



СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ КОМБІНАТОРНОГО АНАЛІЗУ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>11 Математика та статистика</i>
Спеціальність	<i>113 Прикладна математика</i>
Освітня програма	<i>Математичні методи криптографічного захисту інформації</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Загальна кількість: 4 кредити ЄКТС / 120 годин Лекційних занять: 36 годин Практичних занять: 36 годин Самостійна робота студентів: 48 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua http://ipt.kpi.ua/navchalnij-protses
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доц. Яковлев Сергій Володимирович, к.т.н. (yasv@rl.kiev.ua) Практичні: ас. Столович Михайло Вадимович</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Спеціальні розділи комбінаторного аналізу» присвячена окремим напрямкам та методам, які використовуються у комбінаторному аналізі та теорії комбінаторної оптимізації. Розглядаються алгебраїчні моделі у комбінаториці та методи їх аналізу. Багато часу присвячено специфічним комбінаторним конфігураціям: розбиттям чисел, векторним просторам, групам перестановок тощо – а також їх використанні у прикладних задачах. Дана дисципліна є доповнюючою до дисципліни «Комбінаторний аналіз», однак за наявності необхідних навичок може опановуватись студентами незалежно.

Основною метою дисципліни є формування у студентів глибинного розуміння комбінаторних моделей, їх властивостей, внутрішніх зв'язків та інтерпретацій у термінах різних наукових галузей. Для досягнення мети передбачається опрацювання значної кількості розрахункових та аналітичних задач, які ілюструють та розширюють лекційний матеріал.

У результаті вивчення курсу студент повинен:

- знати алгебраїчні моделі комбінаторного аналізу та їх прикладне застосування;

б) знати комбінаторні властивості групи перестановок, розбиттів, сходинкових шляхів та їх інтерпретацій у термінах різних галузей математики та її застосувань;

в) вміти оперувати основними алгебраїчними та комбінаторними підходами у розв'язанні комбінаторних задач та задач, які зводяться до комбінаторних.

Одержані знання та уміння посилюють такі компетентності та результати навчання, визначені освітньою програмою:

ФК 1 Здатність використовувати й адаптувати математичні теорії, методи та прийоми для доведення математичних тверджень і теорем.

ФК 3 Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень.

РН 1 Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці.

РН 4 Виконувати математичний опис, аналіз та синтез дискретних об'єктів та систем, використовуючи поняття й методи дискретної математики та теорії алгоритмів.

Одержані знання посилюють компетентності, які надаються такими дисциплінами, як «Алгоритми та структури даних» та «Теорія імовірностей».

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

Для засвоєння матеріалу курсу «Спеціальні розділи комбінаторного аналізу» студент повинен опанувати курс «Дискретна математика»; кращому опануванню матеріалів курсу також сприяють курси «Комбінаторний аналіз 1» та «Прикладна алгебра 1» або інші дисципліни, які надають базові знання з комбінаторики та абстрактної алгебри.

Отримані практичні навички та засвоєнні знання можуть використовуватись у таких дисциплінах як «Алгоритми та структури даних» «Теорія імовірностей», «Математична статистика», «Основи аналізу алгоритмів», «Симетрична криптографія», «Асиметричні криптосистеми та протоколи» тощо, а також під час виконання кваліфікаційної дипломної роботи та подальшої професійної діяльності.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Елементи теорії формальних рядів

Тема 1.1. Формальні ряди та їх алгебраїчні властивості.

Розділ 2. Комбінаторні моделі

Тема 2.1. Група перестановок та її комбінаторні властивості

Тема 2.2. Теорія Редфілда-Пойа

Розділ 3. Розширені комбінаторні конфігурації

Тема 3.1. Розбиття множин та комбінаторні властивості поліномів

Тема 3.2. Сходинкові шляхи

Тема 3.3. Розбиття цілих чисел на доданки

Тема 3.4. Лінійні векторні простори та q-аналоги

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова рекомендована література

1. Philippe Flajolet, Robert Sedgewick. Analytic Combinatorics. – Cambridge University Press, 2009. – 829 pages. – <https://algo.inria.fr/flajolet/Publications/book.pdf>
2. Карнаух, Тетяна Олександрівна. Комбінаторика : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., що навчаються за напрямом "Прикладна математика" / Т. О. Карнаух ; Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. - Київ : Київський ун-т, 2011. - 143 с.
3. Базилевич, Лідія Євгенівна. Дискретна математика у прикладах і задачах : підручник / Л.Є. Базилевич. - Львів : І.Е. Чижиков, 2013. - 486 с. : іл. - (Серія "Математичний практикум" ; т. 3)

