

Київський університет імені Бориса Грінченка
Факультет інформаційних технологій та математики
Кафедра математики і фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-методичної
та навчальної роботи

 Олексій ЖИЛЬЦОВ

2023 р.



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОГО БЛОКУ ДИСЦИПЛІН
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ**

для студентів

спеціальності	111 Математика
освітнього рівня	другого (магістерського)
освітньої програми	111.00.02 Математичне моделювання



Київ – 2023

Розробники:

Астаф'єва Марія Миколаївна, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математики і фізики Факультету інформаційних технологій та математики Київського університету імені Бориса Грінченка

Прошкін Володимир Вадимович, доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри математики і фізики Факультету інформаційних технологій та математики Київського університету імені Бориса Грінченка

Викладачі:

Астаф'єва Марія Миколаївна, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математики і фізики Факультету інформаційних технологій та математики Київського університету імені Бориса Грінченка

Прошкін Володимир Вадимович, доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри математики і фізики Факультету інформаційних технологій та математики Київського університету імені Бориса Грінченка

Робочу програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри математики і фізики

Протокол від 23 серпня 2023 р. № 8

Завідувач кафедри _____ Світлана СЕМЕНЯКА
(підпис)

**Робочу програму погоджено з керівником освітньої програми
111.00.02 Математичне моделювання**

(назва освітньої програми)

_____. 2023 р.

Керівник освітньої програми _____ Володимир ПРОШКІН
(підпис)

Робочу програму перевірено

_____. 2023 р.

Заступник директора/декана _____ Євген ІВАНІЧЕНКО
(підпис)

Пролонговано:

на 20__/20__ н.р. _____ (підпис) _____ (ПІБ), «__» 20__ р., протокол № ____

на 20__/20__ н.р. _____ (підпис) _____ (ПІБ), «__» 20__ р., протокол № ____

на 20__/20__ н.р. _____ (підпис) _____ (ПІБ), «__» 20__ р., протокол № ____

на 20__/20__ н.р. _____ (підпис) _____ (ПІБ), «__» 20__ р., протокол № ____

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика дисципліни за формами навчання
	денна
Вид дисципліни	Обов'язкова (компонента ОДФ.05)
Мова викладання, навчання та оцінювання	Українська
Загальний обсяг кредитів / годин	9/270
Курс	1
Семестр	1
Кількість змістових модулів з розподілом:	9
Обсяг кредитів / годин, в тому числі:	9 / 270
<i>Математичні методи і моделі в теорії керування</i>	3/90
Аудиторні	24
Модульний контроль	6
Самостійна робота	50
Семестровий контроль	10 (екзамен)
<i>Математичні методи системного аналізу</i>	3/90
Аудиторні	24
Модульний контроль	6
Самостійна робота	50
Семестровий контроль	10 (екзамен)
<i>Прогнозування</i>	3/90
Аудиторні	24
Модульний контроль	6
Самостійна робота	50
Семестровий контроль	10 (екзамен)

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Робоча навчальна програма з курсу «Математичне моделювання» є нормативним документом Київського університету імені Бориса Грінченка, який розроблено кафедрою математики і фізики на основі освітньо-професійної програми підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня відповідно до навчального плану спеціальності 111 Математика, освітньої програми 111.00.02 Математичне моделювання.

Навчальна дисципліна «Математичне моделювання» складається з трьох відносно самостійних частин (модулів): Математичні методи і моделі в теорії керування (3 кредити), Математичні методи системного аналізу (3 кредити), Прогнозування (3 кредити).

Метою дисциплін є підготовка здобувачів до самостійного розв'язування задач математичного моделювання з використанням основних положень загальної методології та деяких типових математичних моделей, дослідження та використання математичних моделей для різних сфер життєдіяльності людини; ознайомлення із ключовими задачами теорії керування, методами дослідження таких важливих властивостей управлінських систем як оптимальність та стійкість; -формування розуміння сутності й особливостей системного аналізу діяльності через вивчення методологічних засад і системного підходу до прийняття рішень; засвоєння студентами сукупності методів і способів розробки прогнозів.

Завдання навчальної дисципліни полягає у формуванні у студентів знань основних понять і фактів теорії керування, системного аналізу, прогнозування; ознайомлення із характерними прикладами їх застосувань, розвиток навичок математичного моделювання.

Викладання навчальної дисципліни «Математичне моделювання» буде спрямоване на формування таких загальних та спеціальних (фахових) компетентностей:

ЗК-1 Здатність комплексно розв'язувати проблему. Здатність виявляти наукову сутність проблем у професійній сфері, знаходити адекватні шляхи щодо їх розв'язання; володіння системним, цілісним підходом до аналізу і оцінки ситуації.

ЗК-2 Критичне мислення. Здатність аналізувати, верифікувати, оцінювати повноту та достовірність інформації в ході професійної діяльності, за необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію.

