

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра алгебри та математичної логіки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Заступник декана  
з навчальної роботи



*Безущак* Безущак О.О.

*Вересень* 2018 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
DISCRETE STRUCTURES OF MODERN  
MATHEMATICS

для здобувачів освітньо-наукового рівня «доктор філософії»

галузь знань	11 «Математика та статистика»
спеціальність	111 «Математика»
освітній рівень	третій (освітньо-науковий)
освітньо-наукова програма	«Математика»
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2018/2019
Рік навчання	2
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	англійська/українська
Форма заключного контролю	екзамен

Викладачі: професор Петравчук Анатолій Петрович, д.ф.-м.н.

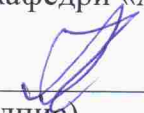
Пролонговано: на 2019/2020 н.р. *Безущак* (Безущак) «18» вересня 2019 р.  
на 20 /20 н.р. ( ) « » 20 р.

КИЇВ – 2018

Розробник: зав. кафедри алгебри та математичної логіки **Петравчук Анатолій Петрович**,  
д.ф.-м.н., професор

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри «Алгебри та математичної логіки»

  
\_\_\_\_\_ Петравчук А.П.  
(підпис)

Протокол №1 від «31» 08 2018 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від «12» 09 2018 року № 1

Голова науково-методичної комісії  \_\_\_\_\_ професор, д.ф.-м.н. Курченко О.О.  
(підпис)

**1. Мета дисципліни** Розвиток навичок розв'язання комплексних проблем в галузі математики, використання новітніх інформаційних і комунікаційних технологій, здатності до абстрактного мислення, здатності до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, вміння генерувати нові ідеї, навичок роботи в міжнародному науковому просторі, навичок формулювання дослідницьких задач з математики, вміння формулювати і строго доводити математичні твердження, перевіряти правильність їх доведень, навички розв'язання задач математичного захисту інформації.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

- 1. Знати:** основні методи теорії груп і напівгруп, теорії кілець і модулів над комутативними кільцями, теорії нормованих полів і полів  $p$ -адичних чисел та їх застосування в різних розділах математики і прикладних дисциплін, зокрема в теорії кодування і криптографії, основні методи теорії графів, алгоритми, пов'язані з графами, їх застосування в комп'ютерних дисциплінах, методи комбінаторного аналізу, теорії універсальних алгебр і теорії решіток, основні ідеї теорії категорій.
- 2. Вміти:** проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових ідей і підходів в галузі проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових ідей і підходів в галузі алгебри, дискретної математики, комбінаторного аналізу теорії універсальних алгебр, самостійно застосовувати методи цих дисциплін для створення математичних моделей і розв'язання прикладних задач.

## **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Дисципліна «Discrete structures of modern mathematics» належить до вибірових компонент освітньої програми, блоку дисциплін вільного вибору аспіранта. Вона забезпечує професійний розвиток, спрямована на формування концептуальних та методологічних знань у галузі математики, вміння критично аналізувати, оцінювати і синтезувати нові та комплексні ідеї, аналізувати наукові праці, формулювати методологічну базу власного наукового дослідження, здатність формулювати наукову проблему, робочі гіпотези досліджуваної проблеми. В рамках дисципліни вивчаються основні поняття і методи теорії груп, напівгруп, комутативних кілець і модулів над ними, теорії універсальних алгебр, комбінаторики, теорії графів, теорії кодування і теорії категорій, а також методи побудови дискретних математичних моделей для прикладних задач.

**4. Завдання (навчальні цілі):** набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у математиці, відповідно науково-освітньої кваліфікації «Доктор філософії». Зокрема, розвивати: вміння аналізувати сучасні передові концептуальні та методологічні знання; здатність проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових та складних ідей; здатність застосовувати теоретичні та практичні підходи математики; вміння розробляти наукові і інформаційно-освітні ресурси для розв'язання професійних задач, пов'язаних з розвитком та використанням математики, зокрема комбінаторного аналізу і теорії кодування. Набуття компетентностей:

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1).
2. Навички використання новітніх інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК-2).
3. Здатність проведення самостійних досліджень на сучасному рівні (ЗК-3).
4. Здатність до пошуку, оброблення на аналізу інформації з різних джерел (ЗК-4).
5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК-5).
6. Здатність працювати в міжнародному науковому просторі (ЗК-6).
7. Здатність розробляти та управляти науковими проектами (ЗК-7).
8. Здатність чітко формулювати і строго доводити математичні твердження (ЗК-8).
9. Здатність формулювати дослідницькі математичні задачі (ЗК-9)
10. Здатність розв'язувати задачі з нових розділів математики (ЗК-10).

