

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ**

ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА

**Робоча програма
для студентів спеціальності
186 "Видавництво та поліграфія"
першого (бакалаврського) рівня**

**Харків
ХНЕУ ім. С. Кузнеця
2017**

УДК 51(07.034)

П75

Укладач К. О. Ковальова

Затверджено на засіданні кафедри вищої математики й економіко-математичних методів.

Протокол № 2 від 21.09.2016 р.

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Прикладна математика : робоча програма для студентів спеціальності 186 "Видавництво та поліграфія" першого (бакалаврського) рівня [Електронний ресурс] / уклад. К. О. Ковальова. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2017. – 88 с.

Подано тематичний план навчальної дисципліни та її зміст за змістовими модулями й темами. Уміщено плани лекцій і практичних занять, матеріали для закріплення знань (завдання для самостійної роботи, контрольні запитання), критерії оцінювання знань студентів та професійні компетентності, якими повинен володіти студент після вивчення дисципліни.

Рекомендовано для студентів спеціальності 186 "Видавництво та поліграфія" першого (бакалаврського) рівня.

УДК 51(07.034)

© Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, 2017

Вступ

У наше століття стрімкого розвитку високих технологій сучасна наука розвивається швидкими темпами, і сьогодні вже точно можна говорити про те, що вона проникла в усі сфери людської діяльності. Мовою науки, за влучним висловом Миколи Івановича Лобачевського, є математика. Її прийнято умовно розподілити на чисту та прикладну. Прикладна математика – це застосування математичних методів і алгоритмів у найрізноманітніших сферах життєдіяльності людини, у тому числі, економічних. Навчальна дисципліна "Прикладна математика" орієнтована на підготовку фахівців, які вільно володіють економіко-математичними методами, здатних вирішувати різні завдання оптимального проектування та розроблення систем управління в науково-технічній сфері, сфері економіки, бізнесу та інформаційних технологій.

Кожному майбутньому фахівцю-економісту та керівнику підприємства потрібна ґрунтовна математична підготовка, що формує аналітично-дослідницькі компетентності та дає можливість застосовувати математичний інструментарій до вирішення широкого кола проблем у сфері їхньої професійної діяльності. Тому програма навчальної дисципліни "Прикладна математика" спрямована на підготовку фахівців, здатних вирішувати практично будь-які завдання сучасної науки й техніки, спираючись на найсучасніші досягнення в галузі математики. Студенти здобувають знання в галузі математичного моделювання складних економічних процесів.

Навчальна дисципліна "Прикладна математика" є базовою навчальною дисципліною природничо-наукового циклу, яка є важливою складовою частиною структурно-логічної схеми, передбаченої освітньо-професійною програмою підготовки бакалавра за спеціальністю "Видавництво та поліграфія". Ця навчальна дисципліна ґрунтується на знанні дисципліни "Математичний аналіз та лінійна алгебра". Подальший розвиток ідеї курсу набувають у таких навчальних дисциплінах: "Системи перетворення та обробки інформації у видавничій справі", "Основи наукових досліджень" та інших, що формують комп'ютерну та поліграфічну компетентності фахівця.

1. Опис навчальної дисципліни

Назви показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів: денна форма – 4; заочна форма – 6	Галузі знань: 18 "Виробництво та технології"	Базова	
Кількість змістових модулів – 2	Спеціальність: 186 "Видавництво та поліграфія"	Рік підготовки	
		1-й	3-й
Загальна кількість годин: денна форма – 120; заочна форма – 216		Семестр	
		2-й	1-й
		Лекції	
		32 год	20 год
Тижневі години для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 4	Освітній ступінь: бакалавр	Практичні	
		16 год	16 год
		Самостійна робота	
		68 год	174 год
		Екзаменаційні консультації	
		2 год	2 год
		Вид контролю:	
		Іспит	Іспит
2 год	2 год		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

для денної форми навчання – 67 %;
для заочної форми навчання – 20 %.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання цієї навчальної дисципліни є вивчення класичних і сучасних чисельних методів оптимізації, ознайомлення з основами теорії графів та цифровим обробленням сигналів; підготовка студентів до вивчення спеціальних дисциплін, а також навчання аналізу й математичному моделюванню систем і процесів для вирішення широкого спектра завдань оптимізації. Крім цього, мета навчальної дисципліни – навчити студентів формулювати завдання дослідження математичною мовою.

Для досягнення мети поставлено такі основні **завдання**:

надання студентам знань з основних розділів чисельного аналізу, цифрового оброблення сигналів та методів оптимізації;

оволодіння навичками в застосуванні апарату математичного дослідження прикладних задач;

підвищення рівня фундаментальної математичної підготовки студентів із посиленням її прикладної спрямованості;

вироблення у студентів уміння самостійно вивчати літературу з різних розділів вищої математики та прикладних питань.

Об'єктом навчальної дисципліни є математичні моделі процесів і систем, що виникають в різних галузях економічних процесів та явищ.

Предметом навчальної дисципліни є прикладні математичні закономірності чисельного аналізу, цифрового оброблення сигналів та методів оптимізації.

Вивчення цієї навчальної дисципліни студент розпочинає на першому курсі, спираючись на знання з дисципліни "Математичний аналіз та лінійна алгебра", які він здобув у першому семестрі. Своєю чергою, знання із цієї навчальної дисципліни забезпечують успішне виконання тренінгів, міждисциплінарних комплексних курсових робіт, бакалаврських та магістерських дипломних робіт.

У процесі навчання студенти здобувають необхідні знання під час лекційних занять і виконання практичних завдань. Також велике значення у процесі вивчення та закріплення знань має самостійна робота студентів. Усі види занять розроблені, відповідно до кредитно-трансферної системи організації навчального процесу.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

принципи чисельного рішення лінійних та нелінійних рівнянь і систем рівнянь;

принципи чисельного інтегрування та диференціювання;

поняття про інтерполювання та наближення функцій;

сплайни інтерполювання та їхнє застосування до сучасних графічних програмних продуктів, таких як криві Безьє;

основні принципи афінної геометрії;

поняття про фрактали, основні типи та види фракталів;

основні поняття теорії графів, операції на графах, методи розв'язання оптимізаційних задач на графах;

формулювання задачі та основні оптимізаційні методи лінійного програмування, способи розв'язання транспортної задачі, основні поняття теорії ігор;

поняття про комплексну й дійсну форми тригонометричного ряду Фур'є, алгоритми дискретного та швидкого перетворення Фур'є;

основні поняття теорії цифрового оброблення сигналів: розмірність сигналів, класифікація сигналів, енергія сигналів;

математичні моделі сигналів, типи сигналів, спектральне зображення сигналів;

уміти:

розробляти обчислюванні алгоритми, оцінювати абсолютну та відносну похибки обчислювання;

відокремлювати корені алгебраїчних рівнянь та уточнювати їх за допомогою методів хорд, дотичних і методом ітерацій Ньютона;

будувати поліноми Ньютона та Лагранжа;

робити афінні перетворення на площині та у просторі;

давати характеристику графу, виконувати операції на графах;

розв'язувати оптимізаційні задачі на графах: знаходження екстремального дерева, найкоротшого шляху на графі;

будувати й аналізувати сітковий граф, знаходити максимальний потік і мінімальний розріз на транспортній сітці;

розв'язувати оптимізаційні задачі лінійного програмування графічним методом;

будувати опорний план транспортної задачі та перевіряти його на оптимальність;

розкласти функцію в ряд Фур'є, робити перетворення та швидке перетворення Фур'є;

виконувати операцію дискретизації та відновлення аналогового сигналу, а також виконувати операцію квантування;

володіти:

методикою обчислень і досліджень математичних та економічних задач за допомогою апарату вищої та прикладної математики для застосування набутих знань і навичок у розв'язанні багатьох практичних завдань поліграфії;

мати досвід:

використання математичної символіки для вираження кількісних і якісних відносин об'єктів дослідження в економіці;

застосування апарату прикладної математики для побудови математичних моделей економічних процесів;

виконання економічних розрахунків за допомогою інструментарію прикладної математики.

У процесі викладання навчальної дисципліни основну увагу приділяють оволодінню студентами професійними компетентностями, наведеними в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

**Професійні компетентності, яких набувають студенти
після вивчення навчальної дисципліни**

Коди компетентностей	Назви компетентностей	Складові частини компетентностей
1	2	3
ВМІ*1	Застосування інструментів теорії наближених обчислень і чисельних методів математичного аналізу до розв'язання економічних задач поліграфії	Уміти аналізувати результати обчислень не тільки з математичної, а і практичної точки зору. Обчислювати похибки методів та окремих величин. Уміти самостійно доводити й обґрунтовувати вибір того чи іншого методу розв'язання алгебраїчних і трансцендентних рівнянь. Відокремлювати корені рівнянь, розв'язувати алгебраїчні та трансцендентні рівняння

1	2	3
BMI 2	Ідентифікація типів економічних задач у поліграфії, для розв'язання яких доцільно застосовувати інтерпольовані та наближені функції	Уміти застосовувати апарат чисельного аналізу для розв'язання найпростіших задач поліграфічної індустрії. Будувати інтерполяційні поліноми у формі Ньютона та Лагранжа. Обчислювати похибки використаних методів
BMI 3	Застосування чисельного інтегрування та диференціювання до розв'язання економічних задач у поліграфічному видавництві	Знати формули наближеного диференціювання. Уміти застосовувати формули прямокутників, трапецій і Сімпсона до наближеного обчислення визначених інтегралів
BMI 4	Формування поняття про сплайн-інтерполяцію та застосування її до прикладних задач поліграфії	Уміти будувати криві Безьє. Використовувати інтерполяційні сплайни до розв'язання прикладних задач поліграфії
BMI 5	Застосування математичних моделей та використання методів лінійного програмування для розв'язання оптимізаційних задач поліграфії	Виконувати поставлення та формалізацію оптимізаційних задач. Визначати оптимальний план задачі лінійного програмування графічним та симплекс методами. Розв'язувати задачі транспортного типу та теорії ігор
BMI 6	Розуміння змісту економічних задач поліграфії, пов'язаних із теорією графів	Будувати економічне дерево та знаходити найкоротшій ланцюг на неорієнтованому графі. Використовувати алгоритм Форда – Фалкерсона для розв'язання задач на транспортних сітках
BMI 7	Застосування рядів Фур'є до розв'язання прикладних задач поліграфічної справи	Розкласти функцію в ряд Фур'є. Усвідомити можливості застосування інтегралу Фур'є до вирішення прикладних задач видавничо-поліграфічної справи

* Використання математичного інструментарію.

Структуру складових частин професійних компетентностей та їхнє формування, відповідно до Національної рамки кваліфікацій України, наведено в додатку А.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1

Основи чисельного аналізу та математичного програмування

Тема 1. Принципи формалізації технологічних задач. Теорія похибок. Обчислювальні алгоритми

Предмет дисципліни, його структура. Взаємозв'язок навчальної дисципліни "Прикладна математика" з іншими дисциплінами. Загальні принципи формалізації задач. Розроблення алгоритмів і програм формалізованих задач. Етапи проведення математичного експерименту. Умови виникнення та основні джерела похибок. Види похибок. Основні означення. Абсолютна та відносна похибки. Основні ознаки абсолютної та відносної похибок і способи їхнього обчислення. Обчислення похибок суми, різниці та додатка. Поняття обчислювального алгоритму.

Тема 2. Чисельне розв'язання рівнянь і систем

Розв'язання алгебраїчних і трансцендентних рівнянь. Чисельне розв'язання рівнянь та систем рівнянь. Поняття про інтервал ізоляції кореня. Відокремлення коренів. Метод половинного ділення. Постановлення задачі наближеного розв'язання рівнянь. Метод ітерацій. Методи хорд. Метод дотичних. Комбінований метод хорд і дотичних. Системи нелінійних рівнянь. Метод Ньютона, ітерацій та градієнта для систем нелінійних рівнянь.

Тема 3. Інтерпольовані та наближені функції

Поняття про апроксимацію функцій. Постановлення задачі. Основні види апроксимації. Теорема існування й одностійності узагальненого інтерполяційного полінома. Інтерполяційні формули Лагранжа та Ньютона. Лінійна та нелінійна інтерполяція. Приклади застосування.

Тема 4. Чисельне диференціювання й інтегрування функцій

Означення та геометричний смисл визначеного інтеграла. Поняття про наближені методи обчислення інтегралів і диференціалів функцій.

Формули прямокутників, трапецій і Сімпсона наближеного обчислення визначених інтегралів. Похибки наведених формул і доцільність їхнього використання в тому чи іншому випадку.

Тема 5. Сплайни інтерполяції. Криві Безьє

Загальні поняття про сплайни інтерполювання. Кубічні сплайни та доцільність їхнього використання у прикладних задачах. Криві Безьє. Математичні положення. Приклади їхнього застосування.

Тема 6. Афінні перетворення на площині та в просторі. Використання інтегрованих пакетів прикладних програм у задачах обчислювальної математики

Афінні перетворення фігур на площині, паралельне проектування, стаціонарні точки афінних перетворень. Афінний перетворення у просторі. Види проектування. 2D та 3D комп'ютерна графіка.

Тема 7. Предмет математичного програмування. Загальне поставлення задачі лінійного програмування (ЛП) та методи її розв'язання

Загальне поставлення оптимізаційної задачі, її структура: цільова функція, обмеження як спосіб опису множини планів, оптимальний план. Геометрична ілюстрація задач ЛП із двома змінними. Багатокутник планів, графічне зображення ліній рівня цільової функції. Градієнт функції, його властивості. Основний та особливі випадки під час розв'язання задач МП: опуклість області планів, необмеженість області планів і цільової функції, неєдиність оптимального розв'язку, відсутність розв'язків задачі.

Тема 8. Транспортна задача. Постановка, методи розв'язання та аналізу

Загальне поставлення транспортної задачі. Умова існування її розв'язку. Способи складання першого базисного плану. Правило переходу від одного базисного плану до іншого. Критерій оптимальності. Метод потенціалів. Задачі транспортного типу: задача оптимального розташування підприємств, транспортна задача з обмеженнями за пропускними можливостями, задача про призначення.

Тема 9. Елементи теорії ігор. Матричні ігри

Основні поняття та визначення теорії ігор. Матрична гра із сідловою точкою. Поняття чистих і змішаних стратегій. Ціна гри. Розв'язання матричної гри (2×2). Розв'язання ігор $2 \times n$ і $m \times 2$.

Змістовий модуль 2

Елементи теорії графів. Цифрова обробка сигналів

Тема 10. Фрактали. Основні типи фракталів і їхнє використання

Загальні поняття про фрактали. Самоподоба. Геометричні та алгебраїчні фрактали. Сніжинка Коха та ковдра Серпінського. Множини Мандельброта та Жюліа. Атрактор Лоренца. Основні типи фракталів. Стахостичні фрактали. Приклади їхнього застосування.

Тема 11. Неорієнтовані графи та оптимізаційні задачі на неорієнтованих графах

Неорієнтовані графи: основні означення, способи задавання: геометричний, теоретико-множинний, матричний. Поняття матриці суміжності та матриці інциденції на графах. Маршрути, ланцюги, цикли, дерева, ліс. Задача відшукування ланцюга мінімальної довжини. Задача побудови економічного дерева. Покривні дерева: основні означення, існування. Теорема Куратовського про кількість ребер покривного дерева. Хроматичне число.

Тема 12. Орієнтовані графи. Сіткові графіки

Орієнтовані графи: основні означення, способи задавання: геометричний, теоретико-множинний, матричне зображення. Зв'язність графів. Сіткові графіки: основні означення, правила побудови. Задача відшукування на сітковому графіку критичного часу та критичного шляху. Алгоритм відшукування критичного часу та критичного шляху на сітковому графіку.

Тема 13. Транспортні сітки. Алгоритм Форда – Фалкерсона

Транспортні сітки: основні означення. Умови обмеженості й балансу на транспортній сітці. Задача відшукування повного потоку на транспортній

сітці. Розрізи на транспортній сітці. Теорема про мінімальні розрізи та максимальні потоки. Задача про максимальний потік. Алгоритм Форда – Фалкерсона.

Тема 14. Ряди Фур'є. Комплексна та дійсна форма рядів Фур'є. Інтеграл і перетворення Фур'є

Гармонічні коливання. Тригонометричний ряд Фур'є. Коефіцієнти Фур'є. Ряд Фур'є для парних та непарних функцій. Ряд Фур'є для $2l$ -періодичних функцій. Ряд Фур'є для функцій, заданих на відрізку $[0; l]$ або на відрізку $[a; b]$. Комплексна форма ряду Фур'є. Ряд Фур'є за ортогональною системою функцій. Інтеграл Фур'є. Хвильові числа. Інтеграл Фур'є для парних і непарних функцій. Інтеграл Фур'є в комплексній формі. Дискретне перетворення Фур'є. Алгоритм швидкого перетворення Фур'є. Спектральна щільність. Приклади застосування швидкого перетворення Фур'є.

Тема 15. Вступ у теорію сигналів і систем

Основні поняття теорії сигналів та систем. Розмірність сигналів. Класифікація сигналів. Математичні моделі сигналів. Енергія сигналів. Фундамент аналізу систем. Лінійні стаціонарні системи. Фізична реалізованість.

Тема 16. Основні типи сигналів. Операція дискретизації. Спектральне зображення сигналів

Аналогові сигнали. Дискретні сигнали. Цифрові сигнали. Класи дискретних та аналогових систем. Перетворення типів сигналів. Операція дискретизації. Операція відновлення аналогового сигналу. Операція квантування. Спектральне зображення сигналів. Зображення дискретних сигналів та систем у частотній області. Дискретизація сигналів із неперервним часом.

Тема 17. Фільтри. Wavelet

Теорія та розрахунок цифрових фільтрів з імпульсними характеристиками скінченої довжини. Метод зваження. Метод частотної вибірки.

Теорія та апроксимація цифрових фільтрів із нескінченними імпульсними характеристиками. Розрахунок цифрових фільтрів за фільтрами неперервного часу.

4. Структура навчальної дисципліни

Із самого початку вивчення навчальної дисципліни кожен студент має бути ознайомлений як із робочою програмою навчальної дисципліни та формами організації навчання, так і зі структурою, змістом і обсягом кожного з її навчальних модулів, а також з усіма видами контролю та методикою оцінювання сформованих професійних компетентностей.

