



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



Кафедра математичного
аналізу та теорії
ймовірностей

СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У НАБЛИЖЕНИХ ОБЧИСЛЕННЯХ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

| | |
|---|--|
| Рівень вищої освіти | <i>Другий (магістерський)</i> |
| Галузь знань | <i>11 Математика та статистика</i> |
| Спеціальність | <i>111 Математика</i> |
| Освітня програма | <i>Страхова та фінансова математика</i> |
| Статус дисципліни | <i>Вибіркова</i> |
| Форма навчання | <i>Очна (денна)</i> |
| Рік підготовки, семестр | <i>I курс, весняний семестр</i> |
| Обсяг дисципліни | <i>5 кредитів ЄКТС</i> |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | <i>іспит</i> |
| Розклад занять | <i>http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx</i> |
| Мова викладання | <i>Українська</i> |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | <i>Лектор: д.ф.-м.н., професор Клесов Олег Іванович, klesov@matan.kpi.ua, Практичні / Семінарські: д.ф.-м.н., професор Клесов Олег Іванович, klesov@matan.kpi.ua</i> |
| Розміщення курсу | <i>електронний кампус</i> |

Програма навчальної дисципліни

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

| | |
|--------------------------------------|---|
| Цілі дисципліни | Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей: <ul style="list-style-type: none"> – до необхідної інтуїції та ерудиції у питаннях застосування математики, виховання у аспірантів прикладної математичної культури; – використовувати методи математичного аналізу, диференціальних рівнянь, теорії ймовірностей у задачах, які зводяться до розв'язання систем лінійних та нелінійних рівнянь; – уміння аналізувати одержані результати, здатності до узагальнення, постановки цілі та вибору шляхів її розв'язання, володіння культурою мислення; – самостійно використовувати і вивчати літературу з математики, здатності до розвитку гнучкості мислення, творчої самостійності та дій. |
| Предмет навчальної дисципліни | Алгоритми обчислень кратних інтегралів та розв'язків лінійних та нелінійних алгебраїчних та неалгебраїчних рівнянь |
| Компетентності | ЗК1 Здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузях, відмінних від математики |

| | |
|---|--|
| | <p>ЗК3 Здатність вирішувати проблеми у професійній діяльності на основі абстрактного мислення, аналізу, синтезу та прогнозу</p> <p>ЗК4 Здатність до пошуку, оброблення й аналізу інформації, необхідної для розв'язування наукових і професійних завдань</p> <p>ЗК5 Здатність генерувати нові ідеї й нестандартні підходи до їх реалізації</p> <p>ЗК15 Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань) і працювати в міжнародному контексті</p> <p>ФК2 Здатність застосовувати міждисциплінарні підходи при критичному осмисленні математичних проблем</p> <p>ФК8 Здатність до розвитку нових та удосконалення існуючих математичних методів аналізу, моделювання, прогнозування, розв'язування нових проблем у нових галузях знань</p> <p>ФК12 Здатність проводити обчислення в рамках математичних моделей та застосовувати для цього необхідні та адекватні математичні та комп'ютерні методи, вміння пояснювати у математичних термінах результати, отримані під час підрахунків, та інтерпретувати їх у рамках даної предметної області</p> <p>ФК14 Здатність застосувати математичні методи до прогнозування економічних та соціальних процесів у сфері управління на підприємствах, в фінансових установах, в учбових закладах тощо</p> |
| <p>Програмні результати навчання</p> | <p>РН2 Відтворювати знання фундаментальних розділів математики в обсязі, необхідному для володіння математичним апаратом відповідної галузі знань і використання математичних методів у обраній професії</p> <p>РН3 Володіти основами математичних дисциплін і теорій, зокрема тих, які вивчають моделі природничих і соціальних процесів</p> <p>РН4 Володіти математичними методами аналізу, прогнозування та оцінки параметрів моделей, математичними способами інтерпретації числових даних та принципами функціонування природничих процесів</p> <p>РН7 Ініціювати і проводити наукові дослідження у спеціалізованій області математики та/або розв'язувати задачі в інших галузях знань методами математичного моделювання</p> <p>РН14 Знати головні результати та сфери застосувань основних математичних теорій, що використовуються при математичному моделюванні: фінансової та актуарної математики, методів математичної економіки та імітаційного моделювання, комп'ютерної статистики</p> <p>РН15 Знати спеціальні математичні дисципліни для оцінки ризиків у банківській та фінансовій сферах і страхуванні: фінансову математику фондового ринку, стохастичні диференціальні рівняння, ланцюги та процеси Маркова, аналіз часових рядів, правильно змінні функцій у теорії ймовірностей, прикладні моделі нелінійного регресійного аналізу</p> <p>РН16 Уміти здійснювати раціональний вибір відповідних методів, прийомів та алгоритмів з використанням інформаційних технологій для розв'язання організаційно-управлінських задач</p> |