ЗК-3 Креативність. Продукування нових ідей, творчий підхід до їх реалізації; здатність до новаторської діяльності.

ЗК-4 Здатність проявляти ініціативу та здійснювати лідерські функції в колективі задля досягнення спільної мети; здатність управляти проектами, організовувати командну роботу, ставити цілі, приймати і втілювати рішення; оцінювати та забезпечувати ефективність колективної роботи; здатність управляти стратегічним розвитком команди в процесі професійної діяльності.

ЗК-7 Здатність здобувати нові знання, уміння та інтегрувати їх з уже наявними; спроможність аналізувати явище, ситуацію, проблему, враховуючи різні параметри, фактори, причини; здатність адаптувати мислення для вирішення задач у змінених умовах чи нестандартних ситуаціях.

ЗК-9 Спроможність орієнтуватися у різних поглядах на проблему та шляхи її розв'язання, формувати власну думку; уміти формулювати задачу, аргументовано обирати оптимальні шляхи розв'язання, аналізувати й осмислювати отриманий розв'язок, переконливо його представляти.

СК-1 Знання та розуміння. Спеціалізовані концептуальні знання, набуті у процесі навчання на рівні новітніх досягнень, які є основою для оригінального мислення, дослідницької та/або інноваційної діяльності; здатність використовувати набуті знання у практичній професійній діяльності.

СК-2 Дослідницькі навички. Здатність розуміти сутність проблеми, постановку задачі, обирати та використовувати відповідні методи й організаційні процедури для її вирішення (розв'язання), дослідницької чи інноваційної діяльності, критично оцінювати отримані результати, визначати перспективи подальшої розробки досліджуваної та дотичних тем.

СК-3 Розв'язання проблем. Здатність критично осмислювати й розв'язувати складні задачі та проблеми, що потребують міждисциплінарних підходів, оновлення та інтеграції знань, часто в умовах неповної / недостатньої інформації та суперечливих вимог.

СК-4 Моделювання. Спроможність переносити математичні знання у нематематичні контексти, розробляти адекватні математичні моделі реальних процесів і явищ, досліджувати їх, обираючи відповідні методи, в тому числі комп'ютерні, та інтерпретувати результати дослідження в термінах досліджуваного процесу (явища).

СК-6 Творчість та інноваційна діяльність. Здатність самостійно розробляти проекти шляхом творчого застосування існуючих та/або генерування нових математичних ідей; здатність до розвитку нових та/або удосконалення існуючих математичних методів аналізу, моделювання, прогнозування, розв'язування нових проблем у нових галузях знань.

СК-8 Самоосвіта та підвищення кваліфікації. Здатність до самоосвіти та підвищення кваліфікації у сфері математики і її застосування.

3. Результати навчання

За підсумками вивчення навчальної дисципліни «Математичне моделювання» студент має оволодіти:

- теоретичними засадами математичного моделювання, уміннями будувати та використовувати типові математичні моделі;
- математичними методами й принципами моделювання еволюційних систем в теорії керування;

- теоретичними основами методології системного аналізу;
- принципами, методами розв'язування задач з розкриття невизначеностей різної природи;
- математичними методами кількісного інформаційного аналізу;
- застосуванню математичних моделей і методи вирішення міждисциплінарних задач;
- основними науковими підходами та сучасними концепціями прогнозування;
- оцінкою ресурсів для здійснення прогнозування;
- методами розробки прогнозів у кількісних і якісних параметрах;
- засобами якості здійснення прогнозування.

Програмні результати навчання, яких планується досягнути

Знання і розуміння

РН-3-1 Демонструвати на рівні застосування ґрунтовні знання ключових понять та фактів лінійної алгебри та теорії матриць, аналітичної та диференціальної геометрії, диференціального та інтегрального числення функції дійсної та комплексної змінних, багатьох дійсних змінних, теорії рядів, диференціальних рівнянь, логіки і теорії множин, дискретної математики, теорії ймовірностей та математичної статистики, а також відтворювати знання окремих спеціальних розділів вищої та прикладної математики (прикладний функціональний аналіз, теорія динамічних систем, алгебраїчна топологія, аналітика даних) в обсязі, необхідному для володіння математичним апаратом відповідної галузі знань і використання математичних методів у обраній професії.

РН-3-2 Володіти основами математичних дисциплін і теорій, які вивчають моделі природничих, технічних, економічних і соціальних процесів.

РН-3-3 Знати й розуміти математичні методи аналізу, прогнозування та оцінки параметрів моделей; основні підходи до перетворення математичної моделі в комп'ютерну, якісного та кількісного дослідження побудованої моделі, аналізу та інтерпретації отриманих при моделюванні результатів.

РН-3-4 Демонструвати знання й розуміння зв'язку окремих розділів теоретичної та прикладної математики із економічними процесами і теоріями для побудови ефективних економічних моделей.

