

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЗ „ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА”**

Кафедра алгебри та системного аналізу

СИЛАБУС

навчальної дисципліни «Вибрані питання математики»

(назва дисципліни)

для освітнього рівня третій освітньо-науковий рівень

напряму / спеціальності(ей) 111 Математика

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри
Протокол № 4 від 26.11.2019 р.

Завідувач кафедри проф. Жучок А.В.  (підпис)

Перезатверджено: протокол № _____ від _____

Перезатверджено: протокол № _____ від _____

Перезатверджено: протокол № _____ від _____



1. **Назва дисципліни.**
„ВИБРАНІ ПИТАННЯ МАТЕМАТИКИ”

2. **Код дисципліни.**
ОК4

3. **Тип дисципліни.**
Обов’язкова

4. **Рік (роки) навчання.**
1-й

5. **Семестр / семестри.**
1

Кількість кредитів ECTS.
4,5

6. **Відомості про викладача (викладачів).**
Жучок Анатолій Володимирович – завідувач кафедри алгебри та системного аналізу, доктор фізико-математичних наук, професор, e-mail: zhuchok.av@gmail.com

7. **Мета вивчення дисципліни (в термінах результату навчання й компетенції).**
Мета – ознайомити студентів з основними властивостями категорного аналогу напівгрупи часткових перетворень – симетричної 0-категорії та її підкатегорії – симетричної інверсної 0-категорії. Зокрема, дослідити найменші конгруенції, 0-сполуки та напівретракції на симетричних 0-категоріях, встановити будову групи автоморфізмів симетричної інверсної 0-категорії на скінченній множині. Вивчити будову всіх зрізів відношень Гріна симетричної інверсної 0-категорії.

Компетенції здобувача, які формуються внаслідок вивчення дисципліни

В результаті освоєння освітньо-наукової програми освітнього рівня доктора філософії у здобувача мають бути сформовані такі компетентності:

- Інтегральна компетентність (ІК), здатність розв’язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності.
- загальні компетентності (ЗК), які не залежать від галузі та є обов’язковими для здобувачів ступеню доктора філософії;
- фахові компетентності (ФК), які розкривають вміння та навички здобувачів ступеню доктора філософії.

Таблиця 1. Компетентності та програмні результати навчання згідно із Освітньо-науковою програмою доктора філософії 111 Математика.

ОК4	Вибрані питання математики	4,5	ІК, ЗК4, ЗК8, ЗК18, ЗК24, ЗК25, ЗК33, ФК1, ФК2, ФК3, ФК4, ФК5, ФК6, ФК7, ФК9, ФК10, ФК11, ФК12, ФК15, ФК16, ФК17, ФК18, ФК31-ФК35	ПРЗ-3, ПРЗ-7, ПРЗ-21, ПРЗ-22, ПРУ-17, ПРУ-18, ПРУ-20, ПРУ-21, ПРУ-22, ПРУ-23, ПРУ-24, ПРУ-25, ПРУ-26, ПРУ-27, ПРУ-30, ПРУ-31, ПРУ-32, ПРУ33
-----	----------------------------	-----	---	---

Знання:

- знання основоположних понять і термінів теорій категорій;
- знання основних типів категорій та їх прикладів;
- знання провідних тенденцій розвитку теорії категорій;
- знання зв'язків малих категорій з 0-категорійними напівгрупами;
- знання нових типів малих категорій, таких як симетричні 0-категорії та симетричні інверсні 0-категорії;
- знання про методи знаходження ідемпотентних конгруенцій симетричних 0-категорій;
- знання про будову основних типів 0-сполук на симетричних 0-категоріях;
- знання про будову групи автоморфізмів симетричної інверсної 0-категорії на скінченній множині;
- знання про опис зрізів відношень Гріна симетричної інверсної 0-категорії;
- знання математичних методів оптимізації та прийняття рішень в алгебрі;
- знання кількісних методів аналізу інформації, вміння робити обґрунтовані висновки та рекомендації;
- знання характерних особливостей наукової мови в алгебраїчних системах.

Уміння:

- вільне володіння базовим інструментарієм, понятійним апаратом теорії категорій;
- вміння застосовувати провідні тенденції розвитку теорії категорій;
- вміння оперувати категорними методами аналізу алгебраїчних систем й робити обґрунтовані висновки та рекомендації;
- вміння застосовувати методи теорії категорій при дослідженні алгебраїчних об'єктів;
- вміння використовувати техніку напівретракцій для опису конгруенