



КОМБІНАТОРНИЙ АНАЛІЗ. ЧАСТИНА 1 (ПО 16.1)

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>Обов'язкова (нормативна) (цикл загальної підготовки)</i> |
| Форма навчання | <i>Очна (денна)</i> |
| Рік підготовки, семестр | <i>2 курс, осінній семестр</i> |
| Обсяг дисципліни | <i>Загальна кількість: 5 кредитів ЕКТС / 150 годин Лекційних занять: 36 годин Практичних занять: 36 години Самостійна робота студентів: 78 годин</i> |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | <i>екзамен, МКР</i> |
| Розклад занять | http://schedule.kpi.ua |
| Мова викладання | <i>Українська</i> |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | <i>доц. Яковлев Сергій Володимирович, (vasv@rl.kiev.ua) ас. Крюков Владислав Ігорович</i> |
| Розміщення курсу | <i>Google Classroom</i> |

Програма навчальної дисципліни

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

Різні розділи комбінаторного аналізу включаються як складова частина або застосовуються у багатьох математичних дисциплінах, наприклад таких, як дискретна математика, алгебра математичний аналіз, теорія ймовірностей, теорія інформації та кодування, теорія булевих функцій, криптологія та ін. Для підготовки фахівців за спеціальністю «Прикладна математика» необхідне цілісне послідовне виконання основних задач та методів комбінаторного аналізу. Знання основних понять комбінаторики, володіння методами комбінаторного аналізу вкрай необхідно фахівцям, що займаються математичними методами захисту інформації, створенням систем криптографічного захисту інформації та їх аналізом. Дисципліна знайомить студентів з класичними задачами та методами комбінаторики, а також з сучасними комбінаторними методами, що застосовуються в криптографії та криптоаналізі.

Метою навчальної дисципліни «Комбінаторний аналіз. Частина 1» є надання студентам знання в галузі комбінаторної математики та поєднання їх із іншими розділами фундаментальної та прикладної математики (математичного аналізу, лінійної та прикладної алгебри). Зокрема, розглядаються основні комбінаторні конфігурації, комбінаторні тотожності, апарат аналізу рекурентних співвідношень та формальних рядів – генератрис послідовностей. Завдання

кредитного модуля – дати можливість студентам освоїти основні методи побудови комбінаторних об'єктів з заданими характеристиками, перелічення різних класів комбінаторних конфігурацій, доведення комбінаторних тотожностей. Наводяться приклади застосування методів комбінаторики в алгебрі, теорії чисел, кодуванні, криптографії. Багато уваги приділяється комбінаторним алгоритмам, загальним комбінаторним схемам.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі компетентності та програмні результати навчання за освітньою програмою:

Загальні компетентності

ЗК 1 – Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями

ЗК 3 – Здатність генерувати нові ідеї (креативність)

ЗК 4 – Здатність бути критичним і самокритичним

ЗК 6 – Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК 7 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

ЗК 8 – Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

Фахові компетентності

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

ФК 2 – Здатність виконувати завдання, сформульовані у математичній формі

ФК 13 – Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних

ФК 14 – Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних

ФК 18 – Навички розв'язування специфічних математичних та комп'ютерних задач, які виникають при розробці, реалізації та аналізі криптографічних систем

Програмні результати навчання

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

ПРН 3 – Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.

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

ПРН 7 – Вміти проводити практичні дослідження та знаходити розв'язок некоректних задач

ПРН 9 – Будувати ефективні щодо точності обчислень, стійкості, швидкодії та витрат системних ресурсів алгоритми для чисельного дослідження математичних моделей та розв'язання практичних задач.

ПРН 14 – Виявляти здатність до самонавчання та продовження професійного розвитку.

ПРН 15 – Уміти організувати власну діяльність та одержувати результат у рамках обмеженого часу

ПРН 19 – Збирати та інтерпретувати відповідні дані й аналізувати складності в межах своєї спеціалізації для донесення суджень, які відбивають відповідні соціальні та етичні проблеми.

ПРН 21 – Вміти формулювати та розв'язувати алгебраїчні та комбінаторні задачі, будувати та реалізовувати комбінаторні алгоритми та алгоритми прикладної алгебри, аналізувати теоретичну та практичну складність таких алгоритмів

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

Для засвоєння матеріалу курсу «Комбінаторний аналіз» студент повинен опанувати курси «Дискретна математика» та «Алгебра та геометрія».

Отримані практичні навички та засвоєнні знання необхідні для опанування таких дисциплін як «Спеціальні розділи обчислювальної математики», «Симетрична криптографія», «Асиметричні криптосистеми та протоколи», «Теорія інформації та кодування».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Задача і напрямки комбінаторного аналізу. Операції з множинами та мультимножинами та комбінаторні функції.

Тема 1.1. Вступ. Проблематика комбінаторики. Історичні приклади комбінаторних задач.

Тема 1.2. Алгебраїчні комбінаторні операції.

Тема 1.3. Кардинальні операції: декартів добуток, булеан, кардинальний степінь.

Тема 1.4. Характеристичні функції. Мультимножини.

Розділ 2. Комбінаторні схеми.

Тема 2.1. Комбінаторна схема I - вибірки і списки.

Тема 2.2. Комбінаторна схема II - розміщення.

Тема 2.3. Комбінаторна схема III - відображення. Комбінаторна схема IV - розбиття чисел.

Тема 2.4. Комбінаторна схема V - перестановки з повтореннями.

Розділ 3. Поліноми, генератриси, комбінаторні тотожності.

Тема 3.1. Поліноми. Добуток біномів. Біноміальні коефіцієнти. Поліноміальна теорема.

Тема 3.2. Твірна функція для послідовності. Операції з послідовностями та генератрисами.

Тема 3.3. Комбінаторні тотожності і методи їх доведення.

Тема 3.4. Комбінаторика в теорії чисел.

Розділ 4. Лінійні рекурентні послідовності.

Тема 4.1. Числа Фібоначчі.

Тема 4.2. Загальні лінійні рекурентні послідовності.

Розділ 5. Скінченно-різницеві оператори і комбінаторні числа.

Тема 5.1. Скінченно-різницеві оператори для послідовностей, операції з операторами.

Тема 5.2. Комбінаторні числа і комбінаторні схеми.

Розділ 6. Елементи класичної теорії ймовірностей.

Тема 6.1. Класична схема визначення ймовірності. Простір елементарних подій і стохастичний експеримент, події, класичне означення ймовірності.

Тема 6.2. Незалежні події, умовна ймовірність, формула повної ймовірності і формула Басса.

4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Кривий, Сергій Лук'янович. Дискретна математика : підручник для студентів вищих навчальних закладів / С.Л. Кривий ; Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Хмельницький національний університет. - Київ ; – Чернівці : Букрек, 2017. – 567 с.

2. Капітонова Ю.В., Кривий С.Л., Летичевський О.А., Луцький Г.М., Печурін М.К. Основи дискретної математики. – К.: Наукова думка, 2002. – 580 с.

3. 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.

4. Дискретні структури (Алгебраїчні та числові системи, комбінаторний аналіз) : навчально-методичний посібник для студентів спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення», аспірантів та викладачів вищих навчальних закладів / Укладач : Бойко І.В., Петрик М.Р., Цуприк Г.Б. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 64 с.

5. Донець Г. П. Екстремальні задачі на комбінаторних конфігураціях : монографія / Г. П. Донець, Л. М. Колечкіна. – Полтава : РВВ ПУЕТ, 2011. – 309 с.

6. Гнеденко Б.В. Курс теорії ймовірностей. – К.: ВПЦ Київський університет, 2010. – 464 с.

7. Турчин В.Н. Теорія ймовірностей і математична статистика. Основні поняття, приклади, задачі: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. – Дніпропетровськ: ІМА-прес, 2014. - 556 с.

8. Базилевич, Лідія Євгенівна. Дискретна математика у прикладах і задачах : підручник / Л.Є. Базилевич. – Львів : І.Е. Чижиков, 2013. – 486 с.

9. Кривий, Сергій Лук'янович. Збірник задач з дискретної математики : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / С.Л. Кривий ; Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка. – Київ ; – Чернівці : Букрек, 2018. – 455 с.

Для кращого опанування матеріалів дисципліни студентам надаються електронні конспекти лекцій та відеозаписи практичних занять

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчання здійснюється на основі студентоцентрованого підходу та взаємодії викладачів та студентів для засвоєння матеріалу та опанування практичних навичок. При викладанні дисципліни використовуються такі методи навчання: для лекційних занять – пояснювально-ілюстративний метод та метод проблемного викладу; для практичних занять – пояснювально-ілюстративний метод, репродуктивний метод та метод проблемного викладу.

Лекційні заняття

| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань |
|---|---|
| Розділ 1. Задача і напрямки комбінаторного аналізу. Операції з множинами та мультимножинами та комбінаторні функції. | |
| 1 | Перші поняття про комбінаторні задачі. Проблематика, цілі, завдання комбінаторного аналізу, напрямки досліджень і класи задач. Історичні та сучасні приклади комбінаторних задач і комбінаторних конфігурацій. Комбінаторна функція. Алгебраїчні операції над множинами. Співвідношення для потужностей побудованих множин. Правило суми. Принцип включення і виключення. Доведення класичної формули включення-виключення. Перерахування (підрахунок числа) підстановок без нерухомих точок і числа сюр'єктивних відображень. |

| | |
|---|--|
| 2 | Кардинальні операції над множинами: декартовий добуток, правило добутку, булеан, кардинальний степінь. Обґрунтування формул для потужностей побудованих множин. |
| 3 | Характеристичні функції. Конструктивна побудова і доведення бієкцій між підмножинами, характеристичними функціями та булевими векторами. Операції з множинами і відповідними характеристичними функціями. |
| 4 | Мультимножини. Узагальнені характеристичні функції. Неформальне поняття мультимножини. Два означення мультимножини: через основу та кратності елементів і з використанням узагальнених характеристичних функцій. Потужність мультимножини при різних означеннях. |
| 5 | Операції з мультимножинами: об'єднання, перетин, сума, декартовий добуток в термінах двох різних визначень мультимножин. Потужності побудованих мультимножин. Мультипідмножини, булеан. Доведення формули для потужності булеана мультимножини. Приклад отримання формули для кількості різних дільників натурального числа. |
| Розділ 2. Комбінаторні схеми. | |
| 6 | Комбінаторна схема I. Впорядковані вибірки: з поверненням і без повернення. Критерії порівняння. Перерахування (підрахунок числа) комбінаторних конфігурацій в схемах впорядкованих вибірок. Невпорядковані вибірки: без повернення і з поверненням. Критерії порівняння. Перерахування комбінаторних конфігурацій в схемах невпорядкованих вибірок. |
| 7 | Комбінаторна схема II. Розміщення r різних частинок по n різним коміркам: довільним чином та не більше однієї частинки комірки. Критерії порівняння. Бієкція зі схемою впорядкованих вибірок з поверненням. Потужності усіх таких розміщень. Розміщення r однакових частинок по n різним коміркам: не більше однієї частинки комірки та довільним чином. Критерії порівняння. Перерахування таких розміщень. Побудова бієкції між множинами таких розміщень і множинами невпорядкованих вибірок у відповідних схемах. |
| 8 | Комбінаторна схема III. Відображення. Чотири типи комбінаторних схем з відображеннями. Бієкції між множинами всіх відображень та відображень з додатковими умовами з відповідними множинами у схемах вибірок і в схемах розміщень частинок по комірках. Відповідності між характеристиками трьох комбінаторних схем: вибірок I, розміщень II і відображень III. |
| 9 | Комбінаторна схема IV. Розбиття чисел, число розв'язків лінійних рівнянь в натуральних числах та цілих невід'ємних числах. Відповідність зі схемами I, II, III. Комбінаторна схема V. Перестановки мультимножини або перестановки з повтореннями. Визначення перестановки мультимножини в термінах впорядкованих вибірок з мультимножини та в термінах розміщення частинок з мультимножини по різним коміркам. Доведення формули перерахування перестановок заданої мультимножини. Тест з теоретичного матеріалу №1 |
| Розділ 3. Поліноми, генератриси, комбінаторні тотожності | |
| 10 | Поліноми. Початкові означення. Канонічне зображення полінома. Теорема про канонічний вид добутку біномів. Біном Ньютона як наслідок теореми про добуток біномів. Деякі властивості біноміальних коефіцієнтів. Узагальнення біноміальних коефіцієнтів. |
| 11 | Генератриси для послідовностей. Операції множення на число, суми, згортки послідовностей і їх генератриси. Похідна, інтеграл генератриси і відповідні перетворення послідовності. Обчислення елементів послідовності за генератрисою. Інші види твірних функцій. |
| 12 | Поліноміальна теорема. Доведення. Поліноміальні коефіцієнти. Твердження про суму поліноміальних коефіцієнтів і про число доданків в поліноміальній теоремі. Комбінаторні тотожності. Способи задання комбінаторних тотожностей. Методи їх доведення. Приклади різних доведень комбінаторних тотожностей. Мала теорема Ферма та функція Ойлера. Комбінаторні доведення. |

