

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Затверджую



Прймальної комісії

Ректор

Михайло
ЗГУРОВСЬКИЙ

28.04.2023

дата

Навчально-науковий інститут прикладного системного аналізу
повна назва факультету навчально-наукового інституту

ПРОГРАМА

комплексного фахового випробування

для вступу на освітньо-професійну програму підготовки магістра
«Системний апаліз фінансового ринку»

за спеціальністю 124 Системний аналіз

Програму ухвалено:

Вченою Радою Навчально-наукового інституту
прикладного системного аналізу

Протокол № 3 від «27» березня 2023 р.

Заступник Голови Вченої Ради

Віктор РОМАНЕНКО

ВСТУП

Програма комплексного фахового випробування для вступу на освітню програму підготовки магістра «Системний аналіз фінансового ринку» за спеціальністю 124 «Системний аналіз» (далі — Програма) призначена для отримання досвіду самостійної роботи абітурієнта з підготовки до екзамену.

Метою програми є формування у абітурієнтів здатностей:

ознайомитися із предметними питаннями курсів навчальних дисциплін, що включені в екзаменаційні білети;

опрацювати підручники, навчальні посібники та інші інформаційно-літературні джерела предметної області знання;

осмислити, упорядити і систематизувати засвоєні теоретичні знання і практичні навички;

вмотивовано виконати роботу на екзамені, продемонструвавши певний рівень засвоєння структури та змісту навчальних дисциплін в результаті підготовки.

Перелік навчальних дисциплін цієї Програми складають такі, що є базовими та, відповідно, належать до циклу загальної підготовки навчального плану підготовки бакалавра за освітньо-професійною програмою «Системний аналіз фінансового ринку» спеціальності 124 «Системний аналіз»:

1) Аналіз часових рядів

2) Методи оптимізації та дослідження операцій

3) Чисельні методи

Вступний екзамен проводиться чотири академічних години без перерви (180 хвилин), в аудиторному приміщенні випускової кафедри математичних методів системного аналізу КПІ ім. Ігоря Сікорського, за методом «одержання екзаменаційного білету—повернення письмової роботи».

Завданням на екзамені є розв'язання задач екзаменаційного білету. Екзаменаційний білет містить п'ять за типом практичних завдань.

Диференціації робочого часу, відведеного на виконання кожного завдання, немає. Фіксується час початку і закінчення роботи.

ПЕРЕЛІК НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ, ЩО ВІНОСИТЬСЯ НА КОМПЛЕКСНЕ ФАХОВЕ ВИПРОБУВАННЯ

1. Аналіз часових рядів

Основні типи моделей часових рядів: огляд

Моделі лінійних стаціонарних процесів.

Лінійні нестаціонарні процеси з детермінованим трендом.

Нелінійні нестаціонарні процеси з детермінованим трендом.

Нестаціонарні процеси із стохастичним трендом.

Методика побудови моделі часового ряду

Типи регресійних моделей для формального опису статистичних даних у формі часових рядів.

Вимоги до даних, оцінок параметрів математичних моделей і моделей у цілому.

Поняття структури математичної моделі часового ряду; поняття стаціонарності процесів, поданих статистичними даними.

Попередня підготовка даних для побудови моделі.

Оцінювання структури моделі на основі розрахунку кореляційних характеристик даних і використання статистичних тестів на лінійність та нестаціонарність.

Оцінювання параметрів моделі за допомогою методу найменших квадратів (МНК), методу максимальної правдоподібності (ММП).

Аналіз адекватності моделей-кандидатів за множиною статистичних характеристик якості, вибір кращої моделі.

Застосування різницевого рівняння до опису часових рядів

Поняття різниць та різницевого рівняння (РР).

Знаходження повних розв'язків рівнянь низьких порядків ітераційним методом; аналіз збіжності розв'язків.

Загальна методика знаходження однорідних рівнянь вищих порядків з використанням коренів характеристичних рівнянь (ХР); три випадки (дійсні різні корені ХР, кратні та комплексні корені).

Методика знаходження неоднорідних розв'язків стохастичних РР.

Знаходження повних розв'язків РР.

Умови збіжності повних розв'язків РР.

Застосування РР до прогнозування часових рядів

Умовні та безумовні статистичні характеристики випадкових процесів, означення прогнозу.

Коротко- та середньострокове прогнозування без знаходження розв'язків РР.

Статистичні критерії якості оцінок прогнозів.

Побудова функцій прогнозування на довільну кількість кроків на основі лінійних різницевого рівнянь.

Довгострокове прогнозування нестационарних процесів за моделями трендів.

Застосування лагових операторів при побудові моделей часових рядів

Подання різницевого рівняння за допомогою лагових операторів.

Властивості лагових операторів, альтернативні форми РР.

Знаходження розв'язків РР за допомогою лагових операторів.