11. Вміння встановлювати зв'язки між абстрактними математичними структурами і конкретними математичними об'єктами (ЗК-11).
12. Здатність перевіряти правильність доведень математичних тверджень (ЗК-12).
13. Здатність будувати, досліджувати і аналізувати математичні моделі процесів і явищ з використанням методів геометрії та топології, інтегральних та диференціальних рівнянь, математичної фізики, алгебри та теорії чисел, математичного аналізу, теорії ймовірностей, дискретної математики та теорії алгоритмів (ФК-1).
14. Здатність проводити наукові дослідження з математики і використовувати математичні методи для аналізу математичних моделей сучасного природознавства, соціо-гуманітарних наук і техніки (ФК-2).
15. Вміння використовувати методи геометрії та топології, інтегральних та диференціальних рівнянь, математичної фізики, алгебри та теорії чисел, математичного аналізу, теорії ймовірностей, дискретної математики та теорії алгоритмів при аналізі задач на предмет коректності та дослідженні зв'язків між математичними структурами (ФК-3).
16. Вміння досліджувати задачі теорії інтегральних та диференціальних рівнянь, математичної фізики, алгебри та теорії чисел, теорії ймовірностей, дискретної математики та теорії алгоритмів, математичного аналізу, геометрії та топології засобами інших розділів математики (ФК-4).
17. Здатність до оцінки адекватності математичної моделі об'єкту за допомогою аналітичного дослідження та імітаційного моделювання (ФК-5).
18. Здатність представляти та обґрунтовувати результати теоретичних та прикладних математичних досліджень у формі, яка відповідає можливостям сприйняття аудиторії.
19. Здатність до використання сучасного математичного програмного забезпечення для супроводження теоретичних досліджень, підтвердження теоретичних результатів і висунення гіпотез (ФК-7).
20. Здатність застосовувати алгебраїчні, геометричні, асимптотичні, ймовірнісно-стохастичні, динамічні методи та методи диференціальних рівнянь та математичного аналізу до розв'язування задач математики (СК-8).
21. Здатність застосовувати теоретико-ймовірнісні методи і методи фінансової математики, топологічні, алгебраїчні, комбінаторні, категорні методи та методи теорії узагальнених функцій, стохастичного аналізу, інтегральних та диференціальних рівнянь і математичного аналізу для досліджень в сучасній математиці (ФК-9).
22. Здатність здійснювати попередні експериментальні дослідження математичних задач з використанням інформаційних технологій та аналізувати отримані дані (ФК-10).
23. Здатність формулювати наукову проблему, робочі гіпотези досліджуваної проблеми, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики (ФК-11).

## 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
РН 1.1	Знати основні задачі сучасної теорії груп і напівгруп, теорії комутативних кілець і модулів над ними	<i>Лекція, практичне заняття</i>	<i>Контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді</i>	10%
РН 1.2	Знати основні задачі дискретної математики, зокрема теорії графів, комбінаторного аналізу, теорії матроїдів			10%
РН 1.3	Знати основні методи розв'язання задач із теорії кодування і теорії категорій			10%

PH 1.4	Знати основні застосування теорії графів в компютерних науках			10%
PH 2.1	Вміти застосовувати методи алгебри та дискретної математики для побудови дискретних моделей прикладних задач	<i>Лекція, практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), екзамен, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	20%
PH 2.2	Вміти застосовувати теорію скінченних полів і теорію чисел в криптографії і теорії кодування, теорію категорій в теоретичному програмуванні			20%
PH 2.3	Вміти застосовувати теорію графів для розв'язання задач оптимізації, побудови алгоритмів для різних прикладних задач.	<i>Практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Виступ з доповіддю за темою наукового дослідження</i>	5%
PH3.1	Здатність працювати у міжнародному просторі, обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами з питань застосування методів та теорій математики, писати наукові роботи			5%
PH4.1	Демонстрація авторитетності, інноваційності, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, послідовна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності.			5%
PH4.2	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість			5%

