



# Теорія Масового Обслуговування

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### 1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	11 Математика та статистика
Спеціальність	111 Математика
Освітня програма	Страхова та фінансова математика
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс магістратури, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	120 годин (18 годин – Лекції, 18 години – Практичні, 84 годин – СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/модульна контрольна робота
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx">http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx</a>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.ф.-м.н., проф. А.Ю.Пилипенко <a href="mailto:Pilipenko.ay@gmail.com">Pilipenko.ay@gmail.com</a> Практичні / Семінарські: д.ф.-м.н., проф. А.Ю.Пилипенко <a href="mailto:Pilipenko.ay@gmail.com">Pilipenko.ay@gmail.com</a>
Розміщення курсу	<a href="https://us04web.zoom.us/j/3254950308?pwd=NTdJNTdwcGNvVG1RK0xVWGZWN0lvZz09">https://us04web.zoom.us/j/3254950308?pwd=NTdJNTdwcGNvVG1RK0xVWGZWN0lvZz09</a> <a href="https://onedrive.live.com/?id=E17A6324160F2D1A%212865&amp;cid=E17A6324160F2D1A&amp;sb=name&amp;sd=1">https://onedrive.live.com/?id=E17A6324160F2D1A%212865&amp;cid=E17A6324160F2D1A&amp;sb=name&amp;sd=1</a>

### 2. Програма навчальної дисципліни

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

Цей курс призначений для знайомства з основними поняттями теорії масового обслуговування на прикладі марковських моделей з неперервним часом та напівмарковських моделей. В результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні вміти застосовувати теорію масового обслуговування до розв'язку задач Інтернет та телефонії. Обчислювати ймовірність переповнення буфера сервера, середній час обслуговування, потужність необхідних приладів, які дозволяють обслуговувати систему з потрібною якістю.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей:

**Загальні компетентності**

ЗК1	Здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузях, відмінних від математики
ЗК3	Здатність вирішувати проблеми у професійній діяльності на основі абстрактного мислення, аналізу, синтезу та прогнозу
ЗК5	Здатність генерувати нові ідеї й нестандартні підходи до їх реалізації
ЗК8	Здатність спілкуватися державною мовою і усно, і письмово

**Фахові компетентності**

ФК1	Знання на рівні новітніх досягнень, необхідні для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері математики та її практичних застосувань
ФК3	Здатність до використання принципів, методів та організаційних процедур дослідницької та/або інноваційної діяльності
ФК4	Спроможність розуміти наукові проблеми та виділяти їх суттєві риси
ФК6	Здатність доводити знання та власні висновки до фахівців та нефаківців
ФК8	Здатність до розвитку нових та удосконалення існуючих математичних методів аналізу, моделювання, прогнозування, розв'язування нових проблем у нових галузях знань
ФК11	Здатність відтворювати знання фундаментальних розділів математики й страхової та фінансової математики оцінюючи ризики в тих предметних областях, де проводяться дослідження
ФК13	Здатність формувати у слухачів уявлення про класичні та сучасні математичні теорії, взаємозв'язок та різницю між ними і застосування їх у природничих, економічних та технічних науках, в банківській та фінансовій сферах
ФК15	Здатність застосовувати методика викладання математичних дисциплін у педагогічній діяльності

**Програмними результатами навчання є наступні:**

РН1	Знати та розуміти фундаментальні і прикладні аспекти наук у сфері математики
РН2	Відтворювати знання фундаментальних розділів математики в обсязі, необхідному для володіння математичним апаратом відповідної галузі знань і використання математичних методів у обраній професії
РН7	Ініціювати і проводити наукові дослідження у спеціалізованій області математики та/або розв'язувати задачі в інших галузях знань методами математичного моделювання
РН11	Усно й письмово спілкуватися рідною та іноземною мовами в науковій, виробничій та соціально-суспільній сферах діяльності із професійних питань; читати спеціальну літературу; знаходити, аналізувати та використовувати інформацію з різних довідкових джерел
РН12	Використовувати раціональні способи пошуку та використання науково-технічної інформації, включаючи засоби електронних інформаційних мереж; застосовувати інформаційні ресурси, у тому числі електронні, для пошуку відповідних математичних моделей
РН13	Дотримуватися норм етичної поведінки стосовно інших людей, адаптуватися та комунікувати
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