РН-3-5 Розуміти і пояснювати місце математики в науці загалом та в філософських системах вчених-філософів, природу математичного пізнання, структуру математичного знання, причину його ефективності в інших сферах діяльності; знати та розуміти фундаментальні і прикладні аспекти наук у сфері математики.

Уміння

РН-У-1 Коректно проводити логічні міркування, грамотно вибудовувати доведення математичних фактів, використовуючи, в тому числі, класичні методи доведення (від супротивного, математичної індукції, конструктивний та ін.).

РН-У-2 Демонструвати уміння використовувати фундаментальні математичні закономірності при розв'язуванні теоретичних та прикладних математичних задач і проблем, які потребують, зокрема, інтеграції набутих знань, методів з різних розділів математики, в т.ч. багатокритеріальні задачі та задачі з неповними даними.

РН-У-3 Упізнавати математичні структури в інших (нематематичних) теоріях; перекладати на мову математики задачі з інших галузей та розв'язувати їх методами математичного моделювання.

РН-У-7 Застосовувати нові підходи для вироблення стратегії прийняття рішень у складних непередбачуваних умовах.

РН-У-10 Уміти формулювати математичну задачу, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й існуючими моделями, аргументовано обирати оптимальні шляхи та інструменти розв'язання, аналізувати й осмислювати отриманий розв'язок, представляти результати роботи й обґрунтовувати запропоновані рішення на сучасному науково-технічному й професійному рівні

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин (денна форма)				
	Усього	У тому числі			
		Л	П	МК	СР
Модуль 1. Математичні методи і моделі в теорії керування					
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи математичного моделювання					
<i>Тема 1.</i> Основні поняття і принципи математичного моделювання. Класифікація математичних моделей. Етапи математичного моделювання	12	2	2		8
<i>Тема 2.</i> Приклади побудови математичних моделей (лінійні моделі, динамічні системи, оптимізаційні моделі)	12	2	2		8
<i>Модульний контроль</i>	2			2	
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	26	4	4	2	16
Змістовий модуль 2. Математичні моделі оптимального керування					
<i>Тема 3.</i> Постановка і класифікація задач оптимального керування. Методи розв'язання (огляд). Приклади.	12	2	2		8
<i>Тема 4.</i> Задачі Больца, Майєра, Лагранжа. Принцип максимуму Понтрягіна.	14	2	2		10
<i>Модульний контроль</i>	2			2	
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	28	4	4	2	18
Змістовий модуль 3. Дослідження стійкості систем керування					
<i>Тема 5.</i> Дослідження на стійкість точок спокою динамічної системи. Стійкість за першим наближенням. Критерій Рауса - Гурвіца	12	2	2		8
<i>Тема 6.</i> Метод функцій Ляпунова	12	2	2		8
<i>Модульний контроль</i>	2			2	
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>	26	4	4	2	16
Модуль 2. Математичні методи системного аналізу					
Змістовий модуль 1. Теоретичні і методичні засади системного аналізу					
<i>Тема 1.</i> Вступ до системного аналізу	12	2	2		8
<i>Тема 2.</i> Основні етапи та методи системного аналізу	12	2	2		8
<i>Модульний контроль</i>	2			2	
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	26	4	4	2	16
Змістовий модуль 2. Математичний апарат формалізованих задач системного аналізу					

Тема 3. Методи розкриття невизначеності у задачах конфлікту стратегій, ситуаційної невизначеності, у задачах взаємодії двох суб'єктів	12	2	2		8
Тема 4. Методи пошуку раціонального компромісу в задачах розкриття концептуальної невизначеності	12	2	2		8
<i>Модульний контроль</i>	2			2	
Разом за змістовим модулем 2	26	4	4	2	16
Змістовий модуль 3. Задачі і методи системного аналізу багатофакторних ризиків					
Тема 5. Методологія забезпечення безпеки функціонування складних систем. Моделі та методи стратегії гарантованої безпеки.	12	2	2		8
Тема 6. Моделі та методи структурно-функціонального аналізу.	14	2	2		10
<i>Модульний контроль</i>	2			2	
Разом за змістовим модулем 3	28	4	4	2	18
Модуль 3. Прогнозування					
Змістовий модуль 1. Класифікація і зведення до канонічного вигляду диференціальних рівнянь з частинними похідними другого порядку					
Тема 1. Методологічні засади соціально-економічного прогнозування. Оцінювання якості прогнозів	12	2	2		8
Тема 2. Часові ряди	12	2	2		8
<i>Модульний контроль</i>	2			2	
Разом за змістовим модулем 1	26	4	4	2	16
Змістовий модуль 2. Прості адаптивні моделі					
Тема 3. Прості методи прогнозування	24	2	6		16
<i>Модульний контроль</i>	2			2	
Разом за змістовим модулем 2	26	2	6	2	16
Змістовий модуль 3. Основні методи й моделі прогнозування					
Тема 4. Використання моделей й методів прогнозування	12	2	2		8
Тема 5. Методи експертних оцінок	14	2	2		10
<i>Модульний контроль</i>	2			2	
Разом за змістовим модулем 3	28	4	4	2	18
Екзамен	30				
Усього годин	270	32	40	18	150

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Математичні методи і моделі в теорії керування

Змістовий модуль 1.