Застосування операторів зсуву в теорії керування та аналізі часових рядів.

Література [1, 2, 3, 4]

2. Методи оптимізації та дослідження операцій

1. Постановка та математична модель задач лінійного програмування (ЛП). Форми запису задачі лінійного програмування. Канонічна та розгорнута форма. Множина допустимих розв'язків.
2. Постановка та математична модель задач лінійного програмування (ЛП). Графічний метод розв'язання задач лінійного програмування
3. Постановка та математична модель багатокритеріальної задачі прийняття рішень і її властивості. Властивості ефективних альтернатив і способи їх знаходження.
4. Багатокритеріальний вибір альтернатив на основі нечіткого відношення переваги. Недоміновані альтернативи та їхні властивості.
5. Методи розв'язання задач лінійного програмування Теоретичні основи симплекс-метода, алгоритм симплекс-метода. Зв'язок між елементами симплекс-таблиць, ознака оптимальності та нерозв'язності задачі
6. Двоїста задача лінійного програмування . Зв'язок між формами запису прямої та двоїстої задач ЛП, основні теореми двоїстості, зведена теорема про зв'язок оптимальних рішень пари двоїстих задач, та зв'язок обмежень прямої задачі з оптимальним розв'язком двоїстої задачі і навпаки.
7. Дослідження моделей задач лінійного програмування на чутливість. Економічна інтерпретація оптимальних значень двоїстих змінних. Дослідження чутливості оптимального розв'язку задач ЛП при варіюванні обмежених ресурсів. Дослідження чутливості при варіюванні матриці обмежень задачі. Дослідження чутливості при введенні нового способу виробництва.

8. Постановка та математична модель задач нелінійного програмування (НП) і дослідження структури. Визначення опуклої та вгнутої функції.
9. Постановка та математична модель задач нелінійного програмування Теорема про множники Лагранжа Метод множників Лагранжа.
10. Теорема Куна-Такера та її роль в нелінійному програмуванні (НП). Застосування теореми Куна-Такера для задачі опуклого програмування
11. Задача квадратичного програмування та метод її розв'язання. Форма запису задачі. Умови оптимальності Куна-Такера для задач квадратичного програмування.
12. Загальна постановка задачі для методів одновимірної оптимізації. Математична модель задачі .Алгоритм дихотомічного пошуку. Метод золотого перетину .Метод Фібоначчі
13. Загальна характеристика методів можливих напрямків. Можливий напрямок та можливий напрямок спуску. Застосування методів можливих напрямків у випадку лінійних обмежень
14. Побудова можливих напрямків спуску .Застосування методів можливих напрямків у випадку нелінійних обмежень
15. Теорема Вейєрштрасса та наслідок з неї. Задача безумовної оптимізації. Необхідні умови оптимальності першого порядку.
16. Критерій Сильвестра. Необхідні умови оптимальності другого порядку. Достатні умови оптимальності задачі безумовної оптимізації.
17. Задача умовної оптимізації. Поняття лінії рівня. Геометрична інтерпретація.
18. Класична задача на умовний екстремум. Умови регулярності. Геометрична інтерпретація.
19. Теореми про необхідні та достатні умови в класичній задачі на умовний екстремум.
20. Опуклі множини. Операції над опуклими множинами. Поліедральні множини.
21. Поняття опуклої комбінації та опуклої оболонки. Теорема про опуклу комбінацію точок опуклої множини. Нерівність Йенсена.

22. Поняття конуса та опуклого конуса. Конічна оболонка множини. Спряжений конус.
23. Поняття гіперплощини та півпросторів, що породженні гіперплощиною. Віддільність та строга віддільність. Теореми віддільності.
24. Опуклі функції. Строга опуклість. Надграфік функції. Друге означення опуклої функції. Індикаторна функція.
25. Операції над опуклими функціями. Критерії опуклості функції в термінах перших та других похідних.
26. Опукла задача оптимізації. Теореми про властивості розв'язків опуклої задачі.
27. Поняття дотичної гіперплощини. Теорема про властивості опуклої функції.
28. Поняття субдиференціала опуклої функції. Геометрична інтерпретація. Субдиференціал лінійної комбінації опуклих функцій та функції максимуму. Умови екстремуму.
29. Теорема про необхідні та достатні умови оптимальності у випадку опуклої допустимої множини та опуклої функції. Геометрична інтерпретація.
30. Леми про умови оптимальності в загальній задачі оптимізації для деяких конкретних видів допустимої множини (весь простір, координатний паралелепіпед).

Література [5, 6, 7, 8,9]

3. Чисельні методи

Розв'язання нелінійних рівнянь. Пошук коренів алгебраїчних рівнянь. Теорема Бюдана. Теорема Декарта. Теорема Гюа. Теорема Штурма. Чисельні методи пошуку коренів рівняння: метод бісекції (половинного ділення), метод простої ітерації, метод січних, метод Ньютона.