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Загальна комбінаторна задача. Формальні ряди Коші та Лорана, операції над ними. Формальний біном, формальна експонента, формальний логарифм. Комбінаторний зміст формальних рядів як генератрис комбінаторних конфігурацій.
2	Комбінаторна композиція. Композиція формальних рядів, обернені за композицією ряди, їх алгебраїчні властивості.
3	Теорема Лагранжа-Бюрмана та її варіанти. Експоненційні формальні ряди. Підстановки, циклова структура підстановок, циклові індекси.
4	Циклова структура підстановок. Числа Стірлінга I роду.
5	Комбінаторні властивості підстановок: інверсії, спуски. Ойлерові числа I роду, ойлерові поліноми, ойлерові характеристики.
6	Комбінаторні властивості підстановок: зигзагові перестановки, числа Ойлера, числа Ентрінгера.
7	Циклові індекси груп. Дія групи на множину. Лема не-Бернсайда.
8	Теорія перелічення Редфілда-Пойа. Приклади застосування.
9	Кільце поліномів як лінійний векторний простір. Поліноміальні послідовності, закони обертання. Лінійні оператори над поліномами. Числа Стірлінга II роду, числа Белла.
10	Алгебраїчні властивості чисел Стірлінга II роду та чисел Белла. Трикутник Пірса. Числа Лаха: комбінаторний та алгебраїчний зміст.
11	Біноміальні послідовності та umbral calculus. Критерії біноміальності. Перехід між біноміальними базисами, теорема Мулліна-Роти. Послідовності Шеффера та їх реалізації.
12	Композиція експоненційних рядів, експоненційна формула. Поліноми Белла, формула Фаа ді Бруно.
13	Монотонні сходячкові шляхи, шляхи Діка, числа Каталана. Комбінаторні інтерпретації чисел Каталана.
14	Числа Нараяни. Побудова генератрис для сходячкових шляхів. Числа Деланнуа та числа Шредера.
15	Розбиття натуральних чисел на доданки, діаграми Юнга, перелічення розбиттів.
16	Розбиття на доданки з обмеженнями, спеціальні класи розбиттів. Пентагональна теорема Ойлера.

17	Лінійні векторні простори над скінченними полями. q -аналоги та q -номіальні коефіцієнти. Поліноми Гаусса.
18	q -номіальна теорема та її часткові випадки. Класифікація діаграм Юнга за вагою, зв'язок із сходящими шляхами та q -номіальними коефіцієнтами.

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Операції над генератрисами, перетворення генератрис.
2	Властивості формальних функцій
3	Властивості композиційних обернених. Застосування теореми Лагранжа-Бюрмана.
4	Операції над підстановками. Властивості чисел Стірлінга I роду
5	Комбінаторні властивості підстановок
6	Комбінаторні властивості підстановок
7	Циклові індекси груп. Застосування леми не-Бернсайда
8	Застосування теореми Редфілда-Пойа
9	МКР, перша частина
10	Властивості чисел Стірлінга II роду та чисел Белла
11	Властивості чисел Лаха. Властивості біноміальних послідовностей
12	Властивості реалізацій послідовностей Шеффера: поліноми Ерміта, Ойлера, Бернуллі.
13	Застосування експоненційної формули. Властивості поліномів Белла.
14	Комбінаторні властивості сходящих шляхів, чисел Каталана та чисел Нараяни
15	Властивості чисел Мотцкіна, Шредера, Делануа.
16	Властивості розбиттів числа на доданки. Перелічення розбиттів
17	МКР, друга частина
18	Залік

6. Самостійна робота студента

Студент повинен завчасно готуватись до лекцій та практичних занять. Перед лекціями необхідно повторити теоретичний матеріал, наданий у попередніх лекціях. Перед практичними заняттями необхідно повторити відповідний теоретичний матеріал.

Обов'язковим є виконання домашніх завдань, які необхідно виконувати до наступного практичного заняття. Виконання та ревізія виконаних домашніх завдань також необхідні для підготовки до самостійних та модульних контрольних робіт.