Теоретичні основи математичного моделювання

Тема 1. Основні поняття і принципи математичного моделювання. Класифікація математичних моделей. Етапи математичного моделювання. Місце моделювання серед методів пізнання. Означення моделі. Властивості моделі. Мета моделювання. Пряма та обернена задачі математичного моделювання. Універсальність математичних моделей. Класифікаційні ознаки. Класифікація математичних моделей у залежності від: складності об'єкта моделювання; оператора моделі; параметрів моделі; мети моделювання; методів реалізації. Дослідження об'єкта моделювання. Концептуальна постановка задачі моделювання. Математична постановка задачі моделювання (побудова математичної моделі). Якісний аналіз та перевірка коректності математичної моделі. Вибір методу розв'язання і його обґрунтування. Перевірка адекватності моделі. Отримання результатів та їх інтерпретація. Аналіз результатів моделювання і їх практичне використання. Приклади побудови математичних моделей.

Тема 2. Приклади побудови математичних моделей. Приклади найпростіших лінійних моделей. Задачі лінійного програмування та методи їх розв'язання. Математичні моделі на основі звичайних диференціальних рівнянь. Динамічні моделі. Оптимізаційні моделі.

Змістовий модуль 2.

Математичні моделі оптимального керування

Тема 3. Постановка і класифікація задач оптимального керування. Методи розв'язання (огляд). Приклади. Рівняння еволюції системи. Критерій якості (мінімізація функціонала). Обмеження на траєкторію. Обмеження на керування. Необхідні умови оптимальності. Глобальна керованість об'єктів, які описуються лінійними диференціальними рівняннями на скінченному часовому проміжку. Приклади задач оптимального керування.

Тема 4. Задачі Больца, Майєра, Лагранжа. Принцип максимуму Понтрягіна. Існування оптимального керування: задачі Больца, Майєра, Лагранжа. Необхідні умови існування оптимального керування. Принцип максимуму Понтрягіна.

Змістовий модуль 3.

Дослідження стійкості систем керування

Тема 5. Дослідження на стійкість точок спокою динамічної системи. Стійкість за першим наближенням. Критерій Рауса – Гурвіца. Основні означення теорії стійкості для неперервних систем. Дослідження на стійкість точок спокою. Система першого наближення. Стійкість за першим наближенням, теорема Ляпунова. Критерій Рауса – Гурвіца.

Тема 6. Метод функцій Ляпунова. Функції Ляпунова. Перша та друга теореми Ляпунова. Теорема Четаєва. Приклади використання методу функцій Ляпунова.

Модуль 2. Математичні методи системного аналізу

Змістовий модуль 1.

Теоретичні і методичні засади системного аналізу

Тема 1. Вступ до системного аналізу. Історія виникнення, розвитку системних ідей і становлення системного підходу. Основні поняття загальної теорії систем та системного аналізу. Класифікація систем. Основні завдання та принципи теорії систем і системного аналізу. Властивості систем.

Тема 2. Основні етапи та методи системного аналізу. Основні етапи системного аналізу. Моделі описання систем. Математичне моделювання систем. Принципи та основні етапи побудови математичних моделей систем. Метод побудови дерева цілей. Евристичні методи генерування альтернатив,

SWOT, морфологічного аналізу, перехресного аналізу та ін.

Змістовий модуль 2.

Математичний апарат формалізованих задач системного аналізу

Тема 3. Методи розкриття невизначеності у задачах конфлікту стратегій, ситуаційної невизначеності, у задачах взаємодії двох суб'єктів. Розкриття невизначеності цілей на підставі принципу Парето. Метод лінійної згортки. Метод технічних обмежень. Розкриття невизначеності цілей зведенням вихідної задачі до системи рівнянь. Розкриття ситуаційної невизначеності. Принцип гарантованого результату. Метод розкриття невизначеності в задачах взаємодії і протидії партнерів.

Тема 4. Методи пошуку раціонального компромісу в задачах розкриття концептуальної невизначеності. Підхід до відновлення функціональних залежностей у задачах розкриття концептуальної невизначеності у адитивній та мультиплікативній формах за дискретною вибіркою. Формування функцій наближення у вигляді ієрархічної багаторівневої системи моделей.

Змістовий модуль 3.

Задачі і методи системного аналізу багатофакторних ризиків

Тема 5. Методологія забезпечення безпеки функціонування складних систем. Моделі та методи стратегії гарантованої безпеки. Розробка методології забезпечення безпеки складних технічних систем. Загальна задача системного аналізу багатофакторних ризиків. Декомпозиція загальної задачі аналізу багатофакторних ризиків у послідовність системно узгоджених задач. Моделі нештатної ситуації. Аксиома ситуацій ризику. Моделі та методи стратегії гарантованої безпеки.

