

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра радіофізики та комп'ютерних технологій

Затверджено

На засіданні
кафедри радіофізики та комп'ютерних
технологій
факультету електроніки та комп'ютерних
технологій
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 73 від 29 серпня 2023 р.)

Завідувач кафедри:



Іван КАРБОВНИК

Силабус з навчальної дисципліни
“Прикладна статистика та ймовірнісні процеси”,
що викладається в межах ОПП
“ Високопродуктивний комп'ютинг ”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Прикладна статистика та ймовірнісні процеси
Адреса викладання дисципліни	Корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Драгоманова 50, м. Львів, 79005, вул. Ген. Тарнавського 107, м. Львів, 79011
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій Кафедра радіофізики та комп'ютерних технологій
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 – інформаційні технології 121 – Інженерія програмного забезпечення
Викладачі дисципліни	Болеста І.М., доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри радіофізики та комп'ютерних технологій; Калівощка Б.М., кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри радіофізики та комп'ютерних технологій
Контактна інформація викладачів	ivan.bolesta@lnu.edu.ua , https://electronics.lnu.edu.ua/employee/bolesta bogdana.kalivoshka@lnu.edu.ua https://electronics.lnu.edu.ua/employee/kalivoshka-bohdana-myhajlivna
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю): ауд. 130, корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, вул. вул. Ген. Тарнавського 107, м. Львів
Сторінка курсу	https://teams.microsoft.com/_#/school/conversations/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B5?threadId=19:d2dbecfe290c4e838a8d030ddfe46c68@thread.tacv2&ctx=channel
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна “Прикладна статистика та ймовірнісні процеси” є нормативною дисципліною зі спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення для освітньої програми “Високопродуктивний комп'ютинг”, яка викладається в 4-му семестрі обсягом 4-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Інформація про дисципліну	Курс розроблено для ознайомлення студентів з основними поняттями і методами статистичного аналізу та ймовірнісними процесами, які використовуються для розв'язання практичних задач.
Мета та цілі дисципліни	<i>Мета:</i> надати студентам основні поняття про методи статистичного аналізу та випадкові процеси різної природи, які використовуються в сучасних системах масового обслуговування. <i>Цілі:</i> забезпечити знайомство студентів із загальними поняттями прикладної статистики та ймовірнісних процесів, сформувані навички їх практичного використання; навчити студента обґрунтувати статистичні характеристики процесів, обчислити числові параметри, проводити кореляційний та спектральний аналізи процесів, моделювати роботу систем масового обслуговування і аналізувати отримані результати.
Література для вивчення дисципліни	1. Шефтель З.Г. Теорія ймовірностей. – Київ: Вища школа, 1994. – 192 с. 2. Копич М.І. Елементи теорії ймовірностей і математичної статистики. – Львів: Коопосвіта ЛКА, 1997. – 200 с.