Тематичний план дисципліни складається із двох змістових модулів (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Структура залікового кредиту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				у тому числі				
		лекційні	практичні	проведення підсумкового контролю	самостійна робота: підготовка до занять	усього	лекційні	практичні	проведення підсумкового контролю	самостійна робота
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Змістовий модуль 1. Основи чисельного аналізу та математичного програмування										
<i>Тема 1.</i> Принципи формалізації технологічних задач. Теорія похибок. Обчислювальні алгоритми	5	1	–	–	4	12	1	1	–	10
<i>Тема 2.</i> Чисельне розв'язання рівнянь та систем	7	1	2	–	4	12	1	1	–	10

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 3. Інтерпольовані та наближенні функції	6	2	–	–	4	12	1	1	–	10
Тема 4. Чисельне диференціювання й інтегрування функцій	8	2	2	–	4	12	1	1	–	10
Тема 5. Сплайни інтерполяції. Криві Безьє	6	2	–	–	4	12	1	1	–	10
Тема 6. Афінні перетворення на площині та просторі. Використання інтегрованих пакетів прикладних програм у задачах обчислювальної математики	8	2	2	–	4	11	1	–	–	10
Тема 7. Предмет математичного програмування. Загальне поставлення задачі лінійного програмування (ЗЛП) та методи її розв'язання	6	2	–	–	4	12	1	1	–	10
Тема 8. Транспортна задача. Поставлення, методи розв'язання та аналізу	8	2	2	–	4	12	1	1	–	10
Тема 9. Елементи теорії ігор. Матричні ігри	6	2	–	–	4	15	2	1	–	12
Разом за змістовим модулем 1	60	16	8	–	36	110	10	8	–	92
Змістовий модуль 2. Елементи теорії графів. Цифрове оброблення сигналів										
Тема 10. Фрактали. Основні типи фракталів та їхнє використання	8	2	2	–	4	12	1	1	–	10
Тема 11. Неорієнтовані графи та оптимізаційні задачі на неорієнтованих графах	6	2	–	–	4	13	2	1	–	10
Тема 12. Орієнтовані графи. Сіткові графіки	8	2	2	–	4	13	2	1	–	10
Тема 13. Транспортні сітки. Алгоритм Форда – Фалкерсона	6	2	–	–	4	12	1	1	–	10
Тема 14. Ряди Фур'є. Комплексна та дійсна форма рядів Фур'є. Інтеграл та перетворення Фур'є	8	2	2	–	4	12	1	1	–	10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Тема 15. Вступ у теорію сигналів і систем</i>	6	2	–	–	4	12	1	1	–	10
<i>Тема 16. Основні типи сигналів. Операція дискретизації. Спектральне зображення сигналів</i>	8	2	2	–	4	12	1	1	–	10
<i>Тема 17. Фільтри. Wavelet</i>	6	2	–	–	4	14	1	1	–	12
Разом за змістовим модулем 2	56	16	8	–	32	100	10	8	–	82
<i>Підготовка до екзамену</i>	–	–	–	–	–	2	–	–	–	2
<i>Передекзаменаційні консультації</i>	2	–	–	2	–	2	–	–	2	–
<i>Екзамен</i>	2	–	–	2	–	2	–	–	2	–
Усього годин	120	32	16	4	68	216	20	16	4	174

5. Підготовка практичних занять

5.1. Теми практичних занять

Практичне заняття – це форма навчального заняття, за якої викладач організовує детальний розгляд окремих теоретичних положень навчальної дисципліни та формує вміння і навички в їхньому практичному застосуванні шляхом індивідуального виконання студентом сформульованих завдань. Проведенню таких завдань передують ґрунтовне вивчення студентами теоретичного матеріалу.

Практичне заняття містить проведення попереднього контролю знань, умінь і навичок, що були набуті студентами, поставлення загальної проблеми викладачем, а також її обговорення за участю студентів, вирішування завдань із їхнім обговоренням, виконання письмових контрольних завдань, їхню перевірку, оцінювання. Для проведення практичних занять застосовують методичний матеріал, який підготовлено заздалегідь, а саме: теоретичні питання для виявлення ступеня оволодіння необхідними теоретичними положеннями, набори практичних завдань різного рівня складності для виконання їх на занятті.

Перелік тем практичних занять за навчальною дисципліною та літературу з кожної теми надано в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Перелік тем практичних занять

Назви змістових модулів	Теми практичних занять (за модулями)	Кількість годин	Література
1	2	3	4
Змістовий модуль 1. Основи чисельного аналізу та математичного програмування	<p><i>Тема 1.</i> Принципи формалізації технологічних задач. Теорія похибок. Обчислювальні алгоритми</p> <p>1.1. Предмет курсу, його структура.</p> <p>1.2. Взаємозв'язок курсу "Прикладна математика" з іншими дисциплінами.</p> <p>1.3. Загальні принципи формалізації задач.</p> <p>1.4. Розроблення алгоритмів та програм формалізованих задач.</p> <p>1.5. Етапи проведення математичного експерименту.</p> <p>1.6. Основні джерела похибок.</p> <p>1.7. Види похибок. Основні означення.</p> <p>1.8. Абсолютна та відносна похибки. Основні ознаки абсолютної та відносної похибок.</p> <p>1.9. Поняття обчислювального алгоритму</p>	1	<p>Основна: [1 – 4]. Додаткова: [13; 16; 17]</p>
	<p><i>Тема 2.</i> Чисельне розв'язання рівнянь та систем</p> <p>2.1. Розв'язання алгебраїчних та трансцендентних рівнянь. Чисельне розв'язання рівнянь та систем. Поняття про інтервал ізоляції кореня.</p> <p>2.2. Відокремлення коренів. Метод половинного ділення.</p> <p>2.3. Постановлення задачі наближеного розв'язання рівнянь. Метод ітерацій. Методи хорд. Метод дотичних. Комбінований метод хорд і дотичних.</p> <p>2.4. Системи нелінійних рівнянь. Метод Ньютона, ітерацій та градієнта для систем нелінійних рівнянь</p>	1	<p>Основна: [1 – 4]. Додаткова: [13; 14; 16; 17]</p>

1	2	3	4
	<p><i>Тема 3. Інтерпольовані та наближені функції</i></p> <p>3.1. Поняття про апроксимацію функцій. Постановлення задачі.</p> <p>3.2. Основні види апроксимації. Теорема існування та одностійності узагальненого інтерполяційного полінома.</p> <p>3.3. Інтерполяційні формули Лагранжа та Ньютона.</p> <p>3.4. Лінійна та нелінійна інтерполяція. Приклади застосування</p>	1	<p>Основна: [5 – 7]. Додаткова: [11; 12]</p>
	<p><i>Тема 4. Чисельне диференціювання й інтегрування функцій</i></p> <p>4.1. Означення та геометричний смисл визначеного інтеграла.</p> <p>4.2. Поняття про наближені методи обчислення інтегралів та диференціалів функцій.</p> <p>4.3. Формули прямокутників, трапецій і Сімпсона наближеного обчислення визначених інтегралів.</p> <p>4.4. Похибки наведених формул і доцільність їхнього використання в тому чи іншому випадку</p>	1	<p>Основна: [8]. Додаткова: [10 – 12]</p>
	<p><i>Тема 5. Сплайни інтерполяції. Криві Безьє</i></p> <p>5.1. Загальні поняття про сплайни інтерполявання.</p> <p>5.2. Кубічні сплайни.</p> <p>5.3. Криві Безьє. Математичні положення.</p> <p>5.4. Приклади застосування кривих Безьє в задачах поліграфічного виробництва</p>	1	<p>Основна: [5 – 7]. Додаткова: [9; 15]</p>
	<p><i>Тема 6. Афінні перетворення на площині і просторі. Використання інтегрованих пакетів прикладних програм у задачах обчислювальної математики</i></p> <p>6.1. Афінні перетворення на площині.</p> <p>6.2. Однорідні координати та використання їх в афінних перетвореннях.</p> <p>6.3. Афінні перетворення у просторі</p>	1	<p>Основна: [5 – 8]. Додаткова: [10; 13; 17]</p>

1	2	3	4
	<p><i>Тема 7. Предмет математичного програмування. Загальне поставлення задачі лінійного програмування (ЛП) та методи її розв'язання</i></p> <p>7.1. Загальне поставлення оптимізаційної задачі, її структура: цільова функція, обмеження як спосіб опису множини планів, оптимальний план.</p> <p>7.2. Геометрична ілюстрація задач ЛП із двома змінними. Багатокутник планів, графічне зображення ліній рівня цільової функції. Градієнт функції, його властивості.</p> <p>7.3. Основний та особливі випадки під час розв'язання задач МП: опуклість області планів, необмеженість області планів і цільової функції, неєдиність оптимального розв'язку, відсутність розв'язків задачі</p>	1	<p>Основна: [7 – 9]. Додаткова: [10 – 12]</p>
	<p><i>Тема 8. Транспортна задача (ТЗ).</i> Поставлення, методи розв'язання та аналізу</p> <p>8.1. Загальне поставлення транспортної задачі. Умова існування її розв'язку.</p> <p>8.2. Способи складання першого базисного плану. Правило переходу від одного базисного плану до іншого.</p> <p>8.3. Критерій оптимальності.</p> <p>8.4. Задачі транспортного типу: задача оптимального розташування підприємств, ТЗ з обмеженнями за пропускнуою спроможністю, задача про призначення</p>	1	<p>Основна: [7 – 9]. Додаткова: [10 – 12]</p>
	<p><i>Тема 9. Елементи теорії ігор. Матричні ігри</i></p> <p>9.1. Основні поняття та визначення теорії ігор.</p> <p>9.2. Матрична гра із сідловою точкою.</p> <p>9.3. Змішані стратегії. Ціна гри.</p> <p>9.3. Вирішення матричної гри (2×2).</p> <p>9.4. Вирішення ігор 2×n і m×2</p>	1	<p>Основна: [7 – 9]. Додаткова: [10 – 12]</p>

1	2	3	4
<p>Змістовий модуль 2. Елементи теорії графів. Цифрове оброблення сигналів</p>	<p><i>Тема 10. Фрактали. Основні типи фракталів і їх використання</i></p> <p>10.1. Загальні поняття про фрактали. Самоподоба.</p> <p>10.2. Основні типи фракталів: геометричні фрактали; алгебраїчні фрактали; стахостичні фрактали.</p> <p>10.3. Приклади застосування фракталів</p>	1	<p>Основна: [1 – 4]. Додаткова: [16; 17]</p>
	<p><i>Тема 11. Неорієнтовані графи та оптимізаційні задачі на неорієнтованих графах</i></p> <p>11.1. Неорієнтовані графи: основні означення, способи задавання. Поняття матриці суміжності та матриці інциденції на графах.</p> <p>11.2. Задача відшукування ланцюга мінімальної довжини.</p> <p>11.3. Задача побудови економічного дерева.</p> <p>11.4. Покривні дерева: основні означення, існування. Теорема Куратовського про кількість ребер покривного дерева</p>	1	<p>Основна: [1 – 4]. Додаткова: [19]</p>
	<p><i>Тема 12. Орієнтовані графи. Сіткові графіки</i></p> <p>12.1. Орієнтовані графи: основні означення, способи завдання: геометричний, теоретико-множинний, матричне зображення.</p> <p>12.2. Зв'язність графів. Бінарні відношення на графах.</p> <p>12.3. Сіткові графіки: основні означення, правила побудови.</p> <p>12.4. Задача відшукування на сітковому графіки критичного часу та критичного шляху</p>	1	<p>Основна: [1 – 4]. Додаткова: [18]</p>
	<p><i>Тема 13. Транспортні сітки. Алгоритм Форда – Фалкерсона</i></p> <p>13.1. Транспортні сітки: основні означення. Умови обмеженості та балансу на транспортній сітці.</p> <p>13.2. Задача відшукування повного потоку на транспортній сітці.</p> <p>13.3. Розрізи на транспортній сітці. Теорема про мінімальні розрізи та максимальні потоки.</p> <p>13.4. Задача про максимальний потік. Алгоритм Форда – Фалкерсона</p>	1	<p>Основна: [5 – 8]. Додаткова: [10 – 12]</p>

1	2	3	4
	<p><i>Тема 14. Ряди Фур'є. Комплексна та дійсна форма рядів Фур'є. Інтеграл і перетворення Фур'є</i></p> <p>14.1. Гармонічні коливання. 14.2. Тригонометричний ряд Фур'є. Коефіцієнти Фур'є. 14.3 Ряд Фур'є для парних і непарних функцій. 14.4. Ряд Фур'є для $2l$-періодичних функцій. 14.5. Ряд Фур'є для функцій, заданих на відрізьку $[0; l]$ або на відрізьку $[a; b]$. 14.5. Комплексна форма ряду Фур'є. 14.6. Інтеграл Фур'є. 14.7. Інтеграл Фур'є для парних і непарних функцій. 14.8. Інтеграл Фур'є в комплексній формі. 14.9. Дискретне перетворення Фур'є</p>	1	<p>Основна: [1 – 4]. Додаткова: [10; 13; 17]</p>
	<p><i>Тема 15. Вступ у теорію сигналів та систем</i></p> <p>15.1. Основні поняття теорії сигналів та систем. 15.2. Розмірність сигналів. 15.3. Класифікація сигналів. Математичні моделі сигналів. 15.4. Енергія сигналів. 15.5. Лінійні стаціонарні системи</p>	1	<p>Основна: [5 – 8]. Додаткова: [10; 13; 17]</p>
	<p><i>Тема 16. Основні типи сигналів. Операція дискретизації. Спектральне зображення сигналів</i></p> <p>16.1. Аналогові сигнали. Дискретні сигнали. Цифрові сигнали. 16.2. Класи дискретних та аналогових систем. Перетворення типів сигналів 16.3. Операція дискретизації. Операція відновлення аналогового сигналу. Операція квантування. 16.4. Спектральне зображення сигналів. 16.5. Дискретизація сигналів із неперервним часом</p>	0,5	<p>Основна: [5 – 8]. Додаткова: [10; 13; 17]</p>
	<p><i>Тема 17. Фільтри. Wavelet</i></p> <p>17.1. Цифрові фільтри з імпульсними характеристиками скінченої довжини. Метод зваження. Метод частотної вибірки. 17.2. Теорія та апроксимація цифрових фільтрів із нескінченними імпульсними характеристиками</p>	0,5	<p>Основна: [5 – 8]. Додаткова: [10; 13; 16]</p>

5.2. Приклади типових завдань аудиторних письмових контрольних робіт за темами

Змістовний модуль 1 Основи чисельного аналізу та математичного програмування

Контрольна робота за темами 1 – 4

Варіант № 0

1. Знайти $X = \frac{n-m}{k}$ і похибки обчислень, якщо $n = 2,2167 (\pm 0,0001)$,
 $m = 4,174 (\pm 0,003)$ $k = 3,57 (\pm 0,02)$.

2. Розв'язати рівняння методом бісекції з точністю до 0,01:
 $x^3 - 2x - 5 = 0$.

3. Побудувати інтерполяційний поліном Лагранжа для функції:

x	1	2	3	5
y	1	5	14	81

4. Знайти наближене значення інтеграла заданої функції $\sqrt{1 + \cos^2 x}$
на відрізку $[0; 3]$ за формулами прямокутників.

Контрольна робота 2 за темами 7 – 9

Варіант № 0

1. Розв'язати ЗЛП графічним методом:

$$F = 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 6, \\ 4x_1 + 4x_2 \leq 7, \\ x_1 + x_2 \geq 2. \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

2. Розв'язати транспортну задачу, задану таблицею:

Запас одиниці продукції	Потреба в одиниці продукції			
100	8	2	0	1
80	3	4	2	3
120	1	4	1	2
	70	90	80	60

3. Розв'язати матричні ігри, задані платіжними матрицями:

$$1) P = \begin{pmatrix} 5 & 1 & 4 & 0 \\ -3 & 0 & 3 & -5 \end{pmatrix}; \quad 2) P = \begin{pmatrix} 5 & 1 & 4 & 0 \\ -3 & 0 & 3 & 5 \end{pmatrix}; \quad 3) P = \begin{pmatrix} 6 & 3 & 5 & 7 \\ 9 & 7 & 8 & 3 \end{pmatrix}^T.$$

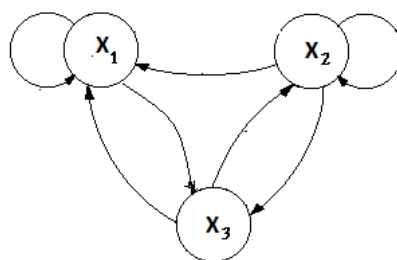
Змістовий модуль 2

Елементи теорії графів. Цифрове оброблення сигналів

Контрольна робота 3 за темами 11 – 14

Варіант № 0

1. Скласти матриці інцидентності та суміжності для графа:



2. Знайти найкоротший ланцюг і побудувати економічне дерево на графі, якщо $d(1,2)=3$, $d(1,3)=6$, $d(2,3)=5$, $d(2,4)=4$, $d(3,4)=4$, $d(3,5)=1$, $d(4,7)=3$, $d(3,6)=5$, $d(5,6)=2$, $d(5,7)=4$, $d(7,8)=7$ – це довжина ребер.

3. Періодичний із періодом $2l = 10$ імпульс $f(x)$ заданий на півперіоді $(0; 5)$ формулою $f_0(x) = \begin{cases} 3, x \in (1,4) \\ 0, x \notin (1,4) \end{cases}$. Розкласти $f(x)$ у ряд Фур'є як непарну

функцію. Записати тригонометричні многочлени $S_1(x), S_2(x)$, що наближують $f(x)$.

6. Самостійна робота

6.1. Форми самостійної роботи

Самостійна робота студента (СРС) – це форма організації навчального процесу, за якої заплановані завдання студент виконує самостійно під методичним керівництвом викладача.

Мета СРС – засвоєння в повному обсязі навчальної програми та формування у студентів загальних і професійних компетентностей, які відіграють суттєву роль у становленні майбутнього фахівця вищого рівня кваліфікації.

Навчальний час, що відведено для самостійної роботи студентів денної форми навчання, визначено навчальним планом, він становить 57 % (68 годин) від загального обсягу навчального часу на вивчення дисципліни. Для студентів заочної форми навчання цей час становить 80 % (174 години) від загального обсягу навчального часу на вивчення дисципліни.

У ході самостійної роботи студент має стати активним учасником навчального процесу, навчитися свідомо ставитися до оволодіння теоретичними та практичними знаннями, вільно орієнтуватися в інформаційному просторі, брати на себе індивідуальну відповідальність за якість власної професійної підготовки.

СРС містить: опрацювання лекційного матеріалу (лекція як форма навчання забезпечує передавання теоретичних знань, а також їхнє застосування для виконання практичних розрахунків); опрацювання та вивчення рекомендованої літератури, основних термінів і понять за темами навчальної дисципліни; підготовку до практичних занять; поглиблене опрацювання окремих лекційних тем або питань; виконання домашніх практичних завдань; підбір та огляд літературних джерел на задану проблематику дисципліни; аналітичний розгляд наукової публікації; контрольну перевірку студентами особистих знань за запитаннями для самодіагностики; виконання самостійної контрольної роботи; вирішення розрахункових компетентнісно-орієнтованих завдань за змістовими модулями;

виконання самостійної творчої роботи; підготовку до контрольних робіт та інших форм поточного контролю; підготовку до модульного контролю (колоквіуму); систематизацію вивченого матеріалу із метою підготовки до семестрових іспитів за кожним модулем навчальної дисципліни.

Необхідним елементом успішного засвоєння матеріалу навчальної дисципліни є самостійна робота студентів зі спеціальною літературою як математичного, так і економічного спрямування. Основні види завдань самостійної роботи та контролю за нею для засвоєння теоретичних знань за темами навчальної дисципліни наведено в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

**Завдання для самостійної роботи студентів
та форми контролю за нею**

Назви тем	Зміст самостійної роботи студентів	Кількість годин	Література
1	2	3	4
Змістовий модуль 1. Основи чисельного аналізу та математичного програмування			
<i>Тема 1.</i> Принципи формалізації технологічних задач. Теорія похибок. Обчислювальні алгоритми	Вивчення лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття. Самостійне опанування питань: 1) наближені числа; 2) обчислення похибок суми, різниці та додатка; 3) поняття обчислювального алгоритму. Виконання домашніх завдань і самостійної роботи	3	Основна: [1; 4]. Додаткова: [13; 14; 18]
<i>Тема 2.</i> Чисельне розв'язання рівнянь та систем	Вивчення лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття. Самостійне опанування питань: 1) інтервал ізоляції кореня, відокремлення коренів; 2) обчислення коренів рівнянь за допомогою методів половинного ділення, хорд і дотичних, методу ітерацій та Ньютона. Виконання домашніх завдань і самостійної роботи	4	Основна: [1]. Додаткова: [13; 14; 18]

1	2	3	4
<p><i>Тема 3.</i> Інтерпольовані та наближенні функції</p>	<p>Вивчення лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття. Самостійне опанування питань:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) апроксимація функцій, основні види апроксимації; 2) інтерполяція функцій, інтерполяційні формули Лагранжа та Ньютона; 3) застосування теореми існування та одностійності узагальненого інтерполяційного полінома, здійснювання інтерполяції в таблиці; 4) будовання формул Лагранжа та Ньютона для нерівновіддалених і рівновіддалених вузлів. <p>Виконання домашніх завдань і самостійної роботи</p>	3	<p>Основна: [1] Додаткова: [13; 14; 18]</p>
<p><i>Тема 4.</i> Чисельне диференціювання й інтегрування функцій</p>	<p>Вивчення лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття. Самостійне опанування питань:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) обчислювання визначених інтегралів за допомогою формул прямокутників, трапецій, Сімпсона; 2) розв'язання звичайних диференціальних рівнянь та систем; 3) інтегрування диференціальних рівнянь за допомогою рядів. <p>Виконання домашніх завдань і самостійної роботи</p>	3	<p>Основна: [1] Додаткова: [13; 14; 18]</p>
<p><i>Тема 5.</i> Сплайни інтерполяції. Криві Безьє</p>	<p>Вивчення лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття. Самостійне опанування питань:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) криві Безьє: математичні положення, приклади їхнього застосування; 2) будувати та використовувати кубічну сплайнінтерполяцію для апроксимації функцій. <p>Виконання домашніх завдань і самостійної роботи</p>	3	<p>Основна: [6] Додаткова: [3; 4; 8]</p>

1	2	3	4
<p><i>Тема 6.</i> Афінні перетворення на площині та просторі. Використання інтегрованих пакетів прикладних програм у задачах обчислювальної математики</p>	<p>Вивчення лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття. Самостійне опанування питань:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) однорідні координати та використання їх в афінних перетвореннях; 2) афінні перетворення у просторі; 3) будувати зображення за допомогою афінних перетворень. <p>Виконання домашніх завдань і самостійної роботи</p>	3	<p>Основна: [3; 6] Додаткова: [16]</p>
<p><i>Тема 7.</i> Предмет математичного програмування. Загальне поставлення задачі лінійного програмування та методи її розв'язання</p>	<p>Вивчення лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття. Самостійне опанування питань:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) обмеження як спосіб опису множини планів; 2) геометричний метод розв'язання задач лінійного програмування з двома змінними. <p>Виконання домашніх завдань і самостійної роботи</p>	3	<p>Основна: [4; 10] Додаткова: [12; 15]</p>
<p><i>Тема 8.</i> Транспортна задача. Поставлення, методи розв'язання та аналізу</p>	<p>Вивчення лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття. Самостійне опанування питань:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) загальне поставлення транспортної задачі (ТЗ); 2) умови існування розв'язку ТЗ; 3) способи складання першого базисного плану, правило переходу від одного базисного плану до іншого; 4) розв'язання ТЗ за допомогою метода потенціалів. <p>Виконання домашніх завдань і самостійної роботи</p>	4	<p>Основна: [3; 9] Додаткова: [12; 15]</p>

1	2	3	4
<p><i>Тема 9.</i> Елементи теорії ігор. Матричні ігри</p>	<p>Вивчення лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття. Самостійне опанування питань:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) основні положення теорії ігор: поняття сідлової точки, чистих та змішаних стратегій; 2) визначити ціну матричної гри (нижню і верхню границі); 3) перевірити наявність сідлової точки, знайти рішення змішаної стратегії, знайти мінімаксу стратегію гравців; 4) розв'язати матричну гру методами: мінімакс, симплекс-метод, графічний (геометричний) метод <p>Виконання домашніх завдань і самостійної роботи</p>	4	<p>Основна: [4; 9] Додаткова: [12; 15]</p>
Усього за змістовим модулем 1		30	
Змістовий модуль 2. Елементи теорії графів. Цифрове оброблення сигналів			
<p><i>Тема 10.</i> Фрактали. Основні типи фракталів та їхнє використання</p>	<p>Вивчення лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття. Самостійне опанування питань:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) означення фракталів, самоподобування, основні типи: геометричні, алгебраїчні та стохастичні фрактали; 2) вигляд сніжинки Коха та ковдри Серпінського, множини Мандельброта і Жюліа; 3) приклади застосування фракталів у поліграфічній справі. <p>Виконання домашніх завдань і самостійної роботи</p>	3	<p>Основна: [9] Додаткова: [16]</p>
<p><i>Тема 11.</i> Неорієнтовані графи та оптимізаційні задачі на неорієнтованих графах</p>	<p>Вивчення лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття. Самостійне опанування питань:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) означення та способи задавання неорієнтованих графів, означення матриці суміжності та матриці інциденції на графах; 2) маршрути, ланцюги, цикли, дерева, ліс, покривні дерева; 3) задача відшукування ланцюга мінімальної довжини; 4) задача побудови економічного дерева. <p>Виконання домашніх завдань і самостійної роботи</p>	3	<p>Основна: [5; 7; 8] Додаткова: [13]</p>

1	2	3	4
<p><i>Тема 12.</i> Орієнтовані графи. Сіткові графи (СГ)</p>	<p>Вивчення лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття. Самостійне опанування питань:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) основні означення орієнтованих графів; 2) способи завдання графів; 3) зв'язність графів; 4) сітковий граф: основні означення, правила побудови; 5) задача відшукування на сітковому графіку критичного часу і критичного шляху. <p>Виконання домашніх завдань і самостійної роботи</p>	4	<p>Основна: [5; 7; 8] Додаткова: [13]</p>
<p><i>Тема 13.</i> Транспортні сітки. Алгоритм Форда – Фалкерсона</p>	<p>Вивчення лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття. Самостійне опанування питань:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) транспортні сітки: основні означення; 2) умови обмеженості та балансу на транспортній сітці; 3) розрізи на транспортній сітці; 4) теорема про мінімальні розрізи та максимальні потоки; 5) алгоритм Форда – Фалкерсона; 6) задача відшукування повного потоку на транспортній сітці. <p>Виконання домашніх завдань і самостійної роботи</p>	4	<p>Основна: [7] Додаткова: [11]</p>
<p><i>Тема 14.</i> Ряди Фур'є. Комплексна та дійсна форма рядів Фур'є. Інтеграл та перетворення Фур'є</p>	<p>Вивчення лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття. Самостійне опанування питань:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) тригонометричний ряд Фур'є, коефіцієнти Фур'є; 2) комплексна форма ряду Фур'є; 3) ряд Фур'є за ортогональною системою функцій; 4) дискретне перетворення Фур'є, спектральна щільність; 5) вміти розкласти функцію в ряд Фур'є (для парних та непарних функцій, для $2l$-періодичних функцій, для функцій, які задані на відрізку $[0; l]$ або на відрізку $[a; b]$). <p>Виконання домашніх завдань і самостійної роботи</p>	4	<p>Основна: [7] Додаткова: [11]</p>

Закінчення табл. 6.1

1	2	3	4
Тема 15. Вступ в теорію сигналів та систем	Вивчення лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття. Самостійне опанування питань: 1) вивчити основні поняття теорії сигналів і систем; 2) розмірність сигналів, класифікація сигналів; 3) математичні моделі сигналів, енергія сигналів; 4) уміти класифікувати сигнали; 5) розраховувати власний вектор перетворення; 6) розкласти сигнал. Виконання домашніх завдань і самостійної роботи	4	Основна: [9] Додаткова: [12; 13]
Тема 16. Основні типи сигналів. Операція дискретизації. Спектральне зображення сигналів	Вивчення лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття. Самостійне опанування питань: 1) поняття про аналогові, дискретні та цифрові сигнали; 2) класи дискретних і аналогових систем; 3) перетворення типів сигналів: операція дискретизації, операція відновлення аналогового сигналу, операція квантування; 4) спектральне зображення сигналів. Виконання домашніх завдань і самостійної роботи	4	Основна: [9] Додаткова: [12; 13]
Тема 17. Фільтри. Wavelet	Вивчення лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття. Самостійне опанування питань: 1) основні положення теорії цифрових фільтрів з імпульсними характеристиками скінченної довжини; 2) функції спектрального аналізу; 3) Wavelet; 4) розрахунок цифрових фільтрів за фільтрами неперервного часу. Виконання домашніх завдань і самостійної роботи	4	Основна: [9] Додаткова: [12; 13].
Усього за змістовим модулем 2		30	
Підготовка до екзамену		8	
Усього за модулями		68	

Змістовий модуль, тема, у межах яких виконують завдання, і терміни виконання, здавання та перевірки завдань для самостійної роботи наведено в табл. 6.2.

Таблиця 6.2

План-графік виконання самостійної роботи

Теми змістових модулів	Види завдань	Тривалість виконання (години)	Порядковий номер навчального тижня, відведеного для		
			виконання	звіту	оцінювання*
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Основи чисельного аналізу та математичного програмування					
<i>Тема 1.</i> Принципи формалізації технологічних задач. Теорія похибок. Обчислювальні алгоритми	Підготувати відповіді на контрольні запитання для самодіагностики за темою. Виконати домашнє практичне завдання. Виконати завдання самостійної контрольної роботи за темою	6	1	3	3
<i>Тема 2.</i> Чисельне розв'язання рівнянь і систем	Підготувати відповіді на контрольні запитання для самодіагностики за темою. Виконати домашнє практичне завдання. Виконати завдання самостійної контрольної роботи за темою	6	2	3	3
<i>Тема 3.</i> Інтерпольовані та наближені функції	Підготувати відповіді на контрольні запитання для самодіагностики за темою. Виконати домашнє практичне завдання. Виконати завдання самостійної контрольної роботи за темою	6	3	5	5
<i>Тема 4.</i> Чисельне диференціювання й інтегрування функцій	Підготувати відповіді на контрольні запитання для самодіагностики за темою. Підготуватися до письмової контрольної роботи за темами 1 – 4. Виконати домашнє практичне завдання. Виконати завдання самостійної контрольної роботи за темою	6	4	5	5

Продовження табл. 6.2

1	2	3	4	5	6
<i>Тема 5.</i> Сплайни інтерполяції. Криві Безьє	Підготувати відповіді на контрольні запитання для самодіагностики за темою. Виконати домашнє практичне завдання. Виконати завдання самостійної контрольної роботи за темою	6	6	7	7
<i>Тема 6.</i> Афінні перетворення на площині та просторі. Використання інтегрованих пакетів прикладних програм у задачах обчислювальної математики	Підготувати відповіді на контрольні запитання для самодіагностики за темою. Виконати домашнє практичне завдання. Виконати завдання самостійної контрольної роботи за темою. Підготуватися до письмової контрольної роботи за темами 4 – 6. Підготуватися до колоквиуму за темами 1– 6	6	7	8	8
<i>Тема 6.</i> Афінні перетворення на площині та просторі. Використання інтегрованих пакетів прикладних програм у задачах обчислювальної математики	Підготувати відповіді на контрольні запитання для самодіагностики за темою. Виконати домашнє практичне завдання. Виконати завдання самостійної контрольної роботи за темою. Підготуватися до письмової контрольної роботи за темами 4 – 6. Підготуватися до колоквиуму за темами 1 – 6	6	8	9	9
<i>Тема 7.</i> Предмет математичного програмування. Загальне поставлення задачі лінійного програмування та методи її розв'язання	Підготувати відповіді на контрольні запитання для самодіагностики за темою. Виконати домашнє практичне завдання, завдання самостійної контрольної роботи за темою	6	9	10	11
<i>Тема 8.</i> Транспортна задача. Поставлення, методи розв'язання та аналізу	Підготувати відповіді на контрольні запитання для самодіагностики за темою. Виконати домашнє практичне завдання. Виконати завдання самостійної контрольної роботи за темою	6	10	11	13
<i>Тема 9.</i> Елементи теорії ігор. Матричні ігри	Підготувати відповіді на запитання для самодіагностики за темою. Виконати домашнє практичне завдання. Виконати завдання самостійної контрольної роботи за темою	6	12	13	15

Змістовий модуль 2. Елементи теорії графів. Цифрова обробка сигналів					
<i>Тема 10. Фрактали. Основні типи фракталів та їхнє використання</i>	Підготувати відповіді на контрольні запитання для самодіагностики за темою. Підготуватися до письмової контрольної роботи за темами 8 – 10. Виконати домашнє практичне завдання. Виконати завдання самостійної контрольної роботи за темою. Підготувати презентацію самостійної творчої роботи. Підготуватися до колоквиуму за темами 8 – 10	6	14	15	16
<i>Екзамен</i>		8	17	18	19
Загальна тривалість самостійної роботи		68	–	–	–

* Після закінчення цього терміну студент отримує відповідну оцінку або йому визначається час на доопрацювання завдання.

6.2. Приклади практичних домашніх завдань для самостійної роботи

Змістовий модуль 1

Основи чисельного аналізу та математичного програмування

Тема 1. Принципи формалізації технологічних задач. Теорія погрешностей. Обчислювальні алгоритми

1. Визначити, яка рівність більш точна: $\sqrt{18} \approx 4,24$; $\frac{17}{11} \approx 1,545$.

2. Округлити сумнівні цифри числа, залишивши вірні знаки:

а) у вузькому сенсі;

б) у широкому сенсі.

а) $22,553(\pm 0,016)$; б) $2,8546, \delta = 0,3\%$.

3. Знайти граничні абсолютні і відносні похибки чисел, якщо вони мають тільки вірні цифри:

- 1) у вузькому сенсі;
- 2) в широкому сенсі:

а) 0,2387; б) 41,72.

Тема 2. Чисельне розв'язання рівнянь і систем

1. Розв'язати рівняння методом Ньютона з точністю $\varepsilon = 0,001$:

$$x + \lg x = 0,5.$$

2. Розв'язати рівняння методом простої ітерації з точністю $\varepsilon = 0,01$:

$$3x - e^x = 0.$$

3. Розв'язати рівняння методом бісекції з точністю $\varepsilon = 0,001$:

$$x^3 + 3x^2 - 3 = 0.$$

Тема 3. Інтерпольовані та наближенні функції

Використовуючи інтерполяційну формулу Ньютона, обчислити значення y за даних значеннях аргументу x : $x_1 = 1,4161$; $x_2 = 1,4625$; $x_3 = 1,4135$; $x_4 = 1,470$:

x	y
1,415	0,888 551
1,420	0,889 599
1,425	0,890 637
1,430	0,891 667
1,435	0,892 687
1,440	0,893 698
1,445	0,894 700
1,450	0,895 693
1,455	0,896 677
1,460	0,897 653

Тема 4. Чисельне диференціювання й інтегрування функцій

1. Обчислити визначені інтеграли за допомогою формул прямокутників:

$$\text{а) } \int_1^8 (1 - 7\sqrt[3]{x}) dx; \text{ б) } \int_{-1}^0 \left(2x - \frac{1}{9-x^2} \right) dx.$$

2. Обчислити визначені інтеграли за допомогою формул трапецій:

$$\text{а) } \int_0^4 \frac{dx}{\sqrt{x+1}}; \text{ б) } \int_0^{\pi/2} \frac{\sin x dx}{\cos^2 x - 9}.$$

3. Обчислити визначені інтеграли за допомогою формул Сімпсона:

$$\text{а) } \int_1^3 \log_3 x dx; \text{ б) } \int_{-1}^0 (1-x) \sin \pi x dx.$$

Тема 5. Сплайни інтерполяції. Криві Бєзє

За заданою таблицею значень (тема 3) скласти лінійний, параболічний і кубічний сплайни ($f'(x)$ і $f''(x)$ обчислити, використовуючи перевірну функцію). В одній системі координат побудувати графік функції та графіки всіх сплайнів. Зробити аналіз поданих методів.

Тема 6. Афінні перетворення на площині та просторі. Використання інтегрованих пакетів прикладних програм у задачах обчислювальної математики

1. Використовуючи афінні перетворення довести, що медіани довільного трикутника перетинаються в одній точці та діляться у відношенні 2:1, рахуючи від вершини.

2. Використовуючи афінні перетворення довести, що в будь-якій трапеції середини основ, точка перетину діагоналей і точка перетину продовжень бічних сторін лежать на одній прямій.

3. Використовуючи афінні перетворення розв'язати таку задачу. Через точку O , що лежить у трикутнику ABC , проведені три прямі, паралельні всім сторонам трикутника. У результаті трикутник розділено на 3 трикутники і 3 паралелограми. Відомо, що площі отриманих трикутників дорівнюють, відповідно, 1, 2,25 і 4. Знайдіть суму площ отриманих паралелограмів.

4. Використовуючи афінні перетворення довести, що діагональ паралелепіпеда проходить через точки перетину медіан трикутників і ділиться цими точками на три однакових відрізка.

5. Використовуючи афінні перетворення розв'язати таку задачу. Площина перетинає трикутну піраміду так, що медіани бічних граней розділені точками перетину у відношенні 2:1, 3:1 і 4:1, рахуючи від вершини піраміди. В якому відношенні, рахуючи від вершини піраміди, розбиті бічні ребра?

6. Використовуючи афінні перетворення, довести таке твердження. Нехай задано два трикутники в одній площині. Прямі, що проходять через відповідні вершини цих трикутників перетинаються в одній точці S . Якщо прямі, що містять відповідні сторони цих трикутників попарно перетинаються, то точки перетину лежать на одній прямій.

7. Використовуючи афінні перетворення, розв'язати таку задачу. Дано три промені l_1, l_2, l_3 у площині та три точки A, B, C . Побудувати трикутник із вершинами на цих променях, сторони якого проходять через точки A, B, C , відповідно.

Тема 7. Предмет математичного програмування. Загальне поставлення задачі лінійного програмування та методи її розв'язання

1. Розв'язати ЗЛП графічним методом:

$$Z = 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \leq 12; \\ x_1 + x_2 \geq 1; \\ x_1 \leq 2; \\ x_2 \leq 3; \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

2. Розв'язати ЗЛП графічним методом:

$$Z = -2x_1 - x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 \geq 6; \\ x_1 + x_2 \geq 3; \\ x_2 \leq 4; \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

3. Розв'язати ЗЛП, використовуючи теореми двоїстості:

$$Z = -x_1 + 3x_2 - 2x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \geq 6; \\ x_1 - 3x_2 + 2x_3 \leq 1; \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0.$$

Тема 8. Транспортна задача. Постановка, методи розв'язання та аналізу

1. На трьох складах є $a_1 = 30; a_2 = 150; a_3 = 70$ од. товару, відповідно. Товар має бути перевезений у три магазини в кількості $b_1 = 120; b_2 = 95; b_3 = 35$. Тарифи перевезень задані матрицею:

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 3 \\ 3 & 6 & 2 \\ 4 & 2 & 5 \end{pmatrix}.$$

Знайти оптимальний план перевезень.

2. На трьох складах є $a_1 = 100; a_2 = 200; a_3 = 130$ од. товару, відповідно. Товар має бути перевезений у три магазини в кількості $b_1 = 190; b_2 = 180; b_3 = 60$. Тарифи перевезень задані матрицею:

$$C = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 2 \\ 5 & 3 & 4 \\ 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

Знайти оптимальний план перевезень.

3. На трьох складах є $a_1 = 60; a_2 = 85; a_3 = 135$ од. товару, відповідно. Товар має бути перевезений у три магазини в кількості $b_1 = 140; b_2 = 70; b_3 = 70$. Тарифи перевезень задані матрицею:

$$C = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 3 \\ 1 & 2 & 1 \\ 4 & 1 & 2 \end{pmatrix}.$$

Знайти оптимальний план перевезень.

Тема 9. Елементи теорії ігор. Матричні ігри

Розв'язати матричну гру, задану платіжною матрицею:

$$\text{а) } \begin{pmatrix} 7 & 1 & 4 \\ 3 & 3 & 2 \\ 5 & 0 & 1 \end{pmatrix}; \text{ б) } \begin{pmatrix} 5 & 1 & 6 \\ 2 & 1 & 4 \\ 2 & 3 & 3 \end{pmatrix};$$

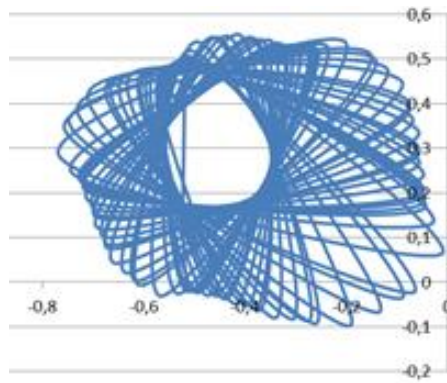
$$\text{в) } \begin{pmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 1 & 5 & 7 \\ 3 & 2 & 5 \end{pmatrix}; \text{ г) } \begin{pmatrix} 4 & 2 & 5 \\ 3 & 6 & 7 \\ 2 & 1 & 4 \end{pmatrix}.$$

Змістовий модуль 2

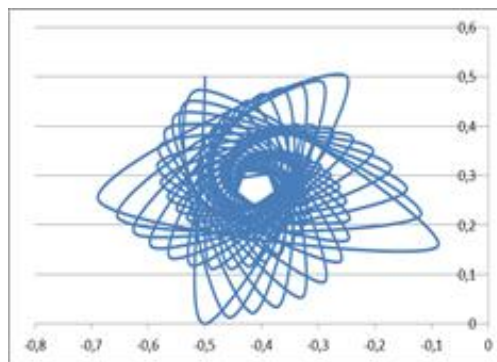
Елементи теорії графів. Цифрова обробка сигналів

Тема 10. Фрактали. Основні типи фракталів і їхнє використання

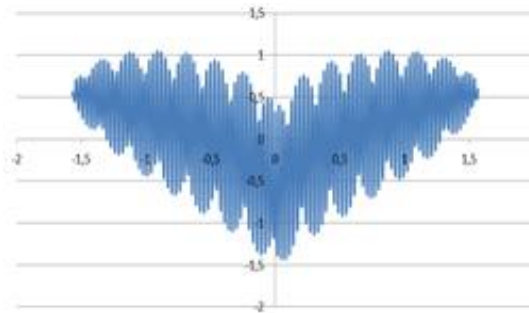
1. Побудувати у програмі Microsoft Excel фрактал Мандельброта "палке сонце" (для 100 ітерацій):



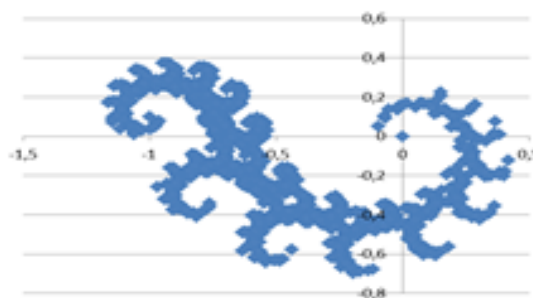
2. Побудувати у програмі *Microsoft Excel* фрактал Мандельброта "спіральна галактика" (для 100 ітерацій).



3. Побудувати у програмі *Microsoft Excel* фрактал "крива Гільберта".



4. Побудувати у програмі *Microsoft Excel* фрактал Мандельброта "крива Дракона".



6.3. Контрольні запитання для самодіагностики

1. Які види похибок ви знаєте? Наведіть основні означення.
2. Наведіть основні ознаки абсолютної та відносної похибок.
3. Опишіть чисельне розв'язання рівнянь та систем.
4. Що таке "інтервал ізоляції кореня"?
5. У чому полягає поставлення задачі наближеного розв'язання рівнянь?
6. Наведіть алгоритм методу половинного ділення.
7. Наведіть алгоритм методу хорд. У чому його особливість?
8. У чому полягає метод дотичних. У якому разі його не можна використовувати?
9. У чому полягає комбінований метод хорд та дотичних. Коли цей алгоритм доцільно використовувати?
10. У чому полягає метод ітерацій? Які умови збіжності цього методу?
11. Наведіть основні поняття про апроксимацію. Які види апроксимації вам відомі?
12. Наведіть основні поняття про інтерполювання функції. Сформулюйте загальне поставлення задачі.
13. Який вигляд має інтерполяційна формула Лагранжа?
14. Який вигляд має інтерполяційний поліном Ньютона?
15. У чому сутність афінних перетворень на площині?
16. Що таке однорідні координати? Наведіть використання їх в афінних перетвореннях.
17. У чому сутність афінних перетворень у просторі?
18. Що таке "криві Безьє"? Наведіть математичні положення. Де і коли їх використовують?
19. Що вам відомо про сплайни інтерполювання?
20. Що таке "кубічні сплайни"?
21. Що таке "фрактали"? Наведіть приклади їхнього застосування. Де ви можете зустріти фрактали в поліграфічній справі?
22. Які вам відомі типи фракталів? Що таке "геометричні фрактали" та "алгебраїчні фрактали"?
23. Що таке неорієнтовані графи? Наведіть їхні загальні поняття та означення?
24. Які вам відомі способи завдання неорієнтованого графа. Наведіть приклади?

25. Поясніть поняття "цикл на графі".
26. Що таке "матриці суміжності" та "матриці інциденції" на графах? У якому разі їх доцільно використовувати?
27. У чому полягає алгоритм задачі знаходження економічного дерева?
28. Що таке "дерево", "ліс" на множині вершин?
29. Що таке "покривні дерева". Сформулюйте теорему про кількість ребер покривного дерева.
30. Що таке "маршрут" та "ланцюг" на графі.
31. Розкрийте алгоритм задачі відшукування найкоротшого ланцюга на графі.
32. Що таке "орієнтовані графи". Наведіть основні поняття та означення. У чому полягає різниця між орієнтованими та неорієнтованими графами?
33. Що таке "сіткові графіки"? Наведіть основні означення та правила побудови.
34. У чому полягає задача відшукування критичного часу та критичного шляху на сітковому графіку?
35. Що таке "транспортні сітки"? Наведіть основні означення.
36. Наведіть умови обмеженості та балансу на транспортній сітці.
37. У чому полягає задача про максимальний потік на транспортній сітці.
38. Наведіть алгоритм Форда – Фалкерсона. У яких задачах його використовують?
39. Який загальний вигляд задачі лінійного програмування?
40. У чому різниця між опорним та оптимальним планами задачі лінійного програмування?
41. Наведіть геометричний метод розв'язання задачі лінійного програмування. Коли цей алгоритм можна використовувати?
42. У чому полягає алгоритм геометричного методу розв'язання задачі лінійного програмування?
43. Наведіть теореми про зв'язок опорного та оптимального плану задачі лінійного програмування з багатогранником рішень.
44. Сформулюйте поставлення транспортної задачі. Що таке "опорний план" транспортної задачі? Які існують необхідні та достатні умови розв'язку транспортної задачі?
45. Які вам відомі методи побудови опорного плану транспортної задачі?

46. Назвіть критерій оптимальності опорного плану транспортної задачі.
47. Для чого використовують метод потенціалів транспортної задачі?
48. У якому разі потрібно складання контуру перерозподілу поставок транспортної задачі?
49. Сформулюйте транспортну задачу з обмеженнями щодо пропускної спроможності комунікацій.
50. Що таке "гармонійні коливання"?
51. Що таке "тригонометричний ряд Фур'є", "коефіцієнти Фур'є"?
52. Який вигляд має ряд Фур'є для парних і непарних функцій? Наведіть ряд Фур'є для $2l$ -періодичних функцій.
53. Що таке "комплексна форма" ряду Фур'є?
54. Що таке "інтеграл Фур'є"?
55. Наведіть інтеграл Фур'є для парних і непарних функцій.
56. Наведіть інтеграл Фур'є в комплексній формі.
57. Що вам відомо про дві форми інтеграла Фур'є?
58. Що таке "перетворення Фур'є"?
59. Сформулюйте теорему про розкладення функції в ряд Фур'є.
60. Наведіть основні поняття теорії сигналів та систем.
61. Які вам відомі класифікації сигналів?
62. Які вам відомі математичні моделі сигналів? Що таке "енергія сигналів"?
63. Наведіть основні типи сигналів. Що таке "аналогові сигнали" та "дискретні сигнали"?
64. Які сигнали належать до цифрових?
65. У чому полягає операція дискретизації та квантування сигналу?

6.4. Самостійна контрольна робота

6.4.1. Основні вимоги до виконання самостійної контрольної роботи

Метою виконання самостійної контрольної роботи є формування у студентів практичних навичок у застосуванні теоретичних знань із курсу "Прикладна математика" для моделювання економічних процесів, вирішення економічних проблем та ухвалення оптимальних рішень, а також застосування методів кількісного та якісного аналізу прикладних економіко-математичних моделей.

Самостійну контрольну роботу необхідно виконати та подати у встановлений термін. Крім того, опис кожного із завдань для самостійної контрольної роботи передбачає (окрім дидактичного аналізу та визначення відповідних елементів самостійної роботи) таку загальну технологію виконання:

вивчення та нотування основних питань теоретичного матеріалу з рекомендованих джерел;

оформлення звіту про виконання завдання для самостійної роботи, відповідей на контрольні запитання;

здавання викладачеві виконаних завдань самостійної контрольної роботи та відповідей на контрольні запитання.

Виконання завдань для самостійної контрольної роботи навчальної дисципліни оцінюють, зважаючи на:

розуміння, ступінь засвоєння теорії та методології проблем, що розглядають;

ступінь ознайомлення з рекомендованою літературою й засвоєння фактичного матеріалу навчальної дисципліни;

уміння поєднувати теорію із практикою під час розгляду практичних ситуацій, розв'язання задач, здійснення розрахунків, виконання завдань, винесених для самостійного опрацювання;

повноту врахування вимог до виконання завдання;

логічність викладеного матеріалу та відповідність його структури передбаченим у завданні змістовим елементам;

наявність і повноту розгляду ключових понять (визначень, термінів, різновидів і т. п.) предметної області завдання;

наявність та обґрунтованість підсумкових висновків студента;

ілюстрування опрацьованого матеріалу наведенням (студентом) власних прикладів і графічного матеріалу.

6.4.2. Приклади типових завдань самостійних контрольних робіт

Змістовий модуль 1

Основи чисельного аналізу та математичного програмування

Самостійна контрольна робота за темами 1 – 4

1. Використовуючи знання з теорії похибок:

1.1. Визначити, яка рівність більш точна:

$$\sqrt{44} = 6,63; 19/41 = 0,463.$$

1.2. Округлити сумнівні цифри числа, залишивши вірні знаки:

$$2,8546; \delta = 0,3\%.$$

1.3. Знайти абсолютну і відносну похибки числа 42,884, якщо вони мають тільки вірні цифри.

1.4. Обчислити та визначити похибки результату:

$$X = \left[\frac{(a+b)c}{m-n} \right]^2, \quad \text{де} \quad a = 4,3(\pm 0,05), \quad b = 17,21(\pm 0,02), \quad c = 8,2(\pm 0,05),$$

$$m = 12,417(\pm 0,003), \quad n = 8,37(\pm 0,005).$$

2. Обчислити найбільший корінь рівняння методами:

2.1. Бісекції (половинного ділення):

$$x^4 + 5x - 7 = 0;$$

$$x^4 + 10x - 13 = 0.$$

2.2. Ньютона (дотичних):

$$x^3 - 9x - 5 = 0;$$

$$x^3 - 2x^2 - 4x - 7 = 0.$$

2.3. Простої ітерації:

$$x^3 + 3x + 5 = 0;$$

$$x^3 + 12x - 7 = 0.$$

3. Побудувати інтерполяційний багаточлен методом невизначених коефіцієнтів. Знайти наближені значення функції за даних проміжних значень аргументу. Знайти наближені значення функції за даних проміжних значень аргументу за допомогою кубічного сплайна:

x	y
1,425	0,8906
1,430	0,8917
1,435	0,8927
1,440	0,8940
1,445	0,8947
у точці $x = 1,4161$	

4. Знайти наближене значення інтеграла заданої функції $f(x)$ на відрізку $[a, b]$ за формулами прямокутників, трапеції, Сімпсона, розподілу відрізка на 200 однакових частин, оцінити похибки методів інтегрування та порівняти точність отриманих результатів. Порівняти результати, отримані різними методами.

$f(x)$	$[a, b]$
$\sqrt{1 + \cos^2 x}$	[0; 3]
$\sin(2x^2 + 1)$	[0; 1]
$(x + 1.9) \sin\left(\frac{x}{3}\right)$	[1; 2]
$\frac{1}{x} \ln(x + 2)$	[2; 3]
$x^2 \cos\left(\frac{x}{4}\right)$	[2; 3]

Самостійна контрольна робота за темами 5 – 9

1. Знайти розв'язки задач лінійного програмування за допомогою графічного методу:

$$\begin{array}{ll}
 z = x_1 + x_2 \quad (\max), & z = x_1 - 2x_2 \quad (\min), \\
 1. \begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 10, \\ x_1 + 2x_2 \geq 2, \\ 2x_1 + x_2 \leq 10, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0. \end{cases} & 2. \begin{cases} x_1 - x_2 \leq 1, \\ x_1 + x_2 \geq 2, \\ x_1 - 2x_2 \leq 0, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0. \end{cases}
 \end{array}$$

2. Розв'язати симплексним методом задачі лінійного програмування:

$$\begin{array}{ll}
 1. \quad z = 4x_1 + 2x_2 \rightarrow \max & 2. \quad z = 11x_1 + 3x_2 \rightarrow \max \\
 \begin{cases} 7x_1 - 3x_2 \leq 21, \\ -5x_1 + 6x_2 \leq 12, \\ 9x_1 + 10x_2 \leq 90, \\ x_j \geq 0, j = \overline{1, 2}. \end{cases} & \begin{cases} x_1 - 2x_2 \leq 2, \\ -3x_1 + 2x_2 \leq 2, \\ 4x_1 + x_2 \leq 8, \\ x_j \geq 0, j = \overline{1, 2}. \end{cases}
 \end{array}$$

3. Розв'язати задачу графічним і симплексним методом.

Для виробництва двох видів виробів А та В використовують токарне, фрезерувальне та шліфувальне обладнання. Норми витрат часу для кожного типу обладнання на один виріб цього виду наведено в табл. 6.3. У ній також зазначений загальний фонд робочого часу кожного типу обладнання, а також прибуток від реалізації одного виробу.

Таблиця 6.3

Вихідні дані задачі

Типи обладнання	Витрати часу на оброблення одного виробу		Загальний фонд корисного робочого часу обладнання (г)
	А	В	
Фрезерувальне	10	8	168
Токарне	5	10	180
Шліфувальне	6	12	144
Прибуток від реалізації одного виробу (грн)	14	18	

Знайти план випуску виробів А та В, який забезпечує максимальний прибуток від їхньої реалізації.

4. За заданими запасами й потребами у вантажі та таблицею тарифів знайти опорний план перевезень, перевірити його на оптимальність і в разі необхідності здійснити перерозподіл поставок: $a_1 = 120$, $a_2 = 140$, $a_3 = 110$, $b_1 = 85$, $b_2 = 65$, $b_3 = 90$, $b_4 = 60$, $b_5 = 70$. Проінтерпретувати отримані результати:

$$C = \begin{pmatrix} 2 & 10 & 15 & 14 & 4 \\ 3 & 7 & 12 & 5 & 8 \\ 21 & 18 & 6 & 13 & 16 \end{pmatrix}.$$

5. Вирішити матричну гру: $\Pi = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ -2 & 6 \\ 3 & -3 \\ 5 & -1 \\ -1 & 5 \end{pmatrix}$ – і дати пояснення отриманим результатам.