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

Освітній компонент “Статистичне моделювання у наближених обчисленнях” є одним із курсів професійної підготовки магістрів спеціальності 111 “Математика”. Він ґрунтується на знаннях курсу “Методи Монте Карло”

Для кращого засвоєння цього освітнього необхідно мати знання з математичного аналізу, диференціальних рівнянь, теорії ймовірностей на бакалаврському рівні ВО.

3. Зміст навчальної дисципліни

Кредитний модуль включає наступні теми

Розділ 1. Основні результати стосовно інтегрування методами статистичного моделювання

Тема 1.1. Обчислювальна складність обчислень методом статистичного моделювання

Тема 1.2. Метод статистичного моделювання зі зменшеними похибками

Тема 1.3. Суперзбіжні алгоритми статистичного моделювання

Тема 1.4. Адаптивні алгоритми статистичного моделювання

Тема 1.5. Квадратурні формули з випадковими наближеннями

Розділ 2. Оптимальні методи статистичного моделювання для кратних інтегралів

Тема 2.1. Опис методу та теоретичні оцінки

Тема 2.2. Оцінки обчислювальної складності

Розділ 3. Ітеративні методи статистичного моделювання для лінійних рівнянь

Тема 3.1. Ітеративні алгоритми методу статистичного моделювання

Тема 3.2. Суперзбіжні алгоритми для систем лінійних рівнянь

Тема 3.3. Покращенні методи та задача обернення матриці

Розділ 4. Методи статистичного моделювання для крайових задач

Тема 4.1. Еліптичні рівняння та сіткові алгоритми

Тема 4.2. Безсіткові алгоритми

Розділ 5. Методи статистичного моделювання для нелінійних рівнянь

Тема 5.1. Метод статистичного моделювання для інтегральних рівнянь типу Фредгольма

Тема 5.2. Ефективний алгоритм статистичного моделювання

Тема 5.3. Обчислювальна ефективність сіткових та безсіткових алгоритмів

Тема 5.4. Векторні алгоритми статистичного моделювання

Заплановано **практичні заняття** для поглибленого вивчення окремих розділів курсу. На практичних заняттях аспіранти навчаються розв’язувати задачі з відповідних тем курсу.

4. Навчальні матеріали та ресурси

1. I. T. Dimov, Monte Carlo methods for applied scientists, 2008, World Scientific, Singapore.
2. S. Asmussen, P. Glynn, Stochastic simulation: algorithms and analysis, 2007, Springer, Berlin.
3. J. Gentle, Random number simulation and Monte Carlo methods, 2003, Springer, Berlin.
4. I. Sobol, A primer for the Monte Carlo method, 2003, CRC Press, London.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних матеріалів, посилання на літературу) |
|-------|---|
| 1.1. | Обчислювальна складність обчислень методу статистичного моделювання <i>Рекомендована література:</i> [1], [2]. |
| 1.2. | Метод статистичного моделювання зі зменшеними похибками <i>Рекомендована література:</i> [1], [2]. |
| 1.3. | Суперзбіжні алгоритми статистичного моделювання <i>Рекомендована література:</i> [1], [2]. |
| 1.4. | Адаптивні алгоритми статистичного моделювання <i>Рекомендована література:</i> [1], [2]. |
| 1.5. | Квадратурні формули з випадковими наближеннями <i>Рекомендована література:</i> [1], [2]. |
| 2.1. | Опис методу та теоретичні оцінки <i>Рекомендована література:</i> [1], [3]. |
| 2.2. | Оцінки обчислювальної складності <i>Рекомендована література:</i> [1], [3]. |
| 3.1. | Ітеративні алгоритми методу статистичного моделювання <i>Рекомендована література:</i> [1], [4]. |
| 3.2. | Суперзбіжні алгоритми для систем лінійних рівнянь <i>Рекомендована література:</i> [1], [4]. |
| 3.3. | Покращенні методи та задача обернення матриці <i>Рекомендована література:</i> [1], [4]. |
| 4.1. | Еліптичні рівняння та сіткові алгоритми <i>Рекомендована література:</i> [1], [2]. |
| 4.2. | Безсіткові алгоритми <i>Рекомендована література:</i> [1], [2]. |
| 5.1. | Метод статистичного моделювання для інтегральних рівнянь типу <i>Рекомендована література:</i> [1], [3]. |
| 5.2. | Ефективний алгоритм Моте-Карло <i>Рекомендована література:</i> [1], [3]. |
| 5.3. | Обчислювальна ефективність сіткових та безсіткових алгоритмів <i>Рекомендована література:</i> [1], [3]. |
| 5.4. | Векторні алгоритми Монте-Карло <i>Рекомендована література:</i> [1], [3]. |