	<p>3. S. Hartshorn. Bayes Theorem. Examples. A Visual Guide For Beginners. Режим доступу: http://www.fairlynerdy.com/bayes-theorem-cheat-sheets/ http://www.fairlynerdy.com/bayes-theorem-examples/.</p> <p>4. Збірник задач з теорії ймовірностей: навчальний посібник / П.І. Калинюк, П.П. Костробій, Ю.К. Рудавський, Л.В. Гошко, І.М. Зашкільняк, В.М. Зеленьак, Р.І. Квіт, В.О. Коломієць, З.І. Крупка, І.Я. Олексів, Н.М. Тимошенко, М.М. Чип, І.В. Андрусак, О.Я. Бродяк / за ред. проф. П.І. Калинюка. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 248 с.</p> <p>5. Сеньо П.С. Випадкові процеси: Підручник. - Львів: Компакт-ЛІВ, 2006.- 288 с.</p> <p>6. Рудавський Ю.К., Костробій П.П., Лозинський О.Ю., Уханська Д.В. Елементи теорії випадкових процесів. – Львів: Видавництво Національного університету „Львівська Політехніка”, 2004. – 240 с.</p> <p>7. Коломієць С.В. Теорія випадкових процесів. Практикум. Суми: ДВНЗ УАБС НБУ. – 2011. 80 с.</p> <p>8. Жлуктенко В. І., Наконечний С. І., Савіна С. С. Стохастичні процеси та моделі в економіці, соціології, екології: Навч. посібник. — Київ: КНЕУ, 2002. — 226 с.</p> <p>9. Литвинов А.Л. Теорія систем масового обслуговування. Навчальний посібник. Харків. ХНУМГ ім. О.М. Бекетова. 2018.- 142 с.</p>
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 120 годин. Аудиторних занять: 64 год., з них 32 год. лекційних та 32 годин лабораторних робіт. Самостійної роботи: 56 год.
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення даного курсу студент буде знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основні поняття теорії ймовірностей, статистичного аналізу та випадкових процесів; • закони розподілу та основні параметри випадкових подій, чисел та процесів; • статистичні оцінки параметрів розподілу; • елементи теорії регресії та кореляції; • статистична перевірка гіпотез. • елементи дисперсійного аналізу • закони розподілу та основні характеристики випадкових процесів; • перетворення випадкових процесів та операції над ними; • стаціонарні та ергодичні випадкові процеси; • спектральний опис випадкових процесів; • потоки подій, їх властивості та класифікацію; • ланцюги Маркова та марковські процеси; • основи теорії масового обслуговування. <p>Вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> • розраховувати ймовірнісні характеристики випадкових подій та процесів за заданими законами розподілу ймовірності; • байесівський аналіз даних; • проводити статистичний аналіз гіпотез; • проводити аналіз випадкових послідовностей МНК;

	<ul style="list-style-type: none"> • описувати лінійні перетворення випадкових процесів у моделі чорного ящика; • аналізувати процеси на стаціонарність та ергодичність; • описувати процеси у часовій та спектральній областях; • застосувати ланцюги Маркова та марковські процеси для розв'язання практичних задач; • застосувати поняття і співвідношення теорії масового обслуговування для аналізу практичних задач. <p>Після вивчення курсу «Прикладна статистика та ймовірнісні процеси» здобувачі набувають таких Загальних та Фахових компетентностей та Програмних результатів навчання:</p> <p>ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК06. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ФК14. Здатність брати участь у проектуванні програмного забезпечення, включаючи проведення моделювання (формальний опис) його структури, поведінки та процесів функціонування.</p> <p>ФК20. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення.</p> <p>ФК25. Здатність обґрунтовано обирати та освоювати інструментарій з розробки та супроводження програмного забезпечення.</p> <p>ПРН01. Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.</p> <p>ПРН05. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.</p> <p>ПРН07. Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення.</p> <p>ПРН18. Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.</p> <p>ПРН27. Знати основи інженерії й аналізу даних та вміти вибрати оптимальні алгоритми і технології для розробки інноваційних рішень при розв'язанні задач наук про дані, вбудованих систем та систем штучного інтелекту.</p>
Ключові слова	Випадкові події, випадкові числа, випадкові процеси, статистичне оцінювання, кореляційний аналіз, спектр, імпульсний відгук системи, передавальна функція, ланцюги Маркова, часові послідовності, системи масового обслуговування
Формат курсу	Очний