Для здачі теоретичного опитування (у вигляді колоквиуму або тесту) необхідно ретельно розібрати відповідний лекційний матеріал.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Студентам рекомендується відвідувати усі види занять, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання домашніх завдань, контрольних та розрахункових робіт. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Пропущені контрольні заходи

Студент, який пропустив частину МКР, одержує за неї нуль балів без можливості перескладання. Повторне написання будь-якої частини модульної контрольної роботи не допускається.

Оголошення результатів контрольних заходів

Результати виконання домашніх завдань оголошуються кожному студенту окремо у присутності або у дистанційній формі та супроводжуються коментарями, в яких студенти можуть побачити свою оцінку за певними критеріями, а також виокремлення основних помилок та зауваження.

Результати модульної контрольної роботи вказуються на бланках для модульної контрольної роботи (завдання, які виконували студенти) з позначенням усіх помилок, коректної або некоректної відповіді, а також з коментарями, зауваженнями тощо.

Теоретичне опитування проходить в усній формі (колоквіум) або у вигляді тесту, в залежності від форми навчання. На колоквіумі зауваження на свої відповіді студент одержує безпосередньо під час спілкування; оцінка за колоквіум оголошується наприкінці його проходження. При виконанні тесту оцінка оголошується після перевірки, і студент може одержати розгорнуте пояснення щодо виставленої оцінки та зауваження по своїх відповідях.

Результати письмової частини заліку вказуються на бланках для письмової залікової роботи (завдання, які виконували студенти) з позначенням усіх помилок, коректної або некоректної відповіді, а також з коментарями, зауваженнями тощо. Результати усної частини заліку оголошуються наприкінці її проходження.

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>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури проведення та/або оцінювання контрольних заходів, та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши, з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

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

№	Контрольний захід	Макс бал	Ваговий бал	Кіл-ть	Усього
1.	Виконання домашніх завдань	4	1	8	32
2.	Модульна контрольна робота	48	1	1	48
3.	Тест з теоретичного матеріалу	10	1	2	20
	Усього				100

Рейтингова оцінка складається з результатів роботи в семестрі. Якщо семестровий рейтинг складає не менше 60 балів, студенту виставляється відповідна оцінка, окрім випадку, коли студент не погоджується із нею.

Студенти, які набрали від 50 до 60 балів за семестр, за бажанням замість складання заліку можуть пройти усну співбесіду із викладачем за матеріалами курсу. На співбесіді, відповідаючи на теоретичні питання (до десяти питань, одне питання = один бал), студент може підвищити свій семестровий рейтинг до мінімальної позитивної оцінки.

Студенти, які не одержали позитивну оцінку за результатами роботи у семестрі (але при цьому їх семестровий рейтинг складає не менше 10 балів), та студенти, які не погоджуються із такою оцінкою, на останньому практичному занятті виконують залікову роботу. При цьому їх семестровий рейтинг анулюється, а рейтингова оцінка виставляється по результату виконання залікової роботи. Залікова робота включає в себе тест з теоретичного матеріалу (20 балів) та практичну частину (8 задач, 80 балів).

Студенти, які не одержали позитивної оцінки за результатами заліку, йдуть на перескладання дисципліни. Перескладання проводиться у такій само формі, як і залікова робота. На перескладанні семестровий рейтинг та результати виконання залікової роботи анулюються, а рейтингова оцінка виставляється за результатами виконання роботи на перескладанні.

Студенти, які після першого перескладання не одержали позитивної оцінки, йдуть на повторне перескладання дисципліни спеціалізований атестаційній комісії. Формат повторного перескладання визначається комісією.

Студенти, які протягом семестру одержали менше 10 балів, не допускаються до складання семестрової атестації та рекомендуються кафедрі на відрахування або повторне проходження дисципліни.

Критерії оцінювання контрольних заходів, форми проведення іспиту/заліку та інші деталі рейтингової системи наведено у Положеннях про рейтингову систему, які є додатками до даного силабусу.

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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Склав: доцент кафедри ММЗІ, к.т.н. Яковлев Сергій Володимирович

Ухвалено кафедрою математичних методів захисту інформації (протокол №2 від 16.02.2022 р.).

Затверджено Методичною комісією НН ФТІ (протокол № 6 від 30.06.2022 року)