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	PH 1.1	PH 1.2	PH 1.3	PH 1.4	PH 2.1	PH 2.2	PH 2.3	PH 3.1	PH 4.1	PH 4.2
	Програмні результати навчання									
<i>(з опису освітньої програми)</i>										
<b>ПРН-3-4.</b> Визначати методологічні принципи та методи наукового дослідження галузі інформаційних технологій в залежності від об'єкту і предмету, використовуючи міждисциплінарні підходи.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН-3-5.</b> Використовувати сучасні інформаційні та комунікативні технології при спілкуванні, обміні інформацією, зборі, аналізі, обробці, інтерпретації джерел; здійснювати публікацію джерел	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН-3-6.</b> Знати, розуміти і застосовувати математичні концепції, методи системного аналізу і математичного моделювання.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН-У-1.</b> Аналізувати сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі науково-дослідницької та/або професійної діяльності і на межі предметних галузей знань	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН-У-2.</b> Критичний аналіз, оцінка і синтез нових та складних ідей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

<b>ПРН-У-3.</b> Уміти з нових дослідницьких позицій формулювати загальну методологічну базу власного наукового дослідження, усвідомлювати його актуальність, мету і значення для розвитку інших галузей науки, суспільно-політичного, економічного життя;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН-У-7.</b> Знати, розуміти і самостійно застосовувати методи аналізу предметної області, виявлення математичних потреб і збір даних для проектування;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН-У-8.</b> Оцінювати, класифікувати і обґрунтовувати вибір методів формування вимог до математики, формулювати вимоги;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН-У-9.</b> Аналізувати, оцінювати і вибирати сучасні інструментальні та обчислювальні засоби, технології, алгоритмічні і програмні рішення для конкретної задачі в галузі математики;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН-У-10.</b> Формулювати, експериментально підтверджувати, обґрунтовувати і застосовувати на практиці нові конкурентоздатні ідеї, методи, технології розв'язку професійних, науково-технічних задач, в тому числі нестандартних;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН-У-11.</b> Розробляти наукові і інформаційно-освітні ресурси для розв'язання професійних задач, пов'язаних з розвитком та використанням математики;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН-У-15.</b> Розуміти, аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для рішення професійних наукових задач інформаційно-довідникові та науково-технічні ресурси і джерела знань з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН-У-19.</b> Здійснювати процедуру встановлення інформаційної цінності джерел шляхом порівняльного аналізу з іншими джерелами	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ПРН-У-27.</b> Здатність саморозвиватися і самовдосконалюватися, нести відповідальність за новизну наукових досліджень та прийняття експертних рішень.								+	+	+
<b>ПРН-У-28.</b> Здатність приймати обґрунтовані рішення, мотивувати людей та рухатися до спільної мети.								+	+	+

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1. Форми оцінювання здобувачів освітньо-наукового ступеня:

- оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4 – 5 балів/3 бали;
2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: РН2.1, РН2.2 – 5 балів/3 бали;

3. *Контрольна робота 1*: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4 – 15 балів/9 балів;  
 4. *Контрольна робота 2*: РН2.1, РН2.2 – 15 балів/9 балів;  
 6. *Виступ з доповіддю за темою наукового дослідження*: РН2.3, РН3.1, РН4.1, РН4.2, – 20 балів/12 балів;

- **підсумкове оцінювання**: екзамен.

- *максимальна кількість балів які можуть бути отримані*: 40 балів;
- *результати навчання які будуть оцінюватись*: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН2.1, РН2.2;
- *форма проведення і види завдань*: письмова робота.

## 7.2. Організація оцінювання:

Обов'язковим є виконання завдань, винесених на самостійну роботу, та модульних контрольних робіт за графіком робочої програми.

У частину 1 входять теми 1 - 3, у частину 2 – теми 4 – 6 у частину 3 – теми 7 – 9. Обов'язковим для екзамену є виконання усіх контрольних робіт та доповідь за темою наукового дослідження до вказаної викладачем дати, перед початком екзаменаційної сесії, згідно навчального плану. Переписування чи перескладання тем не практикується..

### Терміни проведення форм оцінювання:

1. *Контрольна робота*: до 5 тижня навчального періоду.
2. *Контрольна робота*: до 13 тижня навчального періоду.
3. *Доповідь за темою наукового дослідження*: до 10 тижня навчального періоду.

У випадку відсутності з поважних причин відпрацювання та перездачі контрольні роботи здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу”.

## 7.3. Шкала відповідності оцінок

<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100
<b>Добре</b> / Good	75-89
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74
<b>Незадовільно</b> / Fail	0-59

**При визначенні оцінки визначальною є робота в семестрі.** Після завершення розгляду тем проводяться письмові контрольні роботи та теоретичне опитування.