Теми	<p>Тема 1. Випадкові події та операції над ними. Означення ймовірності. Елементи комбінаторики.</p> <p>Тема 2. Основні формули додавання і множення ймовірностей. Умовна ймовірність. Формула Байєса. Повторні незалежні випробування.</p> <p>Тема 3. ДВВ та НВВ, їх числові характеристики. Функції випадкових величин, граничні теореми теорії ймовірності.</p> <p>Тема 4. Основні поняття математичної статистики.</p> <p>Тема 5. Статистичні оцінки параметрів розподілу. Елементи теорії регресії та кореляції.</p> <p>Тема 6. Статистична перевірка статистичних гіпотез. Елементи дисперсійного аналізу.</p> <p>Тема 7. Визначення і класифікація ймовірнісних процесів. Початкові та центральні моменти.</p> <p>Тема 8. Стационарні та ергодичні ймовірнісні процеси.</p> <p>Тема 9. Часові послідовності.</p> <p>Тема 10. Спектральний аналіз ймовірнісних процесів.</p> <p>Тема 11. Перетворення ймовірнісних процесів.</p> <p>Тема 12. Потоки подій. Пуассонівський потік та його властивості.</p> <p>Тема 13. Потоки з обмеженою післядією.</p> <p>Тема 14. Марковські процеси з дискретними станами. Ланцюги Маркова.</p> <p>Тема 15. Марковські процеси з дискретними станами та неперервним часом. Рівняння Колмогорова.</p> <p>Тема 16. Основи теорії масового обслуговування.</p>
Підсумковий контроль, форма	Екзамен у кінці семестру
Пререквізити	<p>Для вивчення даного курсу студентам потрібні базові знання з курсів:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вища математика; - дискретна математика; - теорія алгоритмів; - алгоритмізація і програмування; - об'єктно-орієнтоване програмування.
Навчальні методи та техніки, які будуть ви-	<p>Інформаційні методи (лекція, бесіда, ілюстрація, демонстрація);</p> <p>дедуктивні методи на основі узагальнень;</p> <p>евристичні методи (проблемна лекція);</p> <p>інтерактивні методи</p>

<p>користовуватися під час викладання курсу</p>	
<p>Необхідне обладнання</p>	<p>Для проведення лекційних занять: комп'ютер (мінімальні характеристики: процесор Intel Core i3 (4 ядра/8 потоків), 8 ГБ оперативної пам'яті, 50 ГБ вільного місця на диску, вбудована чи дискретна відеокарта для виведення зображення), доступ до мережі Internet, засоби мультимедіа (в т.ч. проектор).</p> <p>Для проведення лабораторних занять: комп'ютерний клас (мінімальні характеристики комп'ютерів: процесор Intel Core i3 (4 ядра/8 потоків), 8 ГБ оперативної пам'яті, 50 ГБ вільного місця на диску, вбудована або дискретна відеокарта). Необхідне програмне забезпечення включає в себе ОС Windows/Ubuntu, середовище розробки Geany/Code::Blocks/VS Code/Jupyter Notebook, компілятор мови програмування C++/C#/Python та відповідні бібліотеки, R - безкоштовне програмне середовище і мова програмування для статистичних обчислень та графіки, версія 4.0.5 і вище.</p>
<p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Змістовий модуль 1: 25% семестрової оцінки за виконані лабораторні роботи та тест модульного контролю. • Змістовий модуль 2: 25% семестрової оцінки за виконані лабораторні роботи та тест модульного контролю. • Екзамен: 50% семестрової оцінки, максимальна кількість балів 50. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Списування та втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в написанні завдань є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів, визначених для виконання всіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно з освітньою метою без права її передавання третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Ураховуються бали, набрані при поточному контролі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття з метою, не пов'язаною із навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Оцінювання лабораторних робіт (15 лабораторних робіт, максимальна</p>

кількість балів: 50) відбувається шляхом оцінки роботи студента під час проведення лабораторної роботи в аудиторії (0-4 балів за одну роботу) та захисту звіту виконаної лабораторної роботи (0-4 балів за одну роботу). У підсумку, всі набрані бали множаться на коефіцієнт (0.416) для переведення у 50-ти бальну шкалу.

Бали оцінювання лабораторних робіт нараховуються за наступним співвідношенням:

5 – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, має повне розуміння розглянутої теми, надає правильні відповіді на запитання по темі, демонструє вміння застосовувати теоретичні знання при розв'язуванні поставленої практичної задачі;

4 – студент достатньо розуміє розглянутий матеріал, присутні неточності (несуттєві недоліки) та незначні помилки у відповідях на запитання по темі та при розв'язуванні поставленої практичної задачі;

3 – студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал, вагається та надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі, присутні помірні недоліками при розв'язуванні поставленої практичної задачі;

2 – студент погано розуміє розглянутий матеріал, головню, надає помилкові відповіді на питання по темі, присутні суттєві недоліки при розв'язуванні поставленої практичної задачі;

1 – студент погано розуміє розглянутий матеріал, поставлена практична задача розв'язана не належним чином;

0 – студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал, поставлена практична задача не розв'язана.