Тема 6. Моделі та методи структурно-функціонального аналізу. Системна структурна та параметрична оптимізації складних об'єктів за заданими вимогами до об'єкта у цілому. Пошук раціональної структури на основі методу цілеспрямованого вибору раціональної ієрархічної структури об'єкта.

Модуль 3. Прогнозування

Змістовий модуль 1.

Теоретико-методичні засади прогнозування

Тема 1. Методологічні засади соціально-економічного прогнозування. Оцінювання якості прогнозів. Сутність і зміст соціально-економічного прогнозування. Види та призначення прогнозів. Принципи соціально-економічного прогнозування. Похибки прогнозу. Класифікація методів прогнозування.

Тема 2. Часові ряди. Сутність і зміст часових рядів. Перевірка ряду на аномальність. Метод Ірвіна. Стаціонарний часовий ряд.

Змістовий модуль 2.

Прості адаптивні моделі

Тема 3. Прості методи прогнозування. Особливості простих методів прогнозування. Прогнозування на основі показників динаміки. Прогнозування на основі кривих зростання. Адаптивні методи прогнозування. Різні методи прогнозування.

Змістовий модуль 3.

Основні методи й моделі прогнозування

Тема 4. Використання моделей й методів прогнозування. Методи вибору кривих зростання. Інтервали прогнозу. Перевірка адекватності моделі. Характеристики точності моделі.

Тема 5. Методи експертних оцінок. Індивідуальні та колективні експертні методи. Етапи проведення колективної експертної оцінки. Визначення складу та чисельності експертної групи. Статистична обробка експертних оцінок.

6. Контроль навчальних досягнень

6.1. Система оцінювання навчальних досягнень студентів з дисциплін

Модуль 1. Математичні методи і моделі в теорії керування

№ з/п	Вид діяльності студента	Макс. кількість балів за одиницю	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	
			Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид
1	Відвідування лекцій	1	2	2	1	2	2	2
2	Відвідування практичних занять	1	2	2	2	2	2	2
3	Робота на практичних заняттях (к-сть балів за модуль як середнє арифметичне всіх отриманих у межах відповідного модуля оцінок)	10	1	10*	1	10*	1	10*
4	Виконання модульної контрольної роботи	25	1	25	1	25	1	25
5	Виконання завдання для самостійної роботи	5	1	5	1	5	1	5
	Разом	132		44		44		44
	Максимальна кількість балів:	60 (іспит – 40 балів)						
	Розрахунок коефіцієнта	60/132 = 0,45						

Модуль 2. Математичні методи системного аналізу

№ з/п	Вид діяльності студента	Макс. кількість балів за одиницю	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	
			Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид
1	Відвідування лекцій	1	2	2	1	2	2	2
2	Відвідування практичних занять	1	2	2	2	2	2	2
3	Робота на практичних заняттях (к-сть балів за модуль як середнє арифметичне всіх отриманих у межах відповідного модуля оцінок)	10	1	10*	1	10*	1	10*
4	Виконання модульної контрольної роботи	25	1	25	1	25	1	25
5	Виконання завдання для самостійної роботи	5	1	5	1	5	1	5
	Разом	132		44		44		44
	Максимальна кількість балів:	60 (іспит – 40 балів)						
	Розрахунок коефіцієнта	60/132 = 0,45						

Модуль 3. Прогнозування

№ з/п	Вид діяльності студента	Макс. кількість балів за одиницю	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	
			Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид
1	Відвідування лекцій	1	2	2	1	1	2	2
2	Відвідування практичних занять	1	2	2	3	3	2	2
3	Робота на практичних заняттях (к-сть балів за модуль як середнє арифметичне всіх отриманих у межах відповідного модуля оцінок)	10	1	10*	1	10*	1	10*
4	Виконання модульної контрольної роботи	25	1	25	1	25	1	25
5	Виконання завдання для самостійної роботи	5	1	5	1	5	1	5
	Разом	132		44		44		44
	Максимальна кількість балів:	60 (іспит – 40 балів)						
	Розрахунок коефіцієнта	60/132 = 0,45						

* На практичному занятті оцінюється усна або / та письмова відповідь, ураховується також виконання домашнього завдання. За кожний змістовий модуль студент може отримати максимально 10 балів і це число балів є середнім арифметичним (округленим до цілого) балів, отриманих на тих практичних заняттях даного змістового модуля, де він був опитаний і оцінений. Якщо цей середній арифметичний показник менший, ніж 6 балів, студент має відповідні теми модуля опрацювати і в індивідуальному порядку здати викладачу; іншими видами робіт бали не компенсуються.