## 8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Практичні	Самостійна робота
<b>Частина 1. „Основні поняття і задачі теорії груп, напівгруп, теорії кілець і модулів”</b>				
1	<b>Тема 1.</b> Вступ, основні поняття і методи теорії скінченних груп і теорії напівгруп, застосування в топології геометрії, комбінаториці, криптографії. <i>Самостійна робота:</i> Структура скінченних абелевих груп, задача дискретного логарифму, дія групи на множині..	2		8
2	<b>Тема 2.</b> Основні поняття теорії кілець, застосування в теорії чисел, теорії кодування і криптографії <i>Самостійна робота:</i> Застосування методів теорії кілець в геометрії, теорії диференціальних рівнянь, диференціальні кільця, алгебри Лі і кільця Лі.	2		12
3	<b>Тема 3.</b> Основні задачі і методи теорії модулів над комутативними кільцями, застосування в алгебраїчній топології, геометрії, теорії зображень. <i>Самостійна робота:</i> Модулі над поліноміальними кільцями, теорія зображень., модулі над диференціальними кільцями.	1	2	8
<i>Контрольна робота 1</i>		1		
<b>Частина 2. „Основні поняття теорії графів, комбінаторного аналізу, їх застосування”</b>				
4	<b>Тема 4.</b> Основні поняття і методи теорії графів, дерева, алгоритми, пов'язані з графами <i>Самостійна робота:</i> Опрацювати літературу про основні властивості дерев і алгоритми, пов'язані з деревами,	2		12
5	<b>Тема 5.</b> Основні поняття комбінаторного аналізу, теорема Рамсея, матроїди. <i>Самостійна робота:</i> Опрацювати літературу про теорему Рамсея і її застосуваннях, розібрати її доведення, ознайомитися більше детально з теорією матроїдів.	2	2	8
6	<b>Тема 6.</b> Комбінаторні методи в алгебрі, геометрії, топології, застосування для розв'язання прикладних задач. <i>Самостійна робота:</i> Опрацювати літературу з теорії матроїдів, комбінаторної топології.	2		12
<b>Частина 3. „ Основні поняття теорії кодування, теорії категорій і їх застосування ”</b>				
7	<b>Тема 7.</b> Основні поняття теорії кодування,	2		12



	завадостійке кодування, лінійні блочні коди. <i>Самостійна робота:</i> Опрацювати літературу із завадостійкого кодування, навчитися оцінювати можливості кодів по виявленню і виправленню помилок.			
8	<b>Тема 8.</b> Кодування дискретних джерел інформації, префіксні нерівномірні коди. <i>Самостійна робота:</i> Опрацювати основну літературу, розглянути основні алгоритми кодування джерел інформації	2		12
9	<b>Тема 9.</b> Основні поняття і методи теорії категорій, їх застосування в теоретичному програмуванні. <i>Самостійна робота:</i> Опрацювати літературу із застосувань теорії категорій в функціональних мовах програмування.	1		12
<i>Контрольна робота 2</i>		1		
<b>ВСЬОГО</b>		18	4	96

**Загальний обсяг 120 годин**, в тому числі:

Лекцій – **18 годин**,

Практичних занять – **4 години**

Консультації - **2 години**.

Самостійна робота – **96 години**.

## 9. Рекомендовані джерела

### *Основні:*

1. Ganyushkin O., Mazorchuk V. Classical finite transformation semigroups. An introduction. Springer--Verlag, 2009.
2. Уилсон Р. Теория графов. М.: Мир, 1977. – 234 с.
3. Б.Л.ван дер Варден *Алгебра*. М.: Наука, 1979.
4. Э.Б.Винберг Курс алгебры, М.Факториал Пресс, 2002.
5. М.Й. Ядренко. Дискретна математика. – Київ: Експрес, 2003.
6. Ю.А. Дрозд. Дискретна математика (електронний конспект лекцій). – Київ, 2006.
7. Р.Хаггарти, Дискретная математика для программистов, М.: Техносфера, 2004. – 315 с.

### *Додаткові:*

8. 6. Howie J.M. An Introduction to Semigroup Theory. London; New York. Academic Press, 1976.
9. 8. Айгнер М. Комбинаторная теория. М., Мир, 1982.
10. 9. Bona M. A Walk Through Combinatorics. Second Edition. World Scientific, 2006.
11. S.Lang, Algebra, Revised Third Edition, Springer, 2002. – 915 p.
12. Маклейн С., Категории для работающего математика, М.: Физматлит, 2004. – 352с.