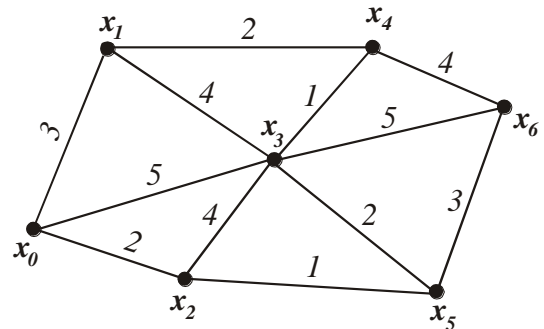
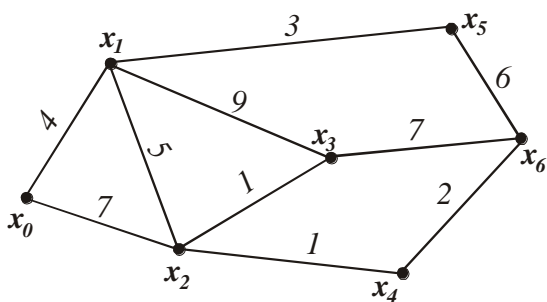
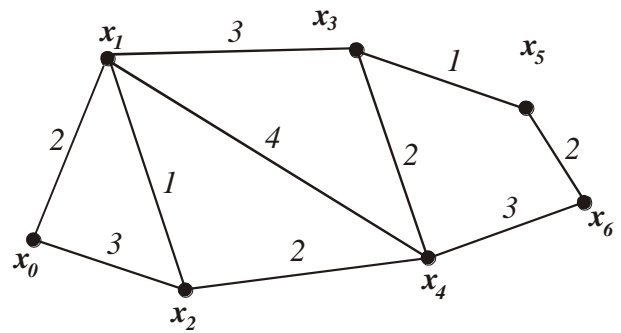
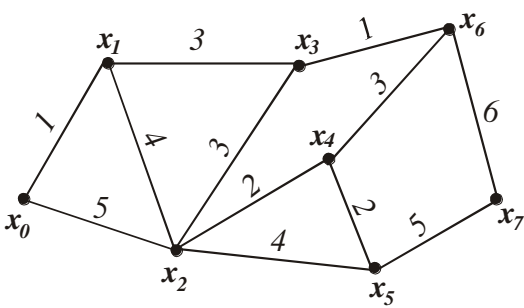
6. Вирішити матричну гру: $\Pi = \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ 5 & 2 \\ 8 & -1 \\ 1 & 7 \end{pmatrix}$ – і дати пояснення отриманим результатам.

Змістовий модуль 2

Елементи теорії графів. Цифрове оброблення сигналів

Самостійна контрольна робота за темою 10

1. На графі побудувати економічне дерево та знайти найкоротший ланцюг:



2. Розкласти в ряд Фур'є функцію на вказаному інтервалі:

а) $f(x) = \begin{cases} 1; & 0 \leq x \leq 1 \\ 0; & 1 < x \leq \pi \end{cases}$; б) $\varphi(x) = \pi/2; \quad (0; 2\pi);$

в) $\varphi(x) = e^{-x}; \quad (-\pi; \pi);$ г) $y = \begin{cases} 0; & -3 < x < 0 \\ x; & 0 < x < 3 \end{cases}$.

6.5. Компетентнісно-орієнтовані завдання

6.5.1. Основні вимоги до виконання компетентнісно-орієнтованих завдань

Компетентнісно-орієнтовані завдання спрямовані на отримання студентами професійних умінь, навичок та компетентностей. Їхнє впровадження в початковий процес сприяє інтенсифікації пізнавальної діяльності загалом, значно підвищує мотивацію, рівень самоорганізації та відповідальність студентів, сприяє їхньому становленню як майбутніх фахівців.

Компетентнісно-орієнтовані завдання можуть мати індивідуальний характер, тобто студент виконує за певним варіантом, або розраховані на роботу студентів у малих групах. Результати оформлюють студент або експертна група у вигляді звіту та подають викладачеві у встановлений термін. Крім того, студенти обов'язково захищають результати своїх досліджень перед викладачем та аудиторією. Оцінювання цього виду робіт ураховує не тільки вміння вирішувати проблему, але й демонструвати отримані результати.

Звіт про виконання компетентнісно-орієнтованих завдань має містити:

всебічний аналіз кожної задачі;

побудову математичної моделі;

обґрунтування можливості й ефективності обраного математичного апарату;

аналітичне розв'язання задач із застосуванням методів та інструментів прикладної математики;

реалізацію математичного дослідження, вирішення проблеми та необхідних розрахунків із використанням одного з пакетів прикладних програм (наприклад, *MatLab* або *Excel*, що були вивчені на попередньому курсі).

Під час виконання компетентнісно-орієнтованих завдань студент отримує ряд важливих професійних та комунікативних компетентностей:

здатність самостійно обирати та рекомендувати методи й засоби дослідження, доводити їхню доцільність та ефективність у контексті поставленої практичної задачі;

уміння реалізовувати алгоритми за допомогою програмного забезпечення;

здібність до творчого підходу та креативного мислення;

здатність до ефективної співпраці під час вирішення поставлених задач;

уміння вести плідну дискусію, толерантно ставитися до іншої думки;

здатність до самокритики, самоорганізації та безперервного самовдосконалення тощо.

6.5.2. Приклади компетентнісно-орієнтованих завдань за змістовими модулями

Змістовий модуль 1

Основи чисельного аналізу та математичного програмування

1. Обчислити та визначити похибки результату, якщо:

а) $Q = \frac{(2n-1)^2(x+y)}{x-y}$; $x = 4,2(\pm 0,05)$, $y = 0,82(\pm 0,01)$, $n = 2,0435(\pm 0,01)$.

б) $X = \left[\frac{(a-b)c}{m+n} \right]^2$; $a = 3,13(\pm 0,015)$, $b = 7,6(\pm 0,01)$, $c = 8,22(\pm 0,006)$,

$m = 2,472(\pm 0,002)$, $n = 8,3(\pm 0,05)$.

в) $S = \frac{1}{4} \pi \sqrt{D^2 - d^2}$; $D = 26,5(\pm 0,02)$, $d = 6,35(\pm 0,007)$.

2. Графічним методом установити проміжки локалізації коренів рівнянь: а) $x^4 - 3x + 1 = 0$; б) $x^3 - 12x + 1 = 0$; в) $x^3 - 9x^2 + 18x - 1 = 0$.

3. Методом бісекції з точністю до 0,01 знайти корінь рівняння:

а) $x^3 - 2x - 5 = 0$; б) $x^4 - 3x + 1 = 0$.

4. Методом Ньютона (дотичних) з точністю до ε знайти найбільший корінь рівняння: а) $x^4 + 5x - 7 = 0$, $\varepsilon = 0,01$; б) $x^5 - x - 2 = 0$, $\varepsilon = 0,01$; в) $x^4 - 10x + 10 = 0$, $\varepsilon = 0,01$.

5. Методом простих ітерацій розв'язати рівняння з наближенням $\varepsilon = 0,01$: а) $2x^2 - 2x - 1 = 0$; б) $x^3 - 12x - 5 = 0$; в) $x^2 - 2x^2 - 4x - 7 = 0$.

6. Знайти інтерполяційний поліном (двома способами), що набирає таких значень за заданих значень аргументу:

x_i	2	4	6	8	10
y_i	0	3	5	4	1

7. Обчислити інтеграл різними методами та порівняти результати, обчислити похибки методів:

1. $\int_0^{\frac{\pi}{2}} x^2 \cos x dx$	2. $\int_3^8 \frac{xdx}{\sqrt{1+x}}$	3. $\int_0^1 \frac{xdx}{(x^2+1)^2}$	4. $\int_1^2 \frac{\sqrt{x^2-1}}{x} dx$
---	--------------------------------------	-------------------------------------	---

8. Скласти математичну модель задачі та розв'язати її.

Для виготовлення продукції двох видів A і B використовують три види сировини. Витрати сировини на виробництво одиниці продукції кожного виду, запаси сировини, а також прибуток від реалізації одиниці продукції задано таблицею:

Вид сировини	Продукція		Кількість сировини
	A	B	
1	12	4	300
2	4	4	120
3	3	12	252
Прибуток	20	40	

Побудувати план виробництва, що забезпечує підприємству максимальний прибуток.

9. Скласти математичну модель задачі та розв'язати її.

На птахофермі використовують корм двох видів A і B . Наявність поживних речовин в одиниці корму, їхня необхідна добова кількість для задовільного зростання птиці, а також вартість одиниці корму задано таблицею:

Види сировини	Корми		Максимальна кількість сировини
	A	B	
жири	3	1	9
білки	1	2	8
вуглеводи	1	6	12
Вартість	4	6	

Скласти кормовий раціон мінімальної вартості.

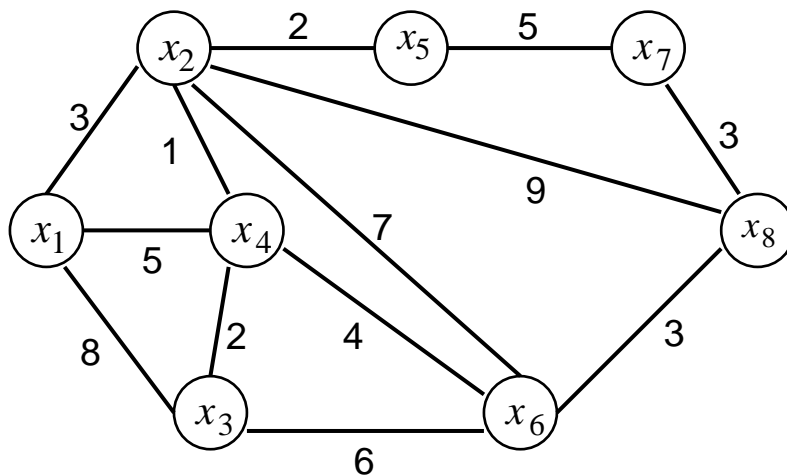
10. Вирішити матричну гру: $\begin{pmatrix} 9 & 2 & -1 & 4 & 5 \\ 1 & 6 & 4 & 2 & 3 \end{pmatrix}$ – і дати пояснення

отриманим результатам.

Змістовий модуль 2

Елементи теорії графів. Цифрове оброблення сигналів

1. Побудувати заданий неорієнтований граф (стежте за координатами вершин, необхідно дотримуватися наочності). Знайти найкоротший ланцюг, що з'єднує першу та останню за номером вершини. Побудувати екстремальне покривне дерево.



2. Розкласти в ряд Фур'є функцію на вказаному інтервалі:

$$f(x) = \begin{cases} 6; & 0 < x < 2 \\ 3x; & 2 < x < 4 \end{cases}$$

Розкласти $f(x)$ у ряд Фур'є як непарну функцію. Записати тригонометричні многочлени $S_1(x), S_2(x)$, що наближають $f(x)$.

6.6. Підготовка самостійної творчої роботи

Самостійна творча робота студента – невід'ємна частина навчального процесу. Робота над нею формує навички у створенні серйозніших робіт (курскових, дипломних проєктів). Саме тому, щоб підготувати творчу роботу якісно потрібно навчитися.

У межах цього виду самостійної роботи студентів пропонують підготувати в електронному вигляді (за допомогою пакета *MS Power Point*) презентацію за темою, сформульованою самим студентом. Як альтернативу можна запропонувати створення презентації до майбутньої лекції або підготовку до видання наукової публікації.

Підготовка самостійної творчої роботи передбачає систематизацію, закріплення, розширення теоретичних і практичних знань із навчальної дисципліни та застосування їх у процесі вирішення конкретних прикладних проблем, розвиток навичок у самостійній роботі й оволодіння методикою дослідження та експерименту, пов'язаних із темою самостійної творчої роботи.

Самостійна творча робота передбачає наявність таких елементів наукового дослідження: практичної значущості, комплексного системного підходу до вирішення завдань дослідження, теоретичного використання передової сучасної методології та наукових розробок, наявність елементів творчості, уміння застосовувати сучасні технології.

Комплексний системний підхід до розкриття теми самостійної творчої роботи полягає в тому, що предмет дослідження розглядають із різних точок зору – із позицій теоретичної бази та практичних напрацювань, умов його реалізації, аналізу, обґрунтування шляхів удосконалення тощо – у тісному взаємозв'язку і єдиній логіці викладу.

Застосування сучасної методології полягає в тому, що у процесі виконання аналізу й обґрунтування шляхів удосконалення окремих аспектів предмета та об'єкта дослідження студент повинен використовувати відомості про новітні досягнення в техніці та технологіях дослідження, застосовувати різноманітні математичні методи й засоби, підходи до визначення та обґрунтування показників аналізу соціально-економічної системи або її елементів.

У результаті самостійної творчої роботи студент надає викладачеві на перевірку файл із презентацією в електронному вигляді або наукову публікацію в роздрукованому та електронному вигляді.

Після перевірки складеної презентації або наукової публікації та виправленні вказаних викладачем недоліків студент виступає із цією презентацією перед аудиторією, доповідає про результати, що викладені в науковій публікації, виступає із доповіддю на студентській науково-практичній конференції тощо.

7. Індивідуально-консультативна робота

Індивідуально-консультативну роботу здійснюють за графіком індивідуально-консультативної роботи у формі індивідуальних занять, консультацій, перевірки та захисту завдань, винесених на поточний контроль, тощо.

Формами організації індивідуально-консультативної роботи є:

а) за засвоєнням теоретичного матеріалу: консультації індивідуальні (запитання – відповідь) і групові (розгляд типових прикладів – ситуацій);

б) за засвоєнням практичного матеріалу: консультації індивідуальні та групові;

в) для комплексного оцінювання засвоєння програмного матеріалу: індивідуальне здавання виконаних робіт.

8. Методи навчання

Під час викладання навчальної дисципліни "Прикладна математика", із метою активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів, передбачено використання інтерактивних форм викладання матеріалу, зокрема таких навчальних технологій, як: лекції проблемного характеру, міні-лекції, робота в малих групах, дискусії, мозкові атаки, метод кейсів, презентації, метод проектної роботи, комп'ютерні симуляції, метод Дельфі, метод сценаріїв, банки візуального супроводу.

Методи активізації процесу навчання згруповані за темами й наведені в табл. 8.1. і 8.2.

Таблиця 8.1

Розподіл форм та методів активізації процесу навчання за темами навчальної дисципліни

Теми	Практичне застосування навчальних технологій
1	2
Змістовий модуль 1 Основи чисельного аналізу та математичного програмування	
<i>Тема 1.</i> Принципи формалізації технологічних задач. Теорія похибок. Обчислювальні алгоритми	Лекція проблемного характеру з питання "Теорія похибок". Банки візуального супроводу з питань використання обчислювальних алгоритмів в поліграфії

1	2
<i>Тема 2.</i> Чисельне розв'язання рівнянь і систем	Міні-лекція з питання "Відокремлення коренів рівнянь". Застосування візуального супроводу для ілюстрації прикладів графічного методу відділення коренів рівнянь
<i>Тема 3.</i> Інтерпольовані та наближені функції	Міні-лекція з питання "Застосування інтерполяційних формул Лагранжа, багаточленів Ньютона, сплайнів та оцінювання їхньої похибки". Банки візуального супроводу для ілюстрації побудованих інтерполяційних багаточленів. Презентація творчих завдань
<i>Тема 4.</i> Чисельне диференціювання й інтегрування функцій	Міні-лекція з питання "Деякі класи функцій, інтегрування яких здійснюється лише чисельними методами". Застосування візуального супроводу для ілюстрації геометричного змісту первісної та невизначеного інтегралу
<i>Тема 5.</i> Сплайни інтерполяції. Криві Безьє	Лекція проблемного характеру з питання "Інтерпольовані та наближені функції". Банки візуального супроводу з питання "Криві Безьє"
<i>Тема 6.</i> Афінні перетворення на площині та просторі. Використання інтегрованих пакетів прикладних програм у задачах обчислювальної математики	Лекція проблемного характеру з питання "Афінні перетворення на площині". Банки візуального супроводу для ілюстрації прикладів афінних перетворень у просторі
<i>Тема 7.</i> Предмет математичного програмування. Загальне поставлення задачі лінійного програмування та методи її розв'язання	Міні-лекція з питання "Загальне поставлення задачі лінійного програмування". Застосування візуального супроводу для ілюстрації геометричної інтерпретації задач ЛП з двома змінними. Презентація творчих завдань
<i>Тема 8.</i> Транспортна задача. Поставлення, методи розв'язання та аналізу	Міні-лекція з питання "Поставлення транспортної задачі. Способи складання першого базисного плану. Правило переходу від одного базисного плану до іншого. Критерій оптимальності. Метод потенціалів"
<i>Тема 9.</i> Елементи теорії ігор. Матричні ігри	Лекція проблемного характеру з питання "Розв'язання матричної гри (2×2). Розв'язання матричної гри ($2 \times n$). Розв'язання матричної гри ($m \times 2$)"
<i>Тема 10.</i> Фрактали. Основні типи фракталів та їхнє використання	Міні-лекція з питання "Загальне поняття про фрактали. Самоподібність"

1	2
Змістовий модуль 2. Елементи теорії графів. Цифрова обробка сигналів	
<i>Тема 11.</i> Неорієнтовані графи та оптимізаційні задачі на неорієнтованих графах	Лекція проблемного характеру з питання "Неорієнтовані графи". Банки візуального супроводу з питань використання теорії графів у поліграфії
<i>Тема 12.</i> Орієнтовані графи. Сіткові графіки	Міні-лекція з питання "Орієнтовані графи". Застосування візуального супроводу для ілюстрації прикладів побудови орієнтованих графів
<i>Тема 13.</i> Транспортні сітки. Алгоритм Форда – Фалкерсона	Міні-лекція з питання "Теорема про мінімальні розрізи і максимальні потоки". Застосування візуального супроводу для ілюстрації алгоритму Форда – Фалкерсона
<i>Тема 14.</i> Ряди Фур'є. Комплексна та дійсна форма рядів Фур'є. Інтеграл і перетворення Фур'є	Лекція проблемного характеру з питання "Тригонометричний ряд Фур'є. Коефіцієнти Фур'є". Банки візуального супроводу для ілюстрації прикладів комплексної форми ряду Фур'є
<i>Тема 15.</i> Вступ у теорію сигналів та систем	Міні-лекція з питання "Класифікація сигналів. Математичні моделі сигналів". Застосування візуального супроводу для ілюстрації лінійних стаціонарних систем
<i>Тема 16.</i> Основні типи сигналів. Операція дискретизації. Спектральне зображення сигналів	Міні-лекція з питання "Операція дискретизації". Презентація творчих завдань
<i>Тема 17.</i> Фільтри. Wavelet	Лекція проблемного характеру з питання "Функція Wavelet". Банки візуального супроводу для ілюстрації графіка функції Wavelet

Основні відмінності активних та інтерактивних методів навчання від традиційних визначають не тільки за методикою й технікою викладання, але й високою ефективністю навчального процесу, який виявляють у: високій мотивації студентів; закріпленні теоретичних знань на практиці; підвищенні самосвідомості студентів; формуванні здатності приймати самостійні рішення; формуванні здатності до ухвалення колективних рішень; формуванні здатності до соціальної інтеграції; набутті навичок у вирішенні конфліктів; розвитку здатності до знаходження компромісів.