5. Практичні заняття.

| № з/п | Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС) |
|---------|---|
| 1.1-1.5 | Основні результати стосовно інтегрування методом статистичного моделювання Завдання СРС: [1], 2], [3], [4] |

| | |
|---------|--|
| 2.1-2.2 | Оптимальні методи статистичного моделювання для кратних інтегралів Завдання СРС: [1], 2], [3], [4] |
| 3.1-3.3 | Ітеративні методи статистичного моделювання для лінійних рівнянь Завдання СРС: [1], 2], [3], [4] |
| 4.1-4.2 | Методи статистичного моделювання для крайових задач Завдання СРС: : [1], 2], [3], [4] |
| 5.1-5.4 | Методи статистичного моделювання для нелінійних рівнянь Завдання СРС: : [1], 2], [3], [4] |

6. Самостійна робота студента

Вивчення дисципліни включає наступні види самостійної роботи:

- підготовка до лекційних та практичних занять,
- виконання розрахунково-графічної роботи,
- виконання модульної контрольної роботи.
- підготовка до МКР та екзамену

Політика та контроль

1. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Рекомендовані методи навчання: вивчення основної та допоміжної літератури за тематикою лекцій, розв'язування задач на практичних заняттях та при виконанні домашніх робіт

Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій. Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання методів та алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота. Вона містить читання літератури, огляд літератури за темою, підготовку до занять та до іспиту.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

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

На першому занятті студенти ознайомлюються із рейтинговою системою оцінювання (PCO) дисципліни, яка побудована на основі Положення про систему оцінювання результатів навчання https://document.kpi.ua/files/2020_1-273.pdf

Зокрема, рейтинг студента з освітнього компонента формується як сума балів поточної успішності навчання – стартового рейтингу (максимально 50 балів) та екзаменаційних балів (максимально 50 балів).

Поточний контроль: фронтальний (письмовий), МКР, РГР.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Рейтингова система оцінювання включає всі види тестування: контрольні роботи, якість виконання РГР. Кожний студент отримує свій підсумковий рейтинг по дисципліні.

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за:

- написання модульної контрольної роботи;
- виконання розрахунково-графічної роботи;
- відповіді на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів та критеріїв оцінювання:

| Метод оцінювання | Кількість | Мінімальна оцінка в балах | Максимальна оцінка в балах |
|------------------------------|-----------|---------------------------|----------------------------|
| Модульна контрольна робота | 1 | 12 | 20 |
| Розрахунково-графічна робота | 1 | 18 | 30 |
| Стартовий рейтинг | | 30 | 50 |
| Екзамен | | | 50 |
| Підсумковий рейтинг | | 60 | 100 |

Сума стартових балів та балів за екзамен переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

| | |
|----------------------------------|--------------|
| 100...95 | Відмінно |
| 94...85 | Дуже добре |
| 84...75 | Добре |
| 74...65 | Задовільно |
| 64...60 | Достатньо |
| Менше 60 | Незадовільно |
| Стартовий рейтинг менше 30 балів | Не допущено |

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено проф. Клесовим О.І.

Ухвалено кафедрою МАтаТЙ (протокол № 11 від 04.06.2121)

Погоджено Методичною комісією ФМФ (протокол № 13 від 22.06.2021)