| | |
|---|---|
| Розділ 4. Лінійні рекурентні послідовності | |
| 13 | Загальні лінійні рекурентні послідовності. Визначення. Приклади. Знаходження генератриси лінійної рекурентної послідовності k -го порядку. Числа Фібоначчі. Визначення. Вивід формули для n -го числа Фібоначчі з використанням генератриси. |
| Розділ 5. Скінченно-різницеві оператори і комбінаторні числа | |
| 14 | Скінченно-різницеві оператори для послідовностей. Оператори зсуву, різниці, усереднення. Операції з операторами. Доведення формули для степеня оператора різниці. Комбінаторні числа. Числа Моргана. Доведення формули для чисел Моргана. Порівняння з розміщеннями різних частинок без порожніх комірок, а також зі відповідними схемами вибірок і відображень |
| 15 | Комбінаторні числа. Числа Стірлінга 1-го і 2-го роду. Визначення, властивості, рекурентні формули. Комбінаторний зміст. Комбінаторні числа. Числа Белла. Визначення. Доведення рекурентної формули. Співвідношення між числами Моргана, Стірлінга 2-го роду, Белла, числом сюр'єктивних відображень, числом розміщень без порожніх комірок, числом впорядкованих вибірок з поверненнями, в яких присутні всі елементи. |
| Розділ 6. Елементи класичної теорії ймовірностей | |
| 16 | Класична теорія ймовірностей. Простір елементарних подій і стохастичний експеримент. Події. Несумісні події. Протилежні події. Група несумісних подій, повна група несумісних подій. Класичне означення ймовірності. Правило суми. Формула включення виключення для ймовірності об'єднання подій |
| 17 | Незалежні події. Означення, властивості. Незалежність кількох подій. Правило добутку. Попарна незалежність і незалежність в сукупності. Умови існування власних незалежних подій в класичній схемі ймовірностей |
| 18 | Умовна ймовірність. Властивості. Узагальнена теорема множення. Формула повної ймовірності. Формула Баєса Тест з теоретичного матеріалу №2 |