Критерії оцінювання за 10-бальною шкалою

Кількість балів	Значення оцінки (характеристика відповіді)
10	Відмінний рівень знань (умінь), відповідь повна, вичерпна й достатньо обґрунтована з, можливими, незначними недоліками
9	Достатньо високий рівень знань (умінь), відповідь без суттєвих (грубих) помилок, але не містить повних обґрунтувань
8	В цілому добрий рівень знань (умінь), відповідь (розв'язання) містить незначну кількість несуттєвих помилок
7	Посередній рівень знань (умінь), відповідь (розв'язання) містить багато недоліків та / або незначну кількість помилок
5–6	Мінімально допустимий рівень знань (умінь), що характеризується недостатньою обґрунтованістю, фрагментарністю; відповідь (розв'язання) неповна, містить недоліки та помилки
3–4	Незадовільний рівень знань (умінь), що виявляється у формальному запам'ятанні деяких понять і фактів, без належного їх розуміння, нездатності застосувати такі знання при розв'язанні задач.

1–2	Незадовільний рівень знань (умінь), що виявляється у неспроможності відтворити означення понять та формулювання теорем, невмінні розв'язувати задачі або відповідь взагалі відсутня.
-----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6.2 Самостійна робота з дисциплін

«Математичні методи і моделі в теорії керування»

№ з/п	Назва теми або завдання	Кількість годин
1.	Вивчення лекційного матеріалу та рекомендованої літератури (підготовка до практичних занять)	16
2.	Виконання практичних домашніх завдань	18
3.	Підготовка до модульних контрольних робіт	6
4.	Підготовка до екзамену	10
	Разом	50

«Математичні методи системного аналізу»

№ з/п	Назва теми або завдання	Кількість годин
1.	Вивчення лекційного матеріалу та рекомендованої літератури (підготовка до практичних занять)	16
2.	Виконання практичних домашніх завдань	18
3.	Підготовка до модульних контрольних робіт	6
4.	Підготовка до екзамену	10
	Разом	50

«Прогнозування»

№ з/п	Назва теми або завдання	Кількість годин
1.	Вивчення лекційного матеріалу та рекомендованої літератури (підготовка до практичних занять)	16
2.	Виконання практичних домашніх завдань	18
3.	Підготовка до модульних контрольних робіт	6
4.	Підготовка до екзамену	10
	Разом	50

Критерії оцінювання самостійної роботи (за 5-бальною шкалою)

- 5 балів – відмінний рівень виконання з можливими незначними недоліками;
- 4 бали – у цілому добрий рівень виконання з незначною кількістю несуттєвих помилок;
- 3 бали – посередній рівень виконання зі значною кількістю недоліків та / або незначною кількістю помилок;
- 2 бали – мінімально можливий допустимий рівень виконання;
- 0 балів – робота не зараховується і потребує повторного виконання або доопрацювання.

6.3. Форми проведення модульного контролю та критерії оцінювання: письмова модульна контрольна робота, яка за сумарною кількістю виконаних завдань оцінюється по 25-ти бальній шкалі.

Кількість балів	<u>Критерії оцінювання</u>
25-24	Задачі розв'язані правильно; обрано оптимальний метод її розв'язання; наведено повне і правильне розв'язання з належним обґрунтуванням всіх логічних кроків; розв'язок адекватно інтерпретовано в термінах реальної задачі; виклад грамотний.
23-21	Є повне і правильне розв'язання, наявність незначних логічних прогалин в обґрунтуваннях або незначних технічних помилок.
20-18	У цілому правильна ідея, хід розв'язання, наявність незначних логічних помилок або неповнота розв'язання, технічні помилки. Або розв'язано правильно біля 76 - 80% задач.
17-16	Частково правильне розв'язання (містить деякі правильно виконані кроки), наявні помилки або відступи деякі кроки розв'язання. Або розв'язано правильно 70 - 75% задач.
15-14	Є розуміння сутності задачі та методів її розв'язання, але наявні суттєві помилки в розв'язанні (відсутні або неправильні деякі кроки); відсутня інтерпретація розв'язку. Або розв'язано правильно лише 60-69% задач.
13-0	Не володіє навчальним матеріалом, не може застосувати його на практиці, не володіє навичками розв'язання типових практичних задач відповідної теми. Модульна контрольна робота не зараховується і потребує повторної задачі.

6.4. Форми проведення семестрового контролю та критерії оцінювання: екзамен проводиться в університетській аудиторії у тестовій формі із використанням персональних комп'ютерів, якщо ситуація дозволяє проведення освітнього процесу офлайн. Якщо ж освітній процес проходить дистанційно, то екзамен проводиться онлайн в режимі відеоконференції засобами Google Meet та з використанням системи ДО Moodle.