Оцінювання результатів навчання у формі **семестрового екзамену** проводиться після закінчення вивчення навчальної дисципліни відповідно до графіка освітнього процесу.

Бали оцінювання екзамену нараховуються за наступним співвідношенням:

50-45 – глибокі знання навчального матеріалу з курсу «Прикладна статистика та ймовірнісні процеси», що міститься в основних і додаткових рекомендованих літературних джерелах, вміння аналізувати явища, які вивчаються, у їх взаємозв'язку і розвитку, чітко, лаконічно, логічно послідовно відповідати на поставлені питання, вміння застосовувати теоретичні положення при розв'язуванні практичних задач, узагальнювати опанований матеріал, самостійно користуватися джерелами інформації, приймати рішення;

45-40 – достатні знання навчального матеріалу, включаючи розрахунки, аргументовані відповіді на поставлені питання, вміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні практичних задач, вміння аналізувати й систематизувати інформацію, використовувати загальновідомі докази із самостійною і правильною аргументацією;

40-35 – посередні знання навчального матеріалу, мало аргументовані відповіді, слабке застосування теоретичних положень при розв'язуванні практичних задач;

35-20 – незнання значної частини навчального матеріалу, суттєві помилки у відповідях на питання, невміння орієнтуватися при розв'язанні практичних задач, незнання основних фундаментальних положень;

20-0 – незнання і не розуміння переважаючої частини навчального матеріалу.

Перелік тем див. у розділі **Питання до заліку чи екзамену**.

	<p>Критерії оцінювання результатів неформальної освіти: Нарахування балів відбувається за написання студентом тез доповідей на конференціях, наукових статей, участь у діяльності наукових гуртків, участь у наукових семінарах та круглих столах, конкурсах, участь у заходах неформальної освіти за отримання сертифікатів про проходження навчання на різних освітніх платформах (Coursera, Prometheus тощо), курсах у провідних ІТ компаніях за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної дисципліни.</p>
<p>Питання до заліку чи екзамену</p>	<p>Випадкові події, числа та процеси: загальний опис. Детермінований та статистичний опис явищ і процесів. Ймовірність у науці. Аксіоматика теорії ймовірностей. Визначення ймовірності та операції з ними. Повна ймовірність. Формула Байєса. Випадкові числа. Дискретні та неперервні числа. Функція розподілу ймовірностей та густина розподілу. Початкові і центральні моменти. Задачі і методи математичної статистики. Статистичне оцінювання параметрів розподілу. Найбільш важливі розподіли, які використовуються у статистиці. Інтервальні оцінки. Перевірка статистичних гіпотез. Регресивний аналіз. Метод максимальної подібності. Випадкові процеси. Означення та класифікація. Функції розподілу ймовірностей та густини розподілу. Початкові та центральні моменти. Кореляційний та спектральний аналізи випадкових процесів. Функція кореляції та її властивості. Вимірювання кореляційних функцій Кореляційна функція та спектральна густина потужності. Теорема Вінера-Хінчина. Перетворення випадкових процесів лінійними системами. Лінійні системи. Принцип суперпозиції для лінійних систем. Імпульсний відгук лінійної системи. Опис лінійних систем у частотній області. Передавальна функція, її зв'язок з імпульсним відгуком. Часові послідовності. Моделі, які описують часові послідовності. Потоки подій. Пуассонівський процес та його властивості. Закон розподілу проміжку часу між сусідніми подіями. Потоки з обмеженою післядією (потік Пальма). Потік Ерланга. Марковські процеси. Ланцюги Маркова. Рівняння Колмогорова. Елементи обслуговування.</p>

	Системи масового обслуговування з відмовами. Системи масового обслуговування з очікуванням черги. Системи масового обслуговування змішаного типу.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано після завершення курсу.