Практичні заняття

| № з/п | Назва теми заняття та перелік основних питань |
|-------|--|
| 1 | Обчислення базових сум (прогресії, похідні прогресій, телескопічні суми) та доведення алгебраїчних тотожностей |
| 2 | «Усна лічба»: задачі на розміщення з поверненнями та без повернень, на вибірки без повернень |
| 3 | Комбінаторні задачі дискретної математики |
| 4 | Застосування формули включень та виключень в комбінаторних задачах |
| 5 | Гармидери (перестановки без нерухомих точок) та їх властивості. Підрахунок кількості гармидерів за допомогою формули включень та виключень МКР, частина 1 |
| 6 | Задачі на перестановки з повтореннями. Задачі на вибірки з поверненнями та вибірки із додатковими обмеженнями. |
| 7 | Підрахунок кількості розв'язків лінійних діофантових рівнянь із різними обмеженнями на множину розв'язків |
| 8 | Алгебраїчні властивості біноміальних коефіцієнтів. Базові комбінаторні тотожності |
| 9 | Біном Ньютона та його властивості МКР, частина 2 |
| 10 | Символи Похгаммера (висхідний та низхідний факторіали), узагальнені біноміальні коефіцієнти. Біноміальна теорема. Обернений біном Ньютона |
| 11 | Побудова генератрис комбінаторних конфігурацій за Лагранжем. |

| | |
|----|---|
| 12 | Алгебраїчні властивості звичайних генератрис. Побудова генератрис для послідовностей, перетворення послідовностей та генератрис |
| 13 | Алгебраїчні властивості експоненційних генератрис. Побудова генератрис для послідовностей, перетворення послідовностей та генератрис МКР, частина 3 |
| 14 | Лінійні рекурентні послідовності. Побудова генератрис для рекурент. Пошук розв'язків рекурент через генератрис та через характеристичні поліноми |
| 15 | Числа Фібоначчі, числа Люка та їх властивості |
| 16 | Скінченно-різницеві оператори. Дія операторів на послідовності |
| 17 | Перетворення генератрис послідовностей, еквівалентне діям скінченно-різницевих операторів. Обчислення дії k-кратного застосування оператора |
| 18 | МКР, частина 4 |

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.

Розподіл годин самостійної роботи студента

| № | Вид самостійної роботи | Годин СРС |
|----|---|-----------|
| 1. | Опанування лекційного матеріалу | 18 |
| 2. | Підготовка до практичних занять | 20 |
| 3. | Підготовка до виконання модульної контрольної роботи | 8 |
| 4. | Підготовка до складання тестів з теоретичного матеріалу | 2 |
| 5. | Підготовка та складання іспиту | 30 |
| | Усього | 78 |

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. Матеріал занять, які були з тих чи інших причин пропущені, необхідно опанувати самостійно.

Пропущені контрольні заходи

Студент, який без поважних причин пропустив частину МКР або теоретичний тест, одержує за цей контрольний захід нуль балів без можливості перескладання. Якщо пропуск стався з поважних причин (наприклад, хвороби), студент має можливість написати контрольний захід в інший узгоджений з викладачем термін без зниження оцінки. Повторне написання будь-якої частини модульної контрольної роботи або тесту з теоретичного матеріалу не допускається.

Пропущений іспит не зараховується незалежно від причин пропуску; у такому випадку студент отримує запис у відомості «не з'явився» та повинен складати іспит на додатковій сесії.

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 та тестів з теоретичного матеріалу вказуються на відповідних бланках (роботах, які виконували студенти) з позначенням усіх помилок, коректної або некоректної відповіді, а також з коментарями, зауваженнями тощо.

Результати письмової частини іспиту вказуються на бланках для письмової екзаменаційної роботи (завдання, які виконували студенти) з позначенням усіх помилок, коректної або некоректної відповіді, а також з коментарями, зауваженнями тощо. Результати усної частини іспиту 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>.

У разі виявлення порушень норм академічної доброчесності під час виконання контрольного заходу студент одержує за цей захід нуль балів без можливості повторного виконання.

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, рейтингової системи оцінювання та/або зауважень.

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

| № | Контрольний захід | Макс бал | Кіл-ть | Усього |
|----|-------------------------------|----------|--------|--------|
| 1. | Виконання домашніх завдань | 2 | ≥ 4 | 8 |
| 2. | Модульна контрольна робота | 42 | 1 | 42 |
| 3. | Тест з теоретичного матеріалу | 5 | 2 | 10 |
| 4. | Іспит | 40 | 1 | 40 |
| | Усього | | | 100 |

Критерії оцінювання контрольних заходів

1) Виконання домашніх завдань

Домашні завдання перевіряються вибірково та випадковим чином, однак у кожного студента буде не менше чотирьох перевірянь домашніх завдань протягом семестру. Одне домашнє завдання оцінюється у 2 рейтингових бали.