Лекції проблемного характеру – це один із найважливіших елементів проблемного навчання студентів. Вони передбачають разом із розглядом основного лекційного матеріалу встановлення та розгляд кола проблемних питань дискусійного характеру, які недостатньо розроблені в науці й мають актуальне значення для теорії та практики. Лекції проблемного характеру відрізняються поглибленою аргументацією матеріалу, що викладається. Вони сприяють формуванню у студентів самостійного творчого мислення, прищеплюють їм пізнавальні навички.

Міні-лекції передбачають викладення навчального матеріалу за короткий проміжок часу й характеризуються значною наповненістю, складністю логічних побудов, образів, доказів та узагальнень. Їх проводять, переважно, як частину заняття-дослідження. Міні-лекції відрізняються від повноформатних лекцій значно меншою тривалістю. Зазвичай вони тривають не більше ніж 10 – 15 хвилин, їх використовують для того, щоб стисло повідомити нову інформацію всім студентам. Міні-лекції часто застосовують як частини цілісної теми, яку бажано викладати повноформатною лекцією, щоб не втомлювати аудиторію. Тоді інформацію надають по черзі кількома окремими фрагментами, між якими застосовують інші форми й методи навчання.

Робота в малих групах дає змогу структурувати практичні заняття за формою та змістом, створює можливості для участі кожного студента в роботі над темою заняття, забезпечує формування особистісних якостей і досвіду соціального спілкування.

Мозкові атаки – це метод вирішення невідкладних завдань, часто принципово нових за змістом (принаймні, для цієї аудиторії). Сутність його полягає в тому, щоб висловити якомога більшу кількість ідей за невеликий проміжок часу, до того ж критичні зауваження щодо ідей, які висловлюють інші члени групи, не допускають. Мозкова атака спрямована на активізацію творчого мислення, обговорення й аналіз ідей здійснюють тільки на наступному етапі – етапі їхньої селекції.

Модерація – це спосіб проведення обговорення, який швидко приводить до конкретних результатів, дає можливість усім присутнім брати

участь у процесі знаходження рішень проблеми та відчувати повну відповідальність за результат. Функцією модератора є спостереження за дотриманням певних правил обговорення проблеми, що дає можливість полегшити процес пошуку рішення, не втручаючись у його сутність.

Презентації – це виступи перед аудиторією, що використовують для подання певних досягнень, результатів роботи групи, звіту про виконання індивідуальних завдань, проектних робіт.

Метод Дельфі використовують із метою досягнення консенсусу в експертних оцінках, і він передбачає надання можливості висловити свої думки групі експертів, що працюють індивідуально в різних місцях. Під час вибору управлінського рішення за цим методом академічну групу розподіляють, наприклад, на п'ять малих груп. Чотири групи є робочими, вони розробляють та ухвалюють управлінське рішення, а п'ята група є експертною. Ця група здійснює аналіз варіантів управлінських рішень, які пропонують робочі групи, й усереднює ці варіанти. У межах експертної групи може здійснюватися розподіл її членів за спеціалізаціями.

Комп'ютерна симуляція (гра) – це метод навчання, що спирається на використання спеціальних комп'ютерних програм, за допомогою яких можливе віртуальне моделювання процесу. Метою використання цього методу є розвиток системного мислення студентів, їхніх здібностей до планування, формування вмінь розпізнавати й аналізувати проблеми, порівнювати й оцінювати альтернативи, ухвалювати оптимальні рішення та діяти в умовах обмеженого часу.

Метод сценаріїв полягає в розробленні ймовірних моделей поведінки та розвитку конкретних явищ у перспективі.

Банки візуального супроводу сприяють активізації процесу навчання за темами навчальної дисципліни за допомогою наочності.

Інтерактивне дистанційне навчання – це сукупність педагогічних технологій, що ґрунтуються на принципах спілкування в інформаційному освітньому просторі, слугують для організації освіти користувачів, розподілених у просторі та часі.

Використання методик активізації процесу навчання

Теми навчальної дисципліни	Практичне застосування методик	Методики активізації процесу навчання
1	2	3
Змістовий модуль 1		
Основи чисельного аналізу та математичного програмування		
<i>Тема 1.</i> Принципи формалізації технологічних задач. Теорія похибок. Обчислювальні алгоритми	<i>Практичне заняття</i> на тему "Похибка функцій"	Мозкова атака з питання "Обчислення та визначення похибки результату арифметичних дій". Банки візуального супроводу з теми "Принципи формалізації технологічних задач. Теорія похибок. Обчислювальні алгоритми". Робота в малих групах, модерация
<i>Тема 2.</i> Чисельне розв'язання рівнянь і систем	<i>Практичне заняття</i> на тему "Розв'язання алгебраїчних нелінійних рівнянь"	Робота в малих групах, мозкові атаки, метод Дельфі
<i>Тема 4.</i> Чисельне диференціювання й інтегрування функцій	<i>Практичне заняття</i> на тему "Обчислення інтегралів і диференціалів наближеними методами"	Мозкова атака з питання "Вибір чисельного методу інтегрування під час обчислення інтегралу". Дискусії, модерация
<i>Тема 7.</i> Предмет математичного програмування. Загальне поставлення задачі лінійного програмування та методи її розв'язання	<i>Практичне заняття</i> на тему "Задача лінійного програмування (ЗЛП). Графічний метод, симплекс-метод"	Робота в малих групах, дискусія про вибір методу розв'язання ЗЛП, мозкові атаки, модерация

1	2	3
Тема 9. Елементи теорії ігор. Матричні ігри	<i>Практичне заняття на тему "Матричні ігри"</i>	Мозкова атака з питання "Основні методи вирішення матричних ігор". Банки візуального супроводу з теми "Визначення оптимальної стратегії продавця і покупця як розв'язок матричної гри, заданої платіжною матрицею, а також ціну гри". Робота в малих групах, модерація
Змістовий модуль 2. Елементи теорії графів. Цифрова обробка сигналів		
Тема 11. Неорієнтовані графи та оптимізаційні задачі на неорієнтованих графах	<i>Практичне заняття на тему "Оптимізаційні задачі на неорієнтованих графах: побудова економічного дерева та найкоротшого ланцюга на графі"</i>	Робота в малих групах, метод Дельфі
Тема 13. Транспортні сітки. Алгоритм Форда – Фалкерсона	<i>Практичне заняття на тему "Розв'язання задач на сіткових графах"</i>	Мозкова атака з питання "Метод Форда – Фалкерсона". Дискусії, модерація
Тема 14. Ряди Фур'є. Комплексна та дійсна форма рядів Фур'є. Інтеграл та перетворення Фур'є	<i>Практичне заняття на тему "Ряди Фур'є. Інтеграл Фур'є"</i>	Робота в малих групах, мозкові атаки, метод Дельфі

9. Методи контролю

Система оцінювання компетентностей, які були сформовані у студента під час вивчення навчальної дисципліни (див. табл. 2.1), ураховує види занять, що, згідно із програмою навчальної дисципліни, передбачають лекційні, практичні заняття, а також виконання студентами самостійної роботи. Оцінювання сформованих у студентів компетентностей

здійснюють за накопичувальною 100-бальною системою. Відповідно до Тимчасового положення "Про порядок оцінювання результатів навчання студентів за накопичувальною бально-рейтинговою системою" ХНЕУ ім. С. Кузнеця, контрольні заходи містять:

поточний контроль, що здійснюють протягом семестру під час проведення лекційних та практичних занять і оцінюють за сумою набраних балів (максимальна сума дорівнює 60 балів; мінімальна сума, що дозволяє студенту скласти іспит, становить 35 балів);

модульний контроль, що проводять у формі колоквиуму з урахуванням поточного контролю за відповідним змістовим модулем, має на меті інтегральне оцінювання результатів навчання студента після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля;

підсумковий/семестровий контроль, що проводять у формі семестрового екзамену, відповідно до графіка навчального процесу.

Поточний контроль із цієї навчальної дисципліни проводять у таких формах:

активна робота на парі (лекційні та практичні заняття);

виконання домашнього завдання;

компетентнісно-орієнтовані завдання;

виконання самостійної контрольної роботи;

проведення письмових контрольних робіт;

виконання самостійної творчої роботи.

Колоквиум – це форма перевірки й оцінювання знань студентів у системі освіти у вищих навчальних закладах. *Мета* проведення колоквиуму полягає в з'ясуванні рівня теоретичних і практичних знань, отриманих студентом у результаті прослуховування лекцій, відвідин практичних занять, а також у результаті самостійного вивчення матеріалу. У межах поставленої мети вирішують такі *завдання*:

з'ясування якості та ступеня розуміння студентом лекційного матеріалу;

розвиток і закріплення навичок у висловленні студентом своїх думок;

розширення варіантів самостійної цілеспрямованої підготовки студента;

розвиток навичок в узагальненні різних літературних джерел;

надання можливості студенту зіставляти різні точки зору із цього питання.

Колоквіум проводять як проміжний міні-екзамен з ініціативи викладача, він містить теоретичні питання з навчальної дисципліни. Перелік питань, винесених на колоквіум за темами змістового модуля, охоплює питання для самоперевірки за цими темами.

Підсумковий/семестровий контроль проводять у формі семестрового екзамену. **Семестрові екзамени** – це форма оцінювання підсумкового засвоєння студентами теоретичного та практичного матеріалу з окремого модуля навчальної дисципліни або за навчальною дисципліною загалом, що проводять як контрольний захід.

Порядок здійснення поточного оцінювання знань студентів. Оцінювання знань студента під час практичних занять здійснюють за накопичувальною системою за такими критеріями:

розуміння, ступінь засвоєння теорії та методології проблем, що розглядають;

ступінь засвоєння фактичного матеріалу навчальної дисципліни; ознайомлення з рекомендованою літературою, а також із сучасною літературою з питань, що розглядають;

уміння поєднувати теорію із практикою під час розгляду конкретних прикладів, розв'язання задач, здійснення розрахунків у процесі виконання домашніх завдань і завдань, винесених на розгляд в аудиторії;

логіка, структура, стиль викладу матеріалу в письмових роботах і під час виступів в аудиторії;

уміння обґрунтовувати свою позицію, здійснювати узагальнення інформації та робити висновки.

Максимально можливий бал, що відповідає певному завданню, ставлять за умови відповідності виконаного завдання або усної відповіді студента всім зазначеним критеріям. Відсутність тієї чи іншої складової частини зменшує кількість нарахованих балів. Під час оцінювання завдань, що пропонують для самостійного опрацювання на практичних заняттях, ураховують не тільки якість їхнього виконання. Важливу роль також відіграє здавання виконаного завдання викладачу, відповідно до терміну, визначеному за графіком навчального процесу. Якщо якусь із цих вимог не буде виконано, то бал буде знижено.

Письмову контрольну роботу проводять два рази за семестр, вона містить практичні завдання різного рівня складності, відповідно до тем змістового модуля.

Критерії оцінювання аудиторної письмової контрольної роботи:

5 балів, якщо робота виконана повністю без помилок і недоліків, усі завдання містять необхідні обґрунтування, ілюстрації, аналіз результатів та висновки;

4 бали, якщо робота виконана повністю, однак допущено не більш ніж одну помилку й виявлено не більш ніж один недолік (або не більш ніж три недоліки);

3 бали, якщо виконано не менш ніж 2/3 всієї роботи й допущено не більш ніж дві помилки та виявлено не більш ніж два недоліки;

2 бали, якщо виконано менш ніж 2/3 всієї роботи та кількість помилок і недоліків перевищує норму для оцінки три бали;

1 бал, якщо виконання завдання не розпочато, але є певні правильні міркування;

0 балів, якщо завдання відсутні повністю.

Перевірку компетентнісно-орієнтованих завдань (виконання та захист робіт за темами, об'єднаними у відповідний змістовий модуль) здійснюють двічі за семестр у формі роботи в малих групах. Оцінюванню підлягає якість виконання завдань, а також уміння презентувати результати свого дослідження, аргументовано відповідати на питання опонентів, критично мислити, об'єктивно оцінювати результати роботи інших учасників.

Колоквіум проводять двічі за семестр у письмовій формі або у формі опитування для перевірки знань студентів теоретичного матеріалу, а також їхнього володіння категорійним апаратом.

Критерії оцінювання позааудиторної самостійної роботи студентів. Загальними критеріями, за якими здійснюють оцінювання позааудиторної самостійної роботи студентів, є: глибина й міцність знань; рівень мислення; уміння систематизувати знання за окремими темами; уміння робити обґрунтовані висновки; навички і прийоми виконання практичних завдань; уміння знаходити необхідну інформацію, здійснювати її систематизацію та оброблення; самореалізація на практичних заняттях.

Критеріями оцінювання самостійних творчих робіт і самостійних контрольних робіт є:

здатність давати критичне та незалежне оцінювання певних проблемних питань;

уміння пояснювати альтернативні погляди та наявність власної точки зору на певне проблемне питання;

застосування аналітичних підходів;

якість і чіткість викладення міркувань;

логіка, структуризація та обґрунтованість висновків щодо конкретної проблеми;

самостійність виконання роботи;

грамотність подання матеріалу; використання методів порівняння, узагальнення понять та явищ;

оформлення роботи;

якість презентації.

Порядок підсумкового контролю з навчальної дисципліни.

Підсумковий контроль знань та компетентностей студентів з навчальної дисципліни здійснюють на підставі семестрового екзамену. Екзаменаційний білет охоплює програму дисципліни та передбачає визначення рівня знань і ступеня опанування студентами відповідних компетентностей (див. табл. 2.1).

Завданням екзамену є перевірка розуміння студентом програмного матеріалу загалом, логіки та взаємозв'язків між окремими розділами, здатності до творчого використання накопичених знань, уміння формулювати своє ставлення до певної проблеми навчальної дисципліни тощо. В умовах реалізації компетентнісного підходу екзамен оцінює рівень засвоєння студентом компетентностей, передбачених кваліфікаційними вимогами.

Екзаменаційний білет за кожним модулем навчальної дисципліни містить п'ять практичних завдань:

два завдання першого рівня – діагностичні, які дозволяють виявити рівень засвоєння студентом початкових теоретичних основ дисципліни;

два завдання другого рівня – стереотипні, які визначають здатність студента до вирішення типових практичних завдань;

одне завдання третього рівня – евристичне, що має за мету встановити творчий підхід студента до виконання завдання й набуті ним компетентності, його творчу активність, самостійність та ефективність.

Структуру екзаменаційного білета наведено в табл. 9.1.

Таблиця 9.1

Структура екзаменаційного білета

Рівні завдань	Зміст завдань за темами
Перший	Обчислення похибок: визначати, яка рівність біль точніша; відкидати сумнівні цифри числа з відомою похибкою; знаходження абсолютної та відносної похибок числа, якщо відомо, що всі його цифри правильні; обчислення та визначення похибки результату. Обчислення нелінійних рівнянь чисельними методами: метод половинного ділення; метод ітерацій; методи хорд; метод дотичних (метод Ньютона); комбінований метод хорд та дотичних. Обчислення визначних інтегралів різними чисельними методами: методи прямокутників; метод Сімпсона; метод трапецій. Розкладання функцій у ряд Фур'є як парної (непарної) функції; записувати тригонометричні многочлени, що наближають цю функцію
Другий	Вирішення матричних ігор $(2 \times m)$ та $(n \times 2)$, заданих платіжними матрицями. Знаходження найкоротшого ланцюга та будування економічних дерев на графі
Третій	Застосування знань із тем "Предмет математичного програмування. Загальне поставлення задачі лінійного програмування та методи її розв'язання" та "Транспортна задача. Поставлення, методи розв'язання та аналізу" до розв'язання задач прикладної економіки та поліграфії

Екзаменаційний білет складено за формою № Н-5.05, затвердженої наказом МОН "Про затвердження форм документів із підготовки кадрів у вищих навчальних закладах I – IV рівнів акредитації". Далі наведено зразок екзаменаційного білета.

Оцінювання здійснюють відповідно до Тимчасового положення "Про порядок оцінювання результатів навчання студентів за накопичувальною бально-рейтинговою системою" ХНЕУ ім. С. Кузнеця.

Зразок екзаменаційного білета

Форма № Н-5.05

Харківський національний економічний університет ім. Семена Кузнеця
Освітній ступінь: бакалавр
Спеціальність: 186 "Видавництво та поліграфія"
спеціалізація "Технології електронних мультимедійних видань"
Семестр II
Навчальна дисципліна: "Прикладна математика"

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ

1. Методом простих ітерацій знайти корінь алгебраїчного рівняння $x^2 - 5x - 3 = 0$ з точністю 0,001.

2. Періодичний імпульс $f(x)$ із періодом $2l = 8$ заданий на півперіоді $(0; 4)$ формулою $f_0(x) = \begin{cases} -1, & x \in (1, 2) \\ 0, & x \notin (1, 2) \end{cases}$. Розкласти $f(x)$ у ряд Фур'є як непарну функцію.

Записати тригонометричні многочлени $S_1(x), S_2(x)$, що наближають $f(x)$.

3. Розв'язати матричну гру, задану платіжною матрицею:

$$P = \begin{pmatrix} 6 & 4 & 7 & 1 \\ 3 & 6 & 5 & 7 \end{pmatrix}.$$

4. Знайти найкоротший ланцюг та побудувати економічне дерево на графі, якщо

$d(1,2)=3, d(1,3)=8, d(1,4)=5, d(2,4)=1, d(3,4)=2, d(2,5)=2, d(4,6)=4, d(3,6)=6, d(5,7)=5, d(6,8)=3, d(7,8)=3$ – довжини ребер.