6.5. Шкала відповідності оцінок

Рейтингова оцінка	Оцінка за стобальною шкалою	Значення оцінки
A	90 – 100 балів	Відмінно – відмінний рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу з можливими незначними недоліками
B	82-89 балів	Дуже добре – достатньо високий рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу без суттєвих (грубих) помилок
C	75-81 балів	Добре – в цілому добрий рівень знань (умінь) з незначною кількістю помилок
D	69-74 балів	Задовільно – посередній рівень знань (умінь) із значною кількістю недоліків, достатній для подальшого навчання або професійної діяльності
E	60-68 балів	Достатньо – мінімально можливий допустимий рівень знань (умінь)
FX	35-59 балів	Незадовільно з можливістю повторного складання – незадовільний рівень знань, з можливістю повторного перескладання за умови належного самостійного доопрацювання
F	1-34 балів	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням курсу – досить низький рівень знань (умінь), що вимагає повторного вивчення дисципліни

7. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА КАРТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1. Математичні методи і моделі в теорії керування

Всього: 90 год., з них лекції – 12 год., практичні заняття – 12 год., модульний контроль – 6 год., самостійна робота – 50 год., семестровий контроль – 10 год.

Змістовий модуль	ЗМ 1		ЗМ 2		ЗМ 3	
Назва ЗМ	Теоретичні основи математичного моделювання		Математичні моделі оптимального керування		Дослідження стійкості систем керування	
Лекції (№)	1	2	3	4	5	6
Пр. зан. (№)	1	2	3	4	5	6
Теми лекцій	Основні поняття і принципи математичного моделювання. Класифікація математичних моделей. Етапи математичного моделювання	Приклади побудови математичних моделей (лінійні моделі, динамічні системи, оптимізаційні моделі)	Постановка і класифікація задач оптимального керування. Методи розв'язання (огляд). Приклади	Задачі Больца, Майєра, Лагранжа. Принцип максимуму Понтрягіна	Дослідження на стійкість точок спокою динамічної системи. Стійкість за першим наближенням. Критерій Рауса - Гурвіца	Метод функцій Ляпунова
Теми практичних занять	Основні поняття і принципи математичного моделювання. Класифікація математичних моделей. Етапи математичного моделювання	Приклади побудови математичних моделей (лінійні моделі, динамічні системи, оптимізаційні моделі)	Постановка і класифікація задач оптимального керування. Методи розв'язання	М. Задачі Больца, Майєра, Лагранжа. Принцип максимуму Понтрягіна	Дослідження на стійкість точок спокою динамічної системи. Стійкість за першим наближенням. Критерій Рауса - Гурвіца	Метод функцій Ляпунова
Роб. на пр. зан.	10		10		10	
Самостійна робота	5		5		5	
Модульн. контр.	25		25		25	
Відвідування лекцій	2		2		2	
Відвідування практичних занять	2		2		2	
Усього балів за змістовий модуль	44		44		44	
Усього балів модуль	132 (N ₁)					

Модуль 2. Математичні методи системного аналізу

Всього: 90 год., з них лекції – 12 год., практичні заняття – 12 год., модульний контроль – 6 год., самостійна робота – 50 год., семестровий контроль – 10 год.

Змістовий модуль	ЗМ 1		ЗМ 2		ЗМ 3	
Назва ЗМ	Теоретичні і методичні засади системного аналізу		Математичний апарат формалізованих задач системного аналізу		Задачі і методи системного аналізу багатofакторних ризиків	
Лекції (№)	1	2	3	4	5	6
Пр. зан. (№)	1	2	3	4	5	6
Теми лекцій	Вступ до системного аналізу	Основні етапи та методи системного аналізу	Методи розкриття невизначеності у задачах конфлікту стратегій, ситуаційної невизначеності, у задачах взаємодії двох суб'єктів	Методи пошуку раціонального компромісу в задачах розкриття концептуальної невизначеності	Методологія забезпечення безпеки функціонування складних систем. Моделі та методи стратегії гарантованої безпеки.	Моделі та методи структурно-функціонального аналізу
Теми практичних занять	Вступ до системного аналізу	Основні етапи та методи системного аналізу	Методи розкриття невизначеності у задачах конфлікту стратегій, ситуаційної невизначеності, у задачах взаємодії двох суб'єктів	Методи пошуку раціонального компромісу в задачах розкриття концептуальної невизначеності	Методологія забезпечення безпеки функціонування складних систем. Моделі та методи стратегії гарантованої безпеки.	Моделі та методи структурно-функціонального аналізу
Роб. на пр. зан.	10		10		10	
Самостійна робота	5		5		5	
Модульн. контр.	25		25		25	
Відвідування лекцій	2		2		2	
Відвідування практичних занять	2		2		2	
Усього балів за змістовий модуль	44		44		44	
Усього балів модуль	132 (N ₂)					

Модуль 3. Прогнозування

Всього: 90 год., з них лекції – 10 год., практичні заняття – 14 год., модульний контроль – 6 год., самостійна робота – 50 год., семестровий контроль – 10 год.