Критерії оцінювання одного домашнього завдання:

- | | |
|---|---------------|
| • Правильне повне виконання усіх завдань | 100% оцінки |
| • Виконання з деякими неточностями | 75-99% оцінки |
| • Виконання не менш ніж 50% усіх завдань | 50-74% оцінки |
| • Наявність окремих правильно виконаних завдань | 25-49% оцінки |
| • Усі завдання повністю неправильні | 0 балів |
| • Домашнє завдання не здано | 0 балів |

Здача домашнього завдання після назначеного терміну виконання без поважної причини приводить до зниження оцінки за нього на 0,05 балу за кожен день запізнення; максимальне зниження оцінки за пропуск дедлайну – 0,4 бали. Домашнє завдання, яке не було здано або було здано більш ніж через вісім днів після дедлайну, вважається невиконаним і автоматично оцінюється у 0 балів.

Максимальна кількість балів, яку можна одержати за домашні завдання, дорівнює 8. Загальна кількість балів, яку студент одержує за домашні завдання, дорівнює сумі балів за кожне перевірене домашнє завдання. Якщо одержана сума перевищує 8 балів, вона встановлюється у 8 балів.

2) Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота (МКР) складається з декількох частин, які проводяться протягом семестру по мірі опанування теоретичного та практичного матеріалу. Кількість задач та їх вартість у балах визначається викладачами в залежності від складності самої задачі та об'єму винесеного на дану частину МКР матеріалу.

Критерії оцінювання однієї задачі МКР:

- | | |
|---|---------------|
| • Правильне повне розв'язання без помилок | 100% оцінки |
| • Розв'язання з несуттєвими помилками та/або описками | 90-99% оцінки |
| • Розв'язання з деякими неточностями | 70-89% оцінки |
| • Розв'язання із правильною ідеєю, але грубими помилками | 50-69% оцінки |
| • Наявність правильної ідеї розв'язку з неправильним її застосуванням або незакінченим розв'язком | 30-49% оцінки |
| • Розв'язок повністю неправильний або відсутній | 0% оцінки |

Студент, який без поважних причин пропустив частину МКР, одержує за неї нуль балів без можливості перескладання. Виконання частини МКР, пропущеної з поважних причин, врегульовується за домовленістю з викладачем в індивідуальному порядку.

Максимальна кількість балів, яку можна одержати за модульну контрольну роботу, дорівнює 42. Загальна кількість балів, яку студент одержує за одну частину модульної контрольної, дорівнює сумі балів за кожне завдання у відповідності до їх вартості та наведених критеріїв оцінювання. Загальна кількість балів, яку студент одержує за модульну контрольну роботу, дорівнює сумі балів за виконання усіх її частин.

3) Тести з теоретичного матеріалу

Протягом семестру по мірі опанування теоретичного матеріалу студенти пишуть два тести. Тести складаються із відкритих питань та питань із мультिवибором відповіді. Кількість питань та їх вартість у балах визначається викладачами.

Критерії оцінювання одного тестового питання:

- | | |
|---|-------------|
| • Правильна відповідь | 100% оцінки |
| • Обрано не усі правильні відповіді | 50% оцінки |
| • Відкрита відповідь містить суттєві неточності | 50% оцінки |
| • Обрана хоча б одна неправильна відповідь | 0% оцінки |
| • Відкрита відповідь є неправильною | 0% оцінки |

Студент, який без поважних причин пропустив тест, одержує за нього нуль балів без можливості перескладання. Виконання тесту, пропущеного з поважних причин, врегульовується за домовленістю з викладачем в індивідуальному порядку.