5. Для виробництва комп'ютерних столів I і II видів потрібні три типи ресурсів: дерево, пластик і трудовитрати. Потреби в ресурсах для виробництва одного стола кожного виду, запаси ресурсів, а також прибуток від реалізації одного стола кожного виду задані в таблиці.

Типи ресурсів	Одиниці продукції I виду	Одиниці продукції II виду	Запаси ресурсів
Дерево (м ²)	1	3	24
Пластик (м ²)	4	1	24
Трудовитрати (люд/год)	3	2	23
Прибуток (грн)	200	300	

Потрібно знайти план випуску продукції, що дозволяє отримати найбільший прибуток.

Затверджено на засіданні кафедри вищої математики
й економіко-математичних методів ХНЕУ ім. С. Кузнеця
Протокол № _____

Завідувач кафедри _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Екзаменатор _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

За бездоганне виконання всіх завдань у білеті з демонстрацією поглиблених знань навчальної дисципліни, умінь їхнього практичного застосування, сформованих компетентностей, що ґрунтуються на вмінні здійснювати та вирішувати широке коло завдань, високий рівень оформлення письмової роботи студент набирає 40 балів.

Оцінювання окремого завдання здійснюють за такими критеріями.

Діагностичні завдання із цієї навчальної дисципліни потребують від студентів стандартного використання матеріалу за дисципліною в межах робочої програми. Кожне діагностичне завдання оцінюють на **7 балів**, а саме:

7 балів – задачі правильно розв'язано; обґрунтовано всі основні моменти розв'язання, чітко описаний метод та алгоритм розв'язання; здійснено аналіз результатів;

6 балів – задачі правильно розв'язано; обґрунтовано всі основні моменти розв'язання, чітко описаний метод та алгоритм розв'язання; аналіз результатів не здійснено;

5 балів – можлива одна негруба помилка; недостатнє обґрунтування; не виконано перевірку або відсутня необхідна ілюстрація;

4 бали – виконано менше половини завдання; правильно обрано метод чи алгоритм, але його не реалізовано повністю; допущено кілька помилок або одну суттєву помилку;

3 бали – розпочато розв'язування, правильно обрано метод, але допущено значні помилки, що призвели до неправильного результату;

2 бали – розпочато розв'язування, є певні слушні міркування, але системні помилки призвели до неправильного результату;

1 бал – розв'язування розпочато, але допущено значні помилки, результат відсутній;

0 балів – розв'язування не розпочато.

Стереотипні завдання із цієї навчальної дисципліни потребують від студентів стандартного використання матеріалу, але запропоновані завдання є задачами більш високого рівня складності, порівняно із завданнями першого рівня. Кожне стереотипне завдання оцінюють на **8 балів**, а саме:

8 балів – задачу розв'язано бездоганно; обґрунтовано всі основні моменти розв'язання, чітко описаний метод та алгоритм розв'язання; здійснено повний аналіз результатів;

7 балів – задачу розв'язано правильно; описано метод та алгоритм розв'язання; обґрунтування розв'язання або аналіз результатів відсутній;

6 балів – задачі розв'язано правильно, але відсутнє обґрунтування та висновки з отриманого результату; хід розв'язання правильний, але допущено одну негрубу помилку, що призвела до неправильного результату;

5 балів – виконано половину завдання; хід розв'язання правильний, але допущено помилки, що призвели до неправильного результату;

4 бали – розпочато розв'язування, правильно обрано метод чи алгоритм, але допущено суттєві помилки; результат неправильний, але деякі етапи виконано правильно;

3 бали – розпочато розв'язування, допущено значні помилки, що призвели до неправильного результату, але є правильний проміжний результат;

2 бали – розпочато розв'язування, є певні слушні міркування, але мають місце системні помилки; результат відсутній, але отримано деякий правильний проміжний результат;

1 бал – розв'язування розпочато, але допущено значні помилки, результат відсутній;

0 балів – розв'язування не розпочато.

Розв'язування *евристичного завдання* передбачає глибоке знання матеріалу, здатність студента творчо мислити. Завдання оцінюють на **10 балів**, а саме:

10 балів – задачу розв'язано бездоганно; обґрунтовано всі основні моменти розв'язання, чітко описано метод та алгоритм розв'язання; здійснено повний аналіз результатів;

9 балів – задачу розв'язано правильно; чітко описано метод та алгоритм розв'язання; обґрунтування розв'язання та аналіз результатів містять недоліки;

8 балів – задачі розв'язано правильно, але не достатньо обґрунтовано, не виконано аналіз результату, можлива негруба помилка, що не впливає на результат;

7 балів – хід розв'язання правильний, але допущено кілька негрубих помилок, що призвели до неправильного результату;

6 балів – хід розв'язання правильний, але допущено одну суттєву або кілька негрубих помилок, що призвели до неправильного результату; хід розв'язання неправильний, але окремі етапи виконано правильно та свідчать про знання деяких прийомів, необхідних для розв'язання даного типу задач;

5 балів – хід розв'язання правильний, але містить помилки; виконано менше половини завдання; правильно виконано деякі етапи розв'язання;

4 бали – розпочато розв'язування, правильно обрано метод чи алгоритм, але допущено суттєві помилки; результат неправильний, але деякі етапи виконано правильно;

3 бали – розпочато розв'язування, допущено принципові помилки, що призвели до неправильного результату, але є правильний проміжний результат;

2 бали – розпочато розв'язування, є певні слушні міркування, але мають місце системні помилки; результат відсутній, але отримано деякий правильний проміжний результат;

1 бал – розв'язування розпочато, але допущено значні помилки, результат відсутній;

0 балів – розв'язування не розпочато.

Студент **не може бути допущений** до складання екзамену, якщо кількість балів, набраних за результатами перевірки успішності під час поточного та модульного контролю, відповідно до змістового модуля, упродовж семестру, у сумі не досягла 35 балів. Після екзаменаційної сесії декан факультету видає розпорядження про ліквідацію академічної заборгованості. У встановлений термін студент добирає залікові бали.

Підсумкову оцінку з навчальної дисципліни розраховують з урахуванням балів, набраних під час екзамену, та балів, набраних під час поточного контролю за накопичувальною системою.

Студента **слід уважати атестованим**, якщо сума балів, набраних як загальний результат оцінювання за всіма формами контролю, дорівнює або перевищує 60. Відповідно, мінімально можлива кількість балів за поточний і модульний контроль упродовж семестру становить 35 та мінімально можлива кількість балів, набраних на екзамені, дорівнює 25.

Результат семестрового екзамену оцінюють в балах (максимальна кількість – 40 балів, мінімальна кількість, що зараховують, – 25 балів) і виставляють у відповідній графі екзаменаційної *"відомості обліку успішності"*.

Підсумкову оцінку з навчальної дисципліни розраховують з урахуванням балів, набраних під час екзамену, та балів, набраних під час поточного контролю за накопичувальною системою.

Сумарний результат у балах за семестр становить: *"60 і більше балів – зараховано"*, *"59 і менше балів – не зараховано"* – і його заносять в залікову *"Відомість обліку успішності"* навчальної дисципліни.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Зразок технологічної карти накопичувальних рейтингових балів та система оцінювання рівня сформованості професійних компетентностей, які повинен набути студент денної форми навчання, наведено в табл. 10.1 і 10.2, відповідно до форм навчання та методів контролю, що застосовують під час вивчення навчальної дисципліни.

Таблиця 10.1

Технологічна карта накопичувальних рейтингових балів

Форми навчання	Навчальні тижні																	Сесія 18-20	Сума	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
Загальне навчальне навантаження студента, годин на тиждень																				
Аудиторні години	Лекції	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	32	
	Практичні заняття	-	2		2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	16	
	Поточні консультації	-	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	2	2
	Екзамен	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
Аудиторні години	-	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	52	
СРС	Вивчення теоретичного матеріалу	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	-	30	
	Виконання практичних завдань	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	-	28	
	Підготовка до екзамену	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	10	
Самостійна робота	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	2	10	68	
Загальний обсяг годин	-	8	6	8	6	8	6	8	6	8	6	8	6	7	5	6	4	14	120	
Графік оцінювання, балів на тиждень																				
Методи контролю	Активна робота на парі (лекції)	-	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	-	6,4
	Активна робота на парі (практичні заняття)	-	0,4	-	0,4	-	0,4	-	0,4	-	0,4	-	0,4	-	0,4	-	0,4	-	-	3,2

Домашнє завдання	-	-	-	0,6	-	0,6	-	0,6	-	0,6	-	0,6	-	0,7	-	0,7	-	-	4,4
Комп. орієнт. завд.	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	10
Самостійні КР	-	-	-	4	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	8
Самостійна творча робота	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	6
Письмові КР	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	12
Колоквіуми	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	10
Екзамен	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	40
Усього балів на тиждень	-	0,8	0,4	5,4	0,4	7,4	0,4	6,4	5,4	5,4	0,4	1,4	0,4	1,5	11,4	1,5	11,4	40	100
Усього	-	0,8	1,2	6,6	7,0	14,4	14,8	21,2	26,6	32,0	32,4	33,8	34,2	35,7	47,1	48,6	60	100	

Таблиця 10.2

Система оцінювання рівня сформованості професійних компетентностей

Професійні компетентності	Навчальний тиждень	Години	Методи та форми навчання	Оцінювання рівня сформованості компетентностей		
				Форми контролю	Максимальний бал	
1	2	3	4	5	6	
Змістовий модуль 1. Основи чисельного аналізу та математичного програмування					27,0	
ВМІ*1 Обчислювати погрішності методів та окремих величин. Вміти аналізувати результати обчислень не тільки з математичної, а із практичної точки зору	1	Ауд.	2	Лекція Тема 1. Принципи формалізації технологічних задач. Теорія похибок. Обчислювальні алгоритми	Активна робота на парі	0,4
		СРС	4	Підготовка до занять	-	-

Продовження табл. 10.2

1		2	3		4		5	6
ВМІ 2	Вміти самостійно доводити та обґрунтовувати вибір того чи іншого методу вирішення нелінійних рівнянь	2	Ауд.	2	Лекція	Тема 2. Чисельне розв'язання рівнянь і систем	Активна робота на парі	0,4
			СРС	4	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел на задану тематику. Виконання домашніх практичних завдань	–	–
			Ауд.	2	Практичне заняття	Практичне заняття 1. Похибка функцій	Активна робота на парі	0,4
ВМІ 3	Знати формули наближеного диференціювання та інтегрування наближеного обчислення визначених інтегралів і похідних	3	СРС	4	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел на задану тематику	–	–
			Ауд.	2	Лекція	Тема 3. Інтерполяція функцій. Інтерполяційні поліноми Ньютона та Лагранжа	Активна робота на парі	0,4
ВМІ 4	Використовувати інтерполяційні сплайни до розв'язання прикладних задач поліграфії	4	Ауд.	2	Лекція	Тема 4. Чисельне диференціювання та інтегрування функцій. Формули прямокутників, трапецій, Сімпсона	Активна робота на парі	0,4
			СРС	4	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел на задану тематику. Виконання домашніх практичних завдань. Підготовка до контрольної роботи	Домашнє завдання	0,6
			Ауд.	2	Практичне заняття	Практичне заняття 2. Розв'язання алгебраїчних нелінійних рівнянь	Активна робота на парі Самостійна контрольна робота	0,4 + 4
ВМІ 4	Використовувати інтерполяційні сплайни до розв'язання прикладних задач поліграфії	5	СРС	4	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел на задану тематику	–	–
			Ауд.	2	Лекція	Тема 5. Сплайни інтерполяції. Криві Безье та їхнє застосування	Активна робота на парі	0,4

1	2	3	4	5	6		
Уміти виконувати афінні перетворення на площині та просторі	6	Ауд.	2	Лекція	Тема 6. Афінні перетворення на площині та просторі. Використання інтегрованих пакетів прикладних програм у задачах обчислювальної математики	Активна робота на парі	0,4
			2	Практичне заняття	Практичне заняття 3. Обчислення інтегралів та диференціалів наближеними методами. Практична контрольна робота	Активна робота на парі Письмова контрольна робота	0,4 + 6
		СРС	4	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел на задану тематику. Виконання домашніх практичних завдань	Домашнє завдання	0,6
Виконувати постановку та формалізацію оптимізаційних задач поліграфії	7	Ауд.	2	Лекція	Тема 7. Предмет математичного програмування. Загальне поставлення задачі лінійного програмування та методи її розв'язання	Активна робота на парі	0,4
		СРС	4	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел на задану тематику. Виконання домашніх практичних завдань. Підготовка до колоквіуму	-	-
Визначати оптимальний план задачі лінійного програмування графічним методом	8	Ауд.	2	Лекція	Тема 8. Транспортна задача. Поставлення та методи розв'язання	Активна робота на парі	0,4
			2	Практичне заняття	Практичне заняття 4. Задача лінійного програмування. Графічний метод, симплекс-метод	Активна робота на парі	0,4
		СРС	4	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел на задану тематику. Виконання домашніх практичних завдань	Домашнє завдання	0,6

1	2	3	4	5	6		
Розв'язувати задачі транспортного типу та теорії ігор	9	Ауд.	2	Лекція	Тема 9. Елементи теорії ігор. Матричні ігри	Активна робота на парі. Компетентнісно-орієнтовані завдання. Колоквіум	0,4 + 5 + 5
		СРС	4	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел на задану тематику	–	
Змістовий модуль 2. Елементи теорії графів. Цифрова обробка сигналів							33,0
Знати загальні поняття про фрактали. Основні типи фракталів та приклади їхнього застосування	10	Ауд.	2	Лекція	Тема 10. Фрактали. Основні типи фракталів та їхнє використання	Активна робота на парі	0,4
			2	Практичне заняття	Практичне заняття 5. Матричні ігри	Активна робота на парі	0,4
		СРС	4	Підготовка до занять	Виконання домашніх практичних завдань	Домашнє завдання	0,6
ВМІ 6 Будувати економічне дерево та знаходити найкоротшій ланцюг на неорієнтованому графі	11	Ауд.	2	Лекція	Тема 11. Неорієнтовані графи та оптимізаційні задачі на них	Активна робота на парі	0,4
		СРС	4	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел на задану тематику. Виконання домашніх практичних завдань	–	–
Розв'язувати задачу відшукування на сітковому графіку критичного часу і критичного шляху	12	Ауд.	2	Лекція	Тема 12. Орієнтовані графи, сіткові графіки	Активна робота на парі	0,4
			2	Практичне заняття	Практичне заняття 6. Оптимізаційні задачі на неорієнтованих графах: побудова економічного дерева та найкоротшого ланцюга на графі	Активна робота на парі Самостійна контрольна робота	0,4 + 4

Продовження табл. 10.2

1	2	3	4		5	6	
		СРС	4	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел на задану тематику. Виконання домашніх практичних завдань	Домашнє завдання	0,6
Використовувати алгоритм Форда – Фолкерсона для розв'язання задач на транспортних сітках	13	Ауд.	2	Лекція	Тема 13. Транспортні сітки. Алгоритм Форда – Фалкерсона	Активна робота на парі	0,4
		СРС	4	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел на задану тематику	–	–
Розкласти функцію в ряд Фур'є. Застосовувати ряди Фур'є до задач поліграфії	14	Ауд.	2	Лекція	Тема 14. Ряди Фур'є. Комплексна та дійсна форма рядів Фур'є. Інтеграл і перетворення Фур'є	Активна робота на парі	0,4
			2	Практичне заняття	Практичне заняття 7. Розв'язання задач на сіткових графіках	Активна робота на парі	0,4
		СРС	4	Підготовка до занять	Виконання домашніх практичних завдань. Підготовка до контрольної роботи	Домашнє завдання	0,7
Знати основні поняття теорії сигналів та систем	15	Ауд.	2	Лекція	Тема 15. Вступ у теорію сигналів і систем	Активна робота на парі	0,4
		СРС	4	Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел на задану тематику. Підготовка звіту про виконання творчих завдань	–	–
Розрізняти основні типи сигналів. Проводити операцію дискретизації	16	Ауд.	2	Лекція	Тема 16. Основні типи сигналів. Операція дискретизації. Тема 17. Фільтри. Wavelet	Активна робота на парі	0,4

Закінчення табл. 10.2

1	2	3	4	5	6	
ВМІ 7	16	Ауд.	2	Практичне заняття Практичне заняття 8. Ряди Фур'є. Інтеграл Фур'є	Активна робота на парі. Письмова контрольна робота. Компетентнісно-орієнтовані завдання	0,4 + 6 + 5
		СРС	4	Підготовка до занять Пошук, підбір та огляд літературних джерел на задану тематику; виконання домашніх практичних завдань	Домашнє завдання	0,7
Знати теорію та розраховувати цифрові фільтри з імпульсними характеристиками закінченої довжини	17	СРС	2	Підготовка до занять Пошук, підбір та огляд літературних джерел на задану тематику; виконання домашніх практичних завдань	Творчі завдання. Колоквіум	6 + 5
Сесія	Ауд.	4	Передекза менаційні консультації Вирішення практичних завдань на різні теми, що входять до підсумкового контролю	Підсумковий контроль	40	
		2	Екзамен Виконання завдань екзаменаційного білета			
		СРС	Підготовка до екзамену Повторення матеріалів змістових модулів			
Усього годин	120	Загальна максимальна кількість балів із навчальної дисципліни			100	
із них				із них		
<i>аудиторні</i>	75 %			<i>поточний контроль</i>	60,00	
<i>самотійна робота</i>	25 %			<i>підсумковий контроль</i>	40,00	

Розподіл балів у межах тем змістових модулів наведено в табл. 10.3.

Таблиця 10.3

Розподіл балів за темами

Поточне тестування та самостійна робота																	Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1									Змістовий модуль 2									
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	40	100
0,3	0,3	0,3	1,1	0,3	1,1	0,3	1,1	0,3	1,1	0,3	1,2	0,3	1,2	0,3	1,2	0,3		
Письмова контрольна робота									Письмова контрольна робота									
5									5									
Самостійна контрольна робота									Самостійна контрольна робота									
5									5									
Компетентнісно-орієнтоване завдання									Компетентнісно-орієнтоване завдання									
5									5									
Колоквіум									Колоквіум									
6									6									
Самостійна творча робота																		
7																		

Примітка. T1, T2 ... T17 – теми змістових модулів.

Максимальну кількість балів, яку може накопичити студент протягом тижня за формами та методами навчання і контролю, наведено в табл. 10.4.