Змістовий модуль	ЗМ 1		ЗМ 2			ЗМ 3	
Назва ЗМ	Теоретико-методичні засади прогнозування		Прості адаптивні моделі			Основні методи й моделі прогнозування	
Лекції (№)	1	2	3			4	5
Пр. зан. (№)	1	2	3	4	5	6	7
Теми лекцій	Методологічні засади соціально-економічного прогнозування. Оцінювання якості прогнозів	Часові ряди	Прості методи прогнозування			Використання моделей й методів прогнозування	Методи експертних оцінок
Теми практичних занять	Методологічні засади соціально-економічного прогнозування. Оцінювання якості прогнозів	Перевірка часових рядів на аномальність і наявність тренду	Показники динаміки часового ряду	Прості методи прогнозування	Прогнозування за допомогою ковзних середніх	Використання моделей прогнозування, їхня оцінка	Метод експертних оцінок
Роб. на пр. зан.	10		10			10	
Самостійна робота	5		5			5	
Модульн. контр.	25		25			25	
Відвідування лекцій	2		1			2	
Відвідування практичних занять	2		3			2	
Усього балів за змістові модулі	44		44			44	
Усього балів за модуль	132 (N ₃)						

Усього балів за модулі: $N = N_1 + N_2 + N_3$

Середній бал за модулі: $N^* = N/3$

Середній бал за модулі з коефіцієнтом нормування: $N^{**} = 0,45N^*$

Усього балів за дисципліну «Математичне моделювання»: $N^{**} + 40$ балів (екзамен)

8. Рекомендована література

Основна (базова)

1. Жалдак М.І., Триус Ю.В.. Основи теорії і методів оптимізації : навчальний посібник. Черкаси, 2005. 608 с.
2. Катренко А. В. Системний аналіз : підручник. Львів : Новий світ-2000, 2013. 396 с.
3. Кулявець В. О. Прогнозування соціально-економічних процесів : навчальний посібник. Київ : Кондор, 2009. 193 с.
4. Математичне моделювання : навчальний посібник / В.Г. Маценко. Чернівці : Чернівецький національний університет, 2014. 519 с.
5. Моклячук М.П. Варіаційне числення. Екстремальні задачі. Київ, 2003. 380 с.
6. Панкратова Н.Д. Системний аналіз. Теорія та застосування. Наук. думка. Київ, 2018. 348 с.
7. Присбенко Г. В. Прогнозування соціально-економічних процесів: навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2005. 378 с.
8. Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестюк М.О. Диференціальні рівняння у задачах. Київ : Либідь, 2003. 504 с.
9. Системний аналіз та прийняття рішень в інформаційній безпеці : підручник / В. Л. Бурячок та ін. Київ : ДУТ, 2015. 344 с.
10. Evans L.C. An Introduction to Mathematical Optimal Control Theory. <http://math.berkeley.edu/~evans/control.course.pdf>.
11. Douglas C. Montgomery, Cheryl L. Jennings, Murat Kulahci. Introduction to Time Series Analysis and Forecasting. Second Edition. 2015. 671 p.
12. Pontryagin L.S., Boltyansky V.G., Gamkrelidze R.S., Mishchenko E.F. The Mathematical Theory of Optimal Processes, John Wiley, New York, 1962.
13. Peter J. Brockwell Richard A. Davis. Introduction to Time Series and Forecasting. Second Edition. Springer. 2002. 449 p.

Додаткова

1. Воронкова В.Г. Соціально-економічне прогнозування: навч. посіб. Київ : Професіонал, 2004. 288 с.
2. Галушак М. П. Прогнозування соціально-економічних процесів : навч. посібн. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 101 с.
3. Глівенко С.В., Соколов М.О., Завгородня О.М.. Економічне прогнозування: навч. посібник. Суми: Університетська книга, 2004. 207 с.
4. Грабовецький Б.Є. Економічне прогнозування та планування: навч. посіб. Київ : Центр навч. л-ри, 2003. 188 с.
5. Згуровський М. З. Основи системного аналізу. Київ : Видавнича група ВНУ, 2007. 544 с.
6. Чорней Н. Б. Теорія систем і системний аналіз. Київ : МАУП, 2005. 256 с.
7. P.S.R. Murthy. Power System Analysis. BS Publications. 2007. 336 p.
8. Xi-Fan Wang, Yonghua Song, Malcolm Irving. Modern Power Systems Analysis. Springer. 2008. 569 p.

Додаткові ресурси

- Forecasting in Excel Made SIMPLE (include seasonality & make predictions).
URL: https://www.youtube.com/watch?v=j22tLUQQDh4&ab_channel=LeilaGharani
- Forecasting in the past, present, and future: David Orrell at TEDxParkKultury.
URL: https://www.youtube.com/watch?v=W_ZcC-gK5d0&ab_channel=TEDxTalks
- How to Build a Forecasting Model in Excel. URL: https://www.youtube.com/watch?v=CDI0_Udyk70&ab_channel=CorporateFinanceInstitute
- Measurement Systems Analysis. URL: <https://www.coursera.org/learn/measurement-systems-analysis>
- Surveillance Systems: Analysis, Dissemination, and Special Systems. <https://www.coursera.org/learn/epidemiology-surveillance-systems-analysis>