять в запропоновані програмою теми. Така побудова дозволяє більш глибоко ознайомитися з сучасним станом дисципліни. Розробляються навчальні завдання для самостійної підготовки курсантів до занять із зазначенням по кожному заняттю переліку і обсягу навчального матеріалу, що підлягає обов'язковому вивченню, часу для їх виконання, а також побажання курсантам з виконання додаткових навчальних задач. Такі завдання включають в себе перелік питань для самоконтролю курсантами ступеня засвоєння матеріалу.

Під контролем засвоєння знань, умінь і навичок курсантів розуміють сукупність заходів, спрямованих на виявлення знань і умінь курсантів, здатності застосовувати ці знання в практичній діяльності з метою досягнення найбільш ефективного навчання та виховання.

Поточний контроль з навчальної дисципліни виконується з метою визначення протягом семестру ступеня засвоєння навчального матеріалу шляхом отримання певного рейтингу, своєчасного розкриття недоліків в підготовці курсантів та вжиття необхідних заходів щодо вдосконалення методики викладання, навчання курсантів в процесі занять і надання їм індивідуальної допомоги, а також спонукання їх до систематичної і планомірної роботи над навчальним матеріалом протягом семестру.

Основними формами контролю є: перевірка письмових робіт і оцінка результатів праці курсантів на лабораторних заняттях.

Внутрішньосеместрові атестації курсантів виконується за планами навчального відділу два рази в семестр з виставленням атестації кожному курсанту. При атестації, як і при будь-якому іншому контролі, викладач повинен виконувати дві необхідні умови: об'єктивність і впливовість. Остання умова виконується тільки тоді, коли викладач зробить глибокий аналіз результатів атестації в кожній навчальній групі. При цьому обов'язково необхідно підкреслити позитивні сторони, розкрити недоліки в засвоєнні програми з навчальної дисципліни, як навчальної групи, так і кожного курсанта окремо.

Підсумковий контроль здійснюється у вигляді екзамену з навчальної дисципліни для перевірки якості виконання навчального плану за семестр.

Організація самостійної роботи курсантів визначається характером навчального процесу, планами навчального відділу, психолого-педагогічними здібностями і педагогічною майстерністю викладацького складу. Самостійна робота курсантів планується особисто кожним курсантом. Як правило, курсанти навчаються самостійно в аудиторії, запланованій для навчальної групи відповідно до розкладу і виду занять.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг курсанта з кредитного модуля складається зі 100 балів:

- 1) Робота на лекційних заняттях (20 балів);
- 2) Робота на практичних заняттях (40 балів);
- 3) Модульна контрольна робота (40 балів, може поділяється на частини).

СИСТЕМА РЕЙТИНГОВИХ БАЛІВ

1). Лекційні заняття

За Темами 5 і 6 – 2 бали за лекцію. Для решти тем – 1 бал за лекцію.

2). Практичні заняття:

Після практичного заняття кожен курсант отримує задачу для індивідуального розв'язання.

Кожна задача оцінюється:

За Темами 2 – 6:

задача розв'язана повністю і правильно – 4 бали;

задача розв'язана повністю з неточностями – 3 бали;

задача розв'язана НЕ повністю без помилок – 2 бали;

задача розв'язана НЕ повністю з незначними помилками – 1 бал;

задача розв'язана неправильно або рішення відсутнє – 0 балів.

Максимальна кількість балів за розв'язання задач – $4 \times 10 = 40$.

Курсантам на кожному практичному занятті може додаватися 1 заохочувальний бал. Сумарна кількість заохочувальних балів не може перевищувати 10% від рейтингової шкали.

3). Модульна контрольна робота.

Контрольна робота оцінюється:

– “відмінно”, повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 36 – 40 балів;

– “добре”, достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 30 – 35 балів;

– “задовільно”, неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 24 – 29 балів;

– “незадовільно”, незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 3 бали) – 0 балів.

Максимальна кількість балів за виконання МКР – **40** балів.

Необхідною умовою допуску до заліку є стартовий рейтинг не менш ніж **36** балів.

Календарний контроль проводиться згідно Графіка – календаря освітнього процесу ІСЗЗІ КПІ на навчальний рік. Умовою отримання атестації є отримання не менше ніж 50% від кількості балів, яку курсант може отримати на час календарного контролю.

Якщо курсант не набирає достатню для заліку кількість балів або його не задовільняє набраний бал, він може здавати залік. При цьому, отримані бали за семестр анулюються.

На заліку курсанти дають усну відповідь на теоретичні питання залікового білету та надають письмовий розв'язок практичного завдання.