Розподіл балів за тижнями

Теми змістового модуля			Лекційні заняття	Практичні заняття	Домашнє завдання	Компетентнісно-орієнтоване завдання	Самостійна контрольна робота	Письмова контрольна робота	Самостійна творча робота	Колоквіум	Усього
Змістовий модуль 1 Основи чисельного аналізу та математичного програмування	Тема 1	1 тиждень	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,3
	Тема 2	2 тиждень	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	0,6
	Тема 3	3 тиждень	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,3
	Тема 4	4 тиждень	0,3	0,3	0,5	-	-	-	-	-	1,1
	Тема 5	5 тиждень	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,3
	Тема 6	6 тиждень	0,3	0,3	0,5	-	-	5	-	-	6,1
	Тема 7	7 тиждень	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,3
	Тема 8	8 тиждень	0,3	0,3	0,5	-	5	-	-	-	6,1
	Тема 9	9 тиждень	0,3	-	-	5	-	-	-	6	11,3
Змістовий модуль 2 Елементи теорії графів. Цифрове оброблення сигналів	Тема 10	10 тиждень	0,3	0,3	0,5	-	-	-	-	-	1,1
	Тема 11	11 тиждень	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,3
	Тема 12	12 тиждень	0,3	0,3	0,6	-	5	-	-	-	6,2
	Тема 13	13 тиждень	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,3
	Тема 14	14 тиждень	0,3	0,3	0,6	-	-	-	-	-	1,2
	Тема 15	15 тиждень	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,3
	Тема 16	16 тиждень	0,3	0,3	0,6	-	-	5	-	-	6,2
	Тема 17	17 тиждень	-	-	-	5	-	-	7	6	18
Усього			4,8	2,4	3,8	10	10	10	7	12	60

Підсумкову оцінку з навчальної дисципліни визначають, відповідно до Тимчасового положення "Про порядок оцінювання результатів навчання студентів за накопичувальною бально-рейтинговою системою" ХНЕУ ім. С. Кузнеця (табл. 10.5).

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
74 – 81	C		
64 – 73	D		
60 – 63	E	задовільно	
35 – 59	FX	незадовільно	не зараховано
1 – 34	F		

Оцінки за цією шкалою заносять до відомостей обліку успішності, індивідуального навчального плану студента та іншої академічної документації.

11. Рекомендована література**11.1. Основна**

1. Бахвалов Н. С. Численные методы / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. – Москва : Наука, 1987. – 426 с.
2. Дубовик В. П. Вища математика / В. П. Дубовик, І. І. Юрик. – Київ : "А. С. К.", 2004. – 647 с.
3. Егоршин А. А. Математическое программирование / А. А. Егоршин, Л. М. Малярец. – Харьков : ИД "ИНЖЭК", 2003. – 280 с.
4. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB. Учебный курс / Ю. Лазарев. – Санкт-Петербург : Питер. 2005. – 512 с.
5. Оре О. Графы и их применение / О. Оре. – Москва : Мир, 1965. – 476 с.
6. Роджерс Д. Математические основы машинной графики / Д. Роджерс, Дж. Адамс. – Москва : Мир, 2001. – 604 с.

7. Сенчуков В. Ф. Дискретний аналіз. Тексти лекцій. Ч. 1 / В. Ф. Сенчуков, Т. В. Денисова. – Харків : РВВ ХДЕУ, 1999. – 88 с.

8. Сенчуков В. Ф. Дискретний аналіз. Тексти лекцій. Ч. 2 / В. Ф. Сенчуков, Т. В. Денисова. – Харків : Вид. ХДЕУ, 2000. – 104 с.

11.2. Додаткова

9. Вправи з курсу "Математика для економістів" для студентів усіх спеціальностей усіх форм навчання / уклад. Я. П. Бузько, Т. В. Денисова, Т. М. Травкіна. – Харків : Вид. ХДЕУ, 2003. – 82 с.

10. Гутер Р. С. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта / Р. С. Гутер, Б. В. Овчинский. – Москва : Наука, 1970. – 428 с.

11. Данко П. Е. Высшая математика в упражнениях и задачах / П. Е. Данко, А. Г. Попов, Т. Я. Кожевникова. – Москва : Оникс, 2003. – 416 с.

12. Калихман И. Л. Сборник задач по математическому программированию / И. Л. Калихман. – Москва : Высшая школа, 1975. – 270 с.

13. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB : учеб. курс / Ю. Лазарев. – Санкт-Петербург : Питер, 2005. – 511 с.

14. Мандельброт Бенуа Б. Фрактальная геометрия природы / Бенуа Б. Мандельброт. – Москва : Институт компьютерных исследований, 2002. – С. 656.

15. Математика для економістів: практичний посібник для розв'язання задач економічних досліджень у MATLAB / Л. М. Малярець, Є. В. Рєзник, О. Г. Тижненко. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2008. – 212 с.

16. Сергиенко А. Цифровая обработка сигналов / А. Сергиенко. – Санкт-Петербург : Питер. 2003. – 312 с.

17. Сигорский В. П. Математический аппарат инженера. – Киев : Техника, 1975. – 768 с.

18. Тижненко О. Г. Методичні рекомендації до виконання навчально-дослідних завдань з вищої математики на базі Matlab для студентів усіх спеціальностей усіх форм навчання / О. Г. Тижненко, Є. В. Рєзник – Харків : Вид ХНЕУ, 2009. – 132 с.

19. Турчак Л. И. Основы численных методов / Л. И. Турчак. – Москва : Наука, 1987. – 318 с.

Додатки

Додаток А

Таблиця А.1

Структура складових частин професійних компетентностей із навчальної дисципліни "Прикладна математика" за Національною рамкою кваліфікацій України

79

Складові частини компетентності, яку формують у межах теми	Мінімальний досвід	Знання	Уміння	Комунікації	Автономність і відповідальність
1	2	3	4	5	6
Тема 1. Принципи формалізації технологічних задач. Теорія похибок. Обчислювальні алгоритми					
Застосування інструментів теорії наближених обчислень до розв'язання економічних задач поліграфії	Повторення матеріалу з курсу вищої математики. Знання понять відносної та абсолютної похибок	Знання методів обчислення похибок окремих величин, функцій та методів	Обчислювати похибки методів та окремих величин, самостійно доводити та обґрунтовувати вибір того чи іншого способу обчислення похибок	Аналізувати результати обчислень не тільки з математичної, а й із практичної точки зору	Здатність аналізувати економічні задачі поліграфії, надавати пропозиції з використання методів теорії похибок

1	2	3	4	5	6
Тема 2. Чисельне розв'язання рівнянь і систем					
Застосування інструментів теорії наближених обчислень та чисельних методів розв'язання нелінійних рівнянь та систем до розв'язання економічних задач поліграфії	Будувати інтерполяційні поліноми у формі Ньютона та Лагранжа	Знання чисельних методів розв'язання нелінійних рівнянь та систем нелінійних рівнянь	Чисельно розв'язувати алгебраїчні та трансцендентні рівняння методами половинного ділення, Ньютона, простих ітерацій, досліджувати та розв'язувати системи нелінійних рівнянь	Розуміти економічні процеси та аналізувати їх чисельними методами. Презентувати результати повного дослідження розв'язку нелінійного рівняння	Відповідальність за коректність та адекватність розроблених методів дослідження нелінійних рівнянь та систем. Самостійність ухвалення рішення в умовах поганої збіжності алгоритму
Тема 3. Інтерпольовані та наближені функції					
Ідентифікація типів економічних задач у поліграфії, для розв'язання яких доцільно застосовувати інтерпольовані та наближені функції	Знати сутність та значущість використання функції багатьох змінних під час розгляду різноманітних економічних процесів	Знання методичних основних понять про інтерлювання та наближення функцій	Знаходити інтерполяційні поліноми Лагранжа та Ньютона	Застосовувати принципи інтерполяції в економічних задачах поліграфії	Відповідальність за визначення стратегії управління економічними процесами в роботі економічних систем поліграфії

1	2	3	4	5	6
Тема 4. Чисельне диференціювання й інтегрування функцій					
Застосування чисельного інтегрування та диференціювання до розв'язання економічних задач у поліграфічному видавництві	Обчислювати інтегралів та диференціалів різними наближеними методами	Знання методів прямокутників, трапецій Сімпсона, наближеного обчислення інтегралів та похибок цих формул	Застосовувати апарат чисельного аналізу для опису елементарних процесів поліграфії, використовувати чисельні методи до розв'язання диференційних рівнянь	Розв'язувати економічні задачі, для розв'язання яких використовують апарат чисельних методів	Відповідальність за поставлення та розв'язання економічних задач поліграфії, для математичних моделей яких використовують чисельні методи інтегрування та диференціювання
Тема 5. Сплайни інтерполяції. Криві Безьє					
Формування поняття про сплайн-інтерполяцію та застосування її до прикладних задач поліграфії	Знати загальні поняття про сплайни інтерполювання	Знання властивостей кривих Безьє, теоретичних основ сплайн-інтерполяції, кубічних сплайнів та доцільність їхнього використання в прикладних задачах поліграфії	Будувати криві Безьє та використовувати інтерполяційні сплайни до прикладних задач поліграфії	Будувати сплайн-інтерполяції, а також розв'язувати за їхньою допомогою геометричні та економічні задачі поліграфії	Відповідальність за поставлення та реалізацію економічних задач поліграфії, розв'язання яких зводиться до побудови сплайн-інтерполяції, кубічних сплайнів, тощо

1	2	3	4	5	6
Тема 6. Афінні перетворення на площині та просторі. Використання інтегрованих пакетів прикладних програм у задачах обчислювальної математики					
Здатність до афінних перетворень під час дослідження графічних процесів поліграфії	Виконувати перетворення зображень за допомогою афінних перетворень на площині та просторі	Знання основних формул афінної геометрії	Застосовувати знання основних принципів афінної геометрії до задач, пов'язаних із модулюванням графічних зображень на площині та просторі	Розв'язувати економічні задачі, математичними моделями яких є диференціальні рівняння, а саме: відшукування первісних, еластичності функції тощо	Відповідальність за застосування апарату афінної геометрії для побудови та перетворення зображень, що мають відношення до поліграфічних задач
Тема 7. Предмет математичного програмування. Загальне поставлення задачі лінійного програмування (ЛП) та методи її розв'язання					
Застосування математичних моделей та використання методів лінійного програмування для розв'язання оптимізаційних задач поліграфії	Знання понять: многокутник планів, функція цілі, система обмежень, опорний та оптимальний плани, поставлення задачі та основні оптимізаційні методи	Знання загального поставлення задачі ЛП, методи її розв'язання: графічний, сімплекс-метод та за допомогою теорії двоїстості	Розв'язувати за допомогою графічного методу задачі лінійного програмування	Досліджувати ЗЛП на наявність або відсутність оптимального розв'язку, розв'язувати ЗЛП одним із методів лінійного програмування	Відповідальність за використання методів лінійного програмування у задачах дослідження економічних процесів і явищ поліграфії

1	2	3	4	5	6
Тема 8. Транспортна задача. Постановлення, методи розв'язання та аналізу					
Застосування математичних моделей та використання методів лінійного програмування для розв'язання оптимізаційних задач поліграфії	Будувати опорний план транспортної задачі та здійснювати перевірку на оптимальність методом потенціалів	Знання загального поставлення транспортної задачі, методи її розв'язання: метод північно-західного кута та мінімальної вартості, метод потенціалів	Визначити тип транспортної задачі; будувати опорний та оптимальний плани	Досліджувати транспортні задачі на наявність або відсутність оптимального розв'язку, розв'язувати транспортні задачі одним із методів лінійного програмування	Відповідальність за використання методів лінійного програмування у задачах транспортного типу, що мають відношення до поліграфії
Тема 9. Елементи теорії ігор. Матричні ігри					
Застосування математичних моделей та використання елементів теорії ігор для розв'язання оптимізаційних задач поліграфії	Знати основні поняття, що стосуються матричних ігор	Знання методів розв'язання матричної ігри та їхніх особливостей	Вирішувати матричні ігри графічним та аналітичним методами, знаходити ціну гри	Модулювати та вирішувати конфліктні ситуації за допомогою апарату матричних ігор	Відповідальність за точність і коректність складання матричної гри під час вирішування конфліктної ситуації

1	2	3	4	5	6
Тема 10. Фрактали. Основні типи фракталів та їхнє використання					
Формування аналітичного та абстрактного мислення за допомогою будівництва фракталів у пакеті <i>Excel</i>	Знати основні типи фракталів, основні принципи розроблення алгебраїчних, геометричних та стохастичних фракталів	Знання поняття про фрактали, основні типи та види фракталів	Застосовувати фрактали до задач поліграфічного виробництва	Застосовувати геометричні та алгебраїчні фрактали до побудови зображень та їхнє збереження	Відповідальність за використання фракталів у геометричних задачах поліграфії
Тема 11. Неорієнтовані графи та оптимізаційні задачі на неорієнтованих графах					
Розуміння змісту економічних задач поліграфії, пов'язаних з неорієнтованими графами	Знати основні поняття, що стосуються неорієнтованих графів	Знання основних понять теорії графів, операції на графах, методи розв'язання оптимізаційних задач	Будувати економічне дерево та знаходити найкоротшій ланцюг на неорієнтованому графі	Розв'язувати задачі за допомогою методів теорії графів	Відповідальність за точність і коректність побудови економічних дерев, знаходження найкоротшого ланцюга на неорієнтованому графі

1	2	3	4	5	6
Тема 12. Орієнтовані графи. Сіткові графіки					
Розуміння змісту економічних задач поліграфії, пов'язаних з орієнтованими графами	Розв'язувати задачі планування робіт за допомогою сіткових графіків	Знання основних понять теорії графів, операції на графах, методи розв'язання оптимізаційних задач	Знаходити критичний шлях та критичний час на орієнтованому графі	Розв'язувати задачі за допомогою методів теорії графів	Відповідальність за використання вмінь знаходити критичний шлях та критичний час на сітковому графі
Тема 13. Транспортні сітки. Алгоритм Форда – Фалкерсона					
Розуміння змісту економічних задач поліграфії, пов'язаних із теорією графів	Знати основні поняття, що стосуються алгоритму Форда – Фалкерсона	Знання основних понять транспортної сітки, алгоритму Форда – Фалкерсона знаходження мінімального розрізу та максимального потоку на транспортній сітці	Використовувати алгоритм Форда – Фалкерсона для знаходження мінімального розрізу та максимального потоку на ТС	Розв'язувати задачі за допомогою транспортних сіток	Відповідальність за використання алгоритму Форда – Фалкерсона для знаходження мінімального розрізу та максимального потоку на транспортній сітці
Тема 14. Ряди Фур'є. Комплексна та дійсна форма рядів Фур'є. Інтеграл і перетворення Фур'є					
Застосування рядів Фур'є до розв'язання прикладних задач поліграфічної справи	Знаходити коефіцієнти ряду Фур'є в залежності від типу заданої функції	Знання інтеграла Фур'є в дійсній та комплексній формі, формул перетворення Фур'є	Розкласти функції різних типів в ряд Фур'є; виконувати алгоритм перетворення та швидке перетворення Фур'є	Розв'язувати задачі розкладання функцій у ряд Фур'є	Відповідальність за використання рядів Фур'є в задачах поліграфії

1	2	3	4	5	6
Тема 15. Вступ у теорію сигналів і систем					
Застосування рядів Фур'є до розв'язання прикладних задач теорії сигналів	Вміти будувати та розпізнавати сигнали різних типів	Знати основні поняття теорії сигналів та систем: розмірність сигналів, класифікація сигналів, математичні моделі сигналів, їх енергія	Виконувати операцію дискретизації, знати про операцію відновлення аналогового сигналу, принципи спектрального зображення сигналів	Розв'язувати задачі теорії сигналів	Відповідальність за самостійний аналіз та розуміння вагомості зв'язку між рядами Фур'є та теорією сигналів
Тема 16. Основні типи сигналів. Операція дискретизації. Спектральне зображення сигналів					
Розуміння змісту економічних задач поліграфії, пов'язаних з теорією сигналів	Володіти перетворенням типів сигналів	Знати поняття дискретних та цифрових сигналів	Розпізнавати сигнали за типами, класифікувати їх; виконувати операцію дискретизації та відновлення	Розвиток здібностей розв'язувати задачі за допомогою теорії сигналів	Відповідальність за відповідні висновки та самостійний аналіз отриманих результатів з теорії сигналів
Тема 17. Фільтри. Wavelet					
Застосування фільтрів <i>Wavelet</i> до розв'язання прикладних задач поліграфічної справи	Дослідження характеристик аналогових та дискретних фільтрів	Знати основні положення теорії цифрових фільтрів з імпульсними характеристиками скінченної довжини	Проводити розрахунок цифрових фільтрів за фільтрами неперервного часу	Самостійно створювати математичні моделі для опису різноманітних фільтрів	Відповідальність за використання фільтрів <i>Wavelet</i> у задачах поліграфії

Зміст

Вступ.....	3
1. Опис навчальної дисципліни.....	4
2. Мета та завдання навчальної дисципліни.....	5
3. Програма навчальної дисципліни.....	9
4. Структура навчальної дисципліни.....	13
5. Підготовка практичних занять.....	15
5.1. Теми практичних занять.....	15
5.2. Приклади типових завдань аудиторних письмових контрольних робіт за темами.....	21
6. Самостійна робота.....	23
6.1. Форми самостійної роботи.....	23
6.2. Приклади практичних домашніх завдань для самостійної роботи.....	32
6.3. Контрольні запитання для самодіагностики.....	39
6.4. Самостійна контрольна робота.....	41
6.4.1. Основні вимоги до виконання самостійної контрольної роботи.....	41
6.4.2. Приклади типових завдань самостійних контрольних робіт.....	42
6.5. Компетентнісно-орієнтовані завдання.....	47
6.5.1. Основні вимоги до виконання компетентнісно-орієнтованих завдань.....	47
6.5.2. Приклади компетентнісно-орієнтованих завдань за змістовими модулями.....	48
6.6. Підготовка самостійної творчої роботи.....	50
7. Індивідуально-консультативна робота.....	52
8. Методи навчання.....	52
9. Методи контролю.....	58
10. Розподіл балів, які отримують студенти.....	68
11. Рекомендована література.....	77
11.1. Основна.....	77
11.2. Додаткова.....	78
Додатки.....	79

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА

**Робоча програма
для студентів спеціальності
186 "Видавництво та поліграфія"
першого (бакалаврського) рівня**

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Укладач **Ковальова Катерина Олександрівна**

Відповідальний за видання *Л. М. Малярець*

Редактор *О. Г. Доценко*

Коректор *О. В. Анацька*

План 2017 р. Поз. № 23 ЕВ. Обсяг 88 с.

Видавець і виготовлювач – ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 61166, м. Харків, просп. Науки, 9-А

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
ДК № 4853 від 20.02.2015 р.*