Прямі методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод Гаусса та його різновиди (LU розклад, LDU), обчислення визначника системи, оберненої матриці. Метод квадратного кореня, схема Холецького.. Обумовленість системи рівнянь.

Ітераційні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Методи Якобі, Зайделя. Умови збіжності методів.

Ітераційні методи розв'язання систем нелінійних рівнянь. Метод простої ітерації, метод Ньютона. Принцип стислих відображень. Умови збіжності методів.

Наближення функцій. Задачі інтерполяції та апроксимації. Інтерполяційні формули Ньютона та Лагранжа. Інтерполяція сплайнами. Оцінка похибок інтерполяційних формул.

Чисельне диференціювання. Оцінювання порядку точності різницевих формул.

Чисельне інтегрування. Формули середніх, трапецій, Сімпсона. Квадратурні формули Ейлера. Кубатурні формули.

Спектральна задача. Методи: степеневий, скалярних добутків, Данилевського, Крилова, Якобі, QR, LR. Перетворення подібності, конгруентне, Гаусголдера.

Розв'язання задачі Коші для диференціальних рівнянь. Методи Ейлера, Рунге-Кутта першого, другого, четвертого порядків. Методи Адамса першого, другого, четвертого порядків.

Крайові задачі для звичайних диференціальних рівнянь. Метод прогонки. Метод колокації. Метод найменших квадратів. Метод Гальоркіна. Метод скінченних різниць для розв'язання звичайних диференціальних рівнянь та рівнянь у частинних похідних. Застосування до задач другого порядку: крайової двоточкової, еліптичної, параболічної, гіперболічної.

Література [10, 11, 12, 13,14, 15, 16, 17, 18, 19]

ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

Користування допоміжним матеріалом на екзамені

— Забороняється

Критерії оцінювання (за системою ECTS, стобальна шкала)

Розв'язання кожної задачі оцінюється за такими критеріями:

95—100	—	задачу розв'язано повністю, вірно
85—94	—	задачу розв'язано вірно, відповідь правильна, але наявними є один-два недоліки (наявними є деякі методичні помилки, порушено послідовність викладок тощо)
75—84	—	задачу розв'язано вірно, але відповідь неправильна (наявними є арифметичні помилки)
65—74	—	задачу розв'язано неповністю, але намічено правильний хід розв'язування
60—64	—	задачу не розв'язано, але наведено формули або твердження, що можуть бути використані при розв'язуванні задачі
менше 60	—	задачу не розв'язано

Результат роботи обчислюється як середнє арифметичне оцінок, що їх отримано за кожну задачу і заокруглюється до цілих.

Відповідно до «Правил прийому до КПІ ім. Ігоря Сікорського» є необхідним перерахунок оцінки рейтингової системи оцінювання (60...100 балів) в шкалу ЄВІ (100...200 балів).

Таблиця. Відповідність оцінок рейтинговій системі оцінювання (PCO)

Таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів)
оцінкам 200-бальної шкали (100...200 балів)

шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200
60	100	70	140	80	160	90	180
61	105	71	142	81	162	91	182
62	110	72	144	82	164	92	184
63	115	73	146	83	166	93	186
64	120	74	148	84	168	94	188
65	125	75	150	85	170	95	190
66	128	76	152	86	172	96	192
67	131	77	154	87	174	97	194
68	134	78	156	88	176	98	196
69	137	79	158	89	178	99	198
						100	200

Приклад типового завдання комплексного фахового випробування

Білет № 0

1. Дано рівняння авторегресії з ковзним середнім третього порядку АРКС(3, 2):

$$y(k) = 0,5 + y(k-1) + 0,25y(k-2) - 0,25y(k-3) + \varepsilon(k) - \\ - 0,125\varepsilon(k-1) + 0,125\varepsilon(k-2).$$

Необхідно знайти повний розв'язок цього рівняння і виконати аналіз збіжності знайденого розв'язку.

2. Знайти найкращий компромісний розв'язок наступної задачі багатокритеріальної оптимізації

$$F_1(x) = x_1 + 4x_2 \rightarrow \max$$

$$F_2(x) = 3x_1 - x_2 \rightarrow \min$$

при умовах

$$\begin{aligned}
 x_1 + 2x_2 &\geq 4 \\
 3x_1 + x_2 &\geq 7 \\
 -3x_1 + 5x_2 &\leq 17 \\
 5x_1 - x_2 &\leq 23 \\
 3x_1 - 4x_2 &\leq 7 \\
 x_1, x_2 &\geq 0 \\
 \rho_1 = \rho_2 &= 0.5
 \end{aligned}$$