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

**Пререквізити:** Дисципліна «Теорія Масового Обслуговування» (ПО6) викладається в першому семестрі першого курсу підготовки магістрів і базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін «Математичний аналіз», «Лінійна алгебра», «Теорія ймовірностей», «Диференціальні рівняння», які вивчаються на бакалаврському рівні вищої освіти за освітньою програмою «Страхова та фінансова математика».

**Постреквізити:** Дисципліна «Теорія Масового Обслуговування» (ПО6) передуює освітнім компонентам «Наукова робота за темою магістерської дисертації» (ПО7), «Практика» (ПО8) і вивченню вибіркових дисциплін «Методи Монте-Карло», «Комп'ютерна статистика», «Стохастичні диференціальні рівняння та їх застосування», «Процеси Леві у моделях фінансової математики».

#### 5. Зміст навчальної дисципліни

##### *Розділ 1. Марковські моделі теорії масового обслуговування*

Моделі масового обслуговування, пов'язані з марковськими процесами. Основні характеристики якості роботи системи масового обслуговування. Системи, що описуються за допомогою процесів народження та загибелі ( $M/M/1$ ,  $M/M/\infty$ ,  $M/M/n$ ,  $M/M/n/m$ ,  $M/M/n/m$  з втратами,  $M/M/n/m/k$ ). Задача обслуговування  $K$  машин одним майстром. Системи з гістерезисним керуванням. Системи з різними видами пріоритетів. Розподіл часу знаходження в стані. Розподіл стрибка марковського процесу. Моделювання.

##### *Розділ 2. Непівмарковські моделі теорії масового обслуговування*

Означення півмарковського процесу. Вкладений ланцюг Маркова. Ергодичні теореми для півмарковських процесів. Формула Літтла та її застосування. Перетворення Лапласа та його застосування. Ерланговський розподіл надходження або обслуговування, метод етапів. Система  $M/G/1$  Залишковий час. Вкладений ланцюг Маркова. Середня довжина черги. Розподіл кількості вимог в системі, часу чекання, періоду зайнятості. Пріоритетні системи обслуговування. Гранична поведінка систем  $M/G/\infty$ ,  $M/G/m/0$ . Формула Севаст'янова. Формула Полячека-Хінчина.

#### 6. Навчальні матеріали та ресурси

##### **Базова**

1. Kleinrock, L., 1975. Theory, volume 1, Queueing systems.
2. Cooper, R.B., 2004. Introduction to queueing theory. 1981. Edward Arnold, London.
3. Adan, I. and Resing, J., 2002. Queueing theory. Eindhoven University of Technology, 180.
4. Д.В. Гусак, О.Г. Кукуш, О.М. Кулик, Ю.С. Мішура, А.Ю. Пилипенко Збірник задач з теорії випадкових процесів та її застосувань. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2008. – 398 с.

##### **Допоміжна**

1. Sheldon M. Ross. An introduction to Probability Models. Academic Press, 2003.

#### 7. Навчальний контент

#### 8. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Назва теми лекції/практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
-------	--