Кожне завдання містить два теоретичних запитання і одне практичне. Теоретичні запитання оцінюються в **30** балів, а практичне в **40** балів. Максимальна кількість балів, що може бути отримана на заліку, дорівнює **100**.

Система оцінювання теоретичних запитань:

“відмінно”, повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 30 балів;

“дуже добре”, повна відповідь з незначними недоліками – 28-29 балів

“добре”, достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 24-27 балів;

“задовільно”, (не менше 65% потрібної інформації) – 22-23 балів;

“достатньо”, неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 18-21 балів;

“незадовільно”, незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання практичного запитання:

“відмінно”, повне, безпомилкове розв'язування завдання – 36-40 балів;

“дуже добре”, повна відповідь з незначними недоліками – 35 балів

“добре”, повна відповідь з недоліками (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 30-34 балів;

“задовільно”, (не менше 65% потрібної інформації) – 29 балів;

“достатньо”, завдання виконане з певними недоліками (не менше 60% потрібної інформації) – 24-28 балів;

“незадовільно”, завдання не виконано – 0 балів.

Сума балів переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею

Бали $R = r_{\text{старт}} + r_{\text{екзам}}$	Оцінка
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
Менше ніж 60	Незадовільно

9. Додаткова інформація з навчальної дисципліни

Перелік питань, які виносяться на залік:

1. Моделі, їх призначення та класифікація.
2. Математичні моделі. Принципи математичного моделювання.
3. Комп'ютерне моделювання.
4. Системи та їх моделі. Модель "чорного ящика".
5. Моделі складу і структури.
6. Похибки математичних моделей.
7. Пошук на графах та його застосування: пошук в ширину і найкоротші шляхи.
8. Пошук на графах та його застосування: пошук в глибину і топологічне сортування.
9. Пошук на графах та його застосування: сильно зв'язні компоненти і задача про оптимальні структури.
10. Побудова мінімального кістякового дерева: алгоритм Крускала.
11. Побудова мінімального кістякового дерева: алгоритм Прима.
12. Найкоротші шляхи з однієї вершини: алгоритм Беллмана-Форда.
13. Найкоротші шляхи між усіма парами вершин. Алгоритм Флойда-Уоршалла.
14. Математична модель процесу, що описується системою різницевих обмежень (частинний випадок загальної задачі лінійного програмування).
15. Обчислення найкоротших шляхів з однієї вершини для орієнтованого ациклічного графа.
16. Математична модель системи планування та керівництва розробками (PERT).
17. Поняття СМО та їх класифікація. Формула Літтла.
18. Пуассонів потік (ПП) подій. Розщеплюваність ПП.
19. Пуассонів потік (ПП) подій. Рівномірність ПП.
20. Найпростіший потік подій.
21. Марківські процеси. Означення марківського ланцюга (ЛМ).
22. Марківські процеси. Рівняння Колмогорова-Чепмена.
23. Процес народження і загибелі.
24. Система М/М/1, її характеристики.
25. Система М/М/n, її характеристики.
26. Система М/М/n/m, її характеристики.
27. Скінченноджерельні системи
28. Системи з нетерпінням: М/М/1 balking
29. Системи з нетерпінням: М/М/1 reneging+balking
30. Проста лінійна регресія. МНК-оцінки параметрів, значущість, прогнозування.
31. Множинна лінійна регресія. МНК у матричній формі, значущість, прогнозування.
32. Труднощі лінійної регресії. Мультиколінеарність.
33. Труднощі лінійної регресії. Моделі з ознакою автокореляції.
34. Труднощі лінійної регресії. Моделі з ознакою гетероскедастичності.
35. Робастна регресія.
36. Ортогональна регресія.
37. Непараметрична регресія.
38. Поняття часового ряду. Порядок аналізу часових рядів.
39. Методи згладжування часових рядів.

40. Стаціонарні та звідні до них часові ряди. Процес ковзного середнього (MA).
41. Стаціонарні та звідні до них часові ряди. Процес авторегресії (AR).
42. Стаціонарні та звідні до них часові ряди. ARMA-процес.
43. Стаціонарні та звідні до них часові ряди. ARIMA-процес. Аналіз часових рядів Бокса-Дженкінса.
44. Новітні моделі та методи аналізу часових рядів. Моделі часових рядів зі змінною волатильністю.
45. Новітні моделі та методи аналізу часових рядів. Векторні часові ряди.
46. Новітні моделі та методи аналізу часових рядів. Нейромережі і прогнозування.
47. Поняття моделі суміші. Модель суміші зі змінними концентраціями.
48. Прикладні задачі, що допускають застосування методів аналізу сумішей зі змінними концентраціями.