3. Знайти точки екстремуму в класичній задачі на умовний екстремум методом множників Лагранжа. Підтвердити розв'язок за допомогою геометричної інтерпретації:

$$\begin{cases} x \rightarrow \min \\ x^3 - y^2 = 0 \end{cases}$$

4. Для пошуку власних чисел матриці A застосовується QR -метод. Q — ортогональна, R — верхня трикутна матриці. Зробити одну ітерацію методу.

$$A = \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 3 & 1 \end{bmatrix}.$$

5. Побудувати інтерполяційний многочлен Лагранжа для функції $f(x) = e^{-x}$, якщо вузлами інтерполяції є точки $x_1 = 1$, $x_2 = 2$, $x_3 = 3$. Оцінити похибку для $x = 1,5$.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бідюк П.І. Аналіз часових рядів /Бідюк П.І., Романенко В.Д., Тимощук О.Л. — К.: НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», 2013. — 600 с.
2. Draper N.F. Applied regression analysis /Draper N.F., Smith H. — New York: Wiley-Interscience, 1998. — 736 p.

3. Diebold F.X. Time Series Econometrics /Diebold F.X. — Pennsylvania: University of Pennsylvania, 2019. — 215 p.
4. Anderson T.W. Statistical analysis of time series /Anderson T.W. — New York: Wiley-Interscience, 1994. — 715 p.
5. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій: К.ЗАТ „Віпол”.-688с.
6. Зайченко О.Ю., Зайченко Ю.П. Дослідження операцій. .-К: Видавничий дім “Слово”, 2014.-472 с.
7. Hamdy A. Taha .Operations Research: An Introduction 10th Edition: -2017.- 848 p.
8. Wayne L. Winston. Operations Research: Applications and Algorithms 4th Edition. ISBN: 9780534423605.-2021.9.
9. Оптимізаційні методи та моделі : підручник / В.С. Григорків, М.В. Григорків, О.І. Ярошенко. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2022. – 440 с.
10. Андрійчук В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чирун Л.Б., Чирун Л.В. Чисельні методи в комп’ютерних науках: навчальний посібник, том 1 / за ред. В.В. Пасічника –Львів: «Новий світ - 2000», 2018. – 807 с.
11. Андрійчук В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чирун Л.Б., Чирун Л.В. Чисельні методи в комп’ютерних науках: навчальний посібник, том 2 / за ред. В.В. Пасічника –Львів: «Новий світ - 2000», 2018. – 805 с.
12. Фельдман Л.П., Петренко А.І., Дмитрієва О.А. Чисельні методи – К.: Видавнича група ВНУ, 2006. – 480 с. (Бібліотека НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського»)
13. Фельдман Л.П., Петренко А.І., Дмитрієва О.А. Чисельні методи. Лабораторний практикум – К: Видавнича група ВНУ, 2009. – 320 с. (Бібліотека НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», розміщено у навчальних матеріалах для студентів)
14. Garfinkel A. Modeling Life. The Mathematics of Biological Systems/ A. Garfinkel, J. Shevtsov, Y. Guo. - Springer International Publishing, 2017. – 446 p. (Вільний доступ в Інтернет <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-59731-7.pdf?pdf=button>)

15. Методичні вказівки до виконання лабораторних і самостійних робіт з дисципліни «Обчислювальна математика. Частина 2» (для студентів спеціальностей 122 Комп'ютерні науки, 124 Системний аналіз всіх форм навчання) / укладач: проф. Дмитрієва О.А. - 2022 р. - 110 с. (Розміщено у навчальних матеріалах для студентів).

16. Butcher J. C. Numerical methods for ordinary differential equations / J. C. Butcher. – John Wiley & Sons, Ltd, 2016. – 514 p. (Вільний доступ в Інтернет <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119121534>)

17. Hairer E. Geometric Numerical Integration / E. Hairer, C. Lubich, G. Wanner. – Berlin: Springer Verlag, 2006. – 644 p. -ISBN 978-3-540-30666-5.

18. Волонтир Л.О. Чисельні методи: Навчальний посібник. / Л.О. Волонтир, О.В.Зелінська, Н.А. Потапова. – Вінниця: ВНАУ, 2020 – 322 с.

19. Задачин В. М. Чисельні методи : навчальний посібник / В. М. Задачин, І. Г. Конюшенко. – Х. : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 180 с.

Розробники програми:

Бідюк П.І., професор кафедри математичних методів системного аналізу,
докт. техн. наук, проф.

Петро БІДЮК

Зайченко О.Ю., професор кафедри математичних методів системного
аналізу, докт. техн. наук, проф.

Олена ЗАЙЧЕНКО

Шубенкова І.А., доцент кафедри математичних методів системного аналізу,
канд.фіз.-мат. наук, доц.

Ірина ШУБЕНКОВА