1	Моделі масового обслуговування, пов'язані з марковськими процесами. Основні характеристики якості роботи системи масового обслуговування.
2-3	Системи, що описуються за допомогою процесів народження та загибелі ( $M/M/1$ , $M/M/\infty$ , $M/M/n$ , $M/M/n/m$ , $M/M/n/m$ з втратами, $M/M/n/m/k$ ).
4	Задача обслуговування $K$ машин одним майстром. Системи з гістерезисним керуванням
5	Системи з різними видами пріоритетів. Розподіл часу знаходження в стані. Розподіл стрибка марковського процесу. Моделювання.
6	Означення півмарковського процесу. Вкладений ланцюг Маркова. Ергодичні теореми для півмарковських процесів. Формула Літтла та її застосування. Перетворення Лапласа та його застосування.
7	Ерланговський розподіл надходження або обслуговування, метод етапів.
8	Система $M/G/1$ . Залишковий час. Вкладений ланцюг Маркова. Середня довжина черги. Розподіл кількості вимог в системі, часу чекання, періоду зайнятості. Формула Полячека-Хінчина.
9	Пріоритетні системи обслуговування. Гранична поведінка систем $M/G/\infty$ , $M/G/m/0$ . Формула Севастьянова.

## 9. Самостійна робота студента/аспіранта

Вивчення дисципліни включає наступні види самостійної роботи:

- підготовка до лекційних та практичних занять, виконання домашніх завдань;
- виконання домашньої контрольної роботи;
- підготовка та виконання модульної контрольної роботи;
- підготовка презентацій доповідей;
- підготовка до екзамену.

## 10. Політика та контроль

### 11. 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, виконання домашньої контрольної роботи, підготовку до МКР, ділової гри та заліку/екзамену.

- *правила відвідування занять (як лекцій, так і практичних/лабораторних): студент має відвідувати всі заняття*
- *правила поведінки на заняттях: на практичне заняття студент має зробити домашню роботу та вивчити матеріал лекції;*

- *правила призначення заохочувальних та штрафних балів: викладач може додавати заохочувальні бали на свій розсуд за активність студента*
- *політика дедлайнів та перескладань: завдання, які здані після дедлайнів не приймаються та перескладання таких завдань не передбачені, якщо у студента не було поважних причин затримки.*

### **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>

## **12. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

Оцінка студента складається з (а) відповідей на практичних заняттях (25%), (б) контрольних заходах протягом семестру (25%), (в) екзамену (50%). Рейтинг за кожну складову дорівнює середньому арифметичному відповідних оцінок. Наприклад, якщо оцінки за практичні дорівнювали 100%, 0%, 60%, 0%, то середня оцінка дорівнює  $(100\% + 0\% + 60\% + 0\%) / 4 = 40\%$ . В загальний рейтинг від практичних в цьому разі записується  $40 * 0,25 = 10$  балів. Якщо студент не відвідує практичні заняття чи контрольний захід без поважних причин, то він одержує 0 балів за ці заняття. Довідка про відсутність має бути доведена до викладача не більше ніж за 2 тижня після відповідного заняття. Якщо студент не може бути присутнім на практичних заняттях через інші поважні причини, то це має бути погоджено з викладачем зарані. В цьому випадку викладач та студент узгоджують окремі дати складання контрольних заходів, але не пізніше ніж за 2 тижні від відповідного заходу з усією групою. Відсутність на занятті не позбавляє студента від відповідальності зробити домашню роботу. Викладач має право поставити оцінку за домашню роботу замість відповіді на практичному. Наявність всіх домашніх робіт є необхідною умовою складання екзамену.

Студент допускається до екзамену, якщо він сумарно набрав не менше 50% від всіх оцінювальних заходів протягом семестру та виконав всі домашні роботи. В супротивному разі студент має добрати додаткові бали. В цьому разі викладач має право не ставити оцінку вище ніж «Достатньо» за предмет.

В деяких випадках викладач має право, але не зобов'язаний, запропонувати студентам оцінки за предмет по результатам семестрового контролю.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## **13. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

У випадку дистанційної форми навчання організація освітнього процесу здійснюється з застосуванням електронної пошти, Telegram, відео-конференцій в Zoom.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** професором кафедри МАтаТЙ, доктор фіз.-мат. наук, проф. Пилипенком А.Ю.

**Ухвалено** кафедрою МАтаТЙ (протокол № 13 від 11.06.2024 р.)

**Погоджено** Методичною комісією ФМФ (протокол № 10 від 25.06.2024 р.)