**Схема курсу “ Прикладна статистика та ймовірнісні процеси ”
для студентів спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення**

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)* *лекція, самостійна, дискусія, групова робота)	Література.** * Ресурси в інтернеті	Завдання, год	Термін виконання
1	Випадкові події, числа та процеси: загальний опис. Детермінований та статистичний опис явищ і процесів. Ймовірність у науці. Аксиоматика теорії ймовірностей. Визначення ймовірності та операції з ними.	Лекція	[1], [2], [3], [9], *Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
1	Лаб. 1. Відносно-частотне визначення ймовірності.	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
2	Основні формули додавання і множення ймовірностей. Умовна ймовірність. Повна ймовірність. Формула Байєса.	Лекція	[1], [2], [3], [9], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
2	Лаб.2. Байєсівський аналіз даних	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
3	Випадкові числа. Дискретні та неперервні числа. Функція розподілу ймовірностей та густина розподілу. Початкові і центральні моменти.	Лекція	[1], [2], [9], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
3	Лаб.3. Генерація випадкових чисел із заданим розподілом.	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
4	Основні поняття математичної статистики. Статистичні оцінки параметрів розподілу. Точкові оцінки. Метод моментів. Елементи теорії регресії та кореляції.	Лекція	[1], [2], [9], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
4	Лаб.4. Статистичний аналіз одно- та двовимірної послідовності випадкових чисел.	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
5	Статистична перевірка статистичних гіпотез. Елементи дисперсійного аналізу.	Лекція	[1], [2], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
5	Лаб.5. Метод найменших квадратів	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
6	Випадкові процеси. Означення та класифікація. Функції розподілу ймовірностей та густини розподілу.	Лекція	[1], [2], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня

	Початкові та центральні моменти.				
6	Лаб. 6. Моделювання випадкових процесів	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
7	Кореляційний та спектральний аналізи випадкових процесів. Функція кореляції та її властивості. Вимірювання кореляційних функцій Кореляційна функція та спектральна густина потужності. Теорема Вінера-Хінчина.	Лекція	[1], [2], [3], [5], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
7	Лаб. 7. Спектральний аналіз випадкових процесів	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
8	Перетворення випадкових процесів лінійними системами. Лінійні системи. Принцип суперпозиції для лінійних систем. Імпульсний відгук лінійної системи. Опис лінійних систем у частотній області. Передавальна функція її зв'язок з імпульсним відгуком.	Лекція	[1], [2], [6], [9], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
8	Лаб. 8. Поняття про узагальнені функції. Інтегральне перетворення згортки. Підсумкове заняття ЗМ 1	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
9	Потоки подій. Пуассонівський процес та його властивості. Закон розподілу проміжку часу між сусідніми подіями.	Лекція	[1], [2], [3], [9], Сайт курсу	2	Кінець поточного тижня
9	Лаб.9. Моделювання та розрахунок параметрів пуассонівського потоку.	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
10	Потоки з обмеженою післядією (потік Пальма). Потік Ерланга.	Лекція	Сайт курсу		кінець поточного тижня
10	Лаб.10 .Розрахунок параметрів потоків з обмеженою післядією	Лабораторна робота	Сайт курсу		кінець поточного тижня
11	Випадкові процеси з дискретними станами. Ланцюги Маркова.	Лекція	[1], [2], [3], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
11	Лаб.11. Побудова графу системи та розрахунок перехідних ймовірностей	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
12	Марковські процеси. Рівняння Колмогорова	Лекція	[1], [2], [9], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
12	Лаб.12. Рівняння Колмогорова	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
13	Елементи обслуговування. Системи масового обслуговування з відмовами.	Лекція	[1], [2], [4], [8], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
13	Лаб.13 Моделювання роботи СМО	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
14	Системи масового обслуговування змішаного типу	Лекція	[1], [2], [4], [8], Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
14	Лаб.14. Моделювання роботи СМО	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
15	Системи масового обслуговування з	Лекція	[1], [2], [4], [8],	2	кінець

	очікуваням черги.		Сайт курсу		поточного тижня
15	Лаб.15. Модельовання роботи СМО з відмовами	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного тижня
16	Підсумкове заняття	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточного

*https://teams.microsoft.com/_#/school/conversations/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B5?threadId=19:d2dbecfe290c4e838a8d030ddfe46c68@thread.tacv2&ctx=channel