Максимальна кількість балів, яку можна одержати за один тест, дорівнює 5 балів. Загальна кількість балів, яку студент одержує за один тест, дорівнює сумі балів за кожне тестове питання у відповідності до їх вартості та наведених критеріїв оцінювання.

4) Семестрова атестація (іспит)

Семестрова атестація (іспит) проводиться усно зі студентами, які були допущені за результатами роботи протягом семестру. Іспит включає в себе

- практичну частину (3 задачі, 20 балів);
- теоретичний тест (10 питань, 10 балів);
- теоретичну частину (1 теоретичне питання із розгорнутою відповіддю, 10 балів);

Критерії оцінювання задач практичної частини співпадають з критеріями оцінювання задач МКР. Критерії оцінювання тестових питань співпадають із критеріями для тестів з теоретичного матеріалу.

Критерії оцінювання теоретичного питання із розгорнутою відповіддю:

- | | |
|--|---------------|
| • Студент демонструє вичерпне розуміння теоретичного матеріалу | 100% оцінки |
| • Студент відповідає з незначними неточностями | 90-99% оцінки |
| • Студент відповідає з суттєвими неточностями | 60-89% оцінки |
| • Відповіді студента лише частково вірні | 30-59% оцінки |
| • Відповіді студента містять лише окремі вірні положення | 10-29% оцінки |
| • Студент демонструє повне нерозуміння теоретичного матеріалу | 0 балів |

Під час іспиту забороняється використання будь-яких додаткових довідкових матеріалів.

Заохочувальні бали

Модульна контрольна робота може включати в себе додаткові задачі, правильне розв'язання яких оцінюється бонусними (заохочувальними) балами поза шкалою семестрового рейтингу.

Студенти, які склали іспит не менш ніж на 36 балів, мають право одержати бонусне завдання, розв'язання якого також надасть до 6 заохочувальних балів.

Студенти, які стали переможцями етапу університетської олімпіади з математики або аналогічного за змістом та статусом заходу (олімпіади інших університетів, математичні бої, конкурси наукових робіт з математики тощо), одержують 10 заохочувальних балів за перше місце, 8 – за друге місце, 6 – за третє місце.

Загальна кількість заохочувальних балів, які можна одержати за дисципліну: 10 балів.

Умови одержання проміжної атестації

Проміжна атестація студентів (далі – атестація) є календарним рубіжним контролем та проводиться двічі за семестр, на 7-му та 13-му навчальному тижнях семестру. Для одержання кожної атестації поточний рейтинг студента повинен бути не менше половини від суми максимальних балів за усі контрольні заходи, які були проведені на момент атестації.

Умови допуску до семестрової атестації

Необхідною умовою допуску до семестрової атестації є семестровий рейтинг не менше 25 балів.

Студенти, які протягом семестру отримали від 10 до 25 балів, не допускаються до складання іспиту. Замість іспиту такі студенти виконують письмову допускну роботу (10 задач, 20 балів), результати якої додають до семестрового рейтингу; якщо після виконання допускної роботи семестровий рейтинг стає більшим 30 балів, студент допускається до семестрової атестації на перескладанні, а його семестровий рейтинг вважається таким, що дорівнює 30 балів; в іншому випадку результати допускної роботи анулюються, а на перескладанні студент повторно виконує допускну роботу.

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

Перескладання дисципліни

Перескладання дисципліни проходить у такій само формі, як і іспит. Для допуску до перескладання студент повинен одержати не менше 30 рейтингових балів (з урахуванням першої спроби складання іспиту або допускної роботи). На перескладанні результати основного іспиту анулюються, а рейтингова оцінка складатиметься із семестрового рейтингу та результатів перескладання.

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

Підсумкова оцінка з дисципліни

Рейтингова оцінка складається з результатів виконання семестрових контрольних заходів (включно з заохочувальними) та результатів усного іспиту або його перескладання. Оцінка за стобальною шкалою переводиться до університетської шкали оцінок за наведеною таблицею відповідності.

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 №б/2 від 25.06.2025 р.).

Затверджено Методичною комісією НН ФТІ (протокол №б від 30.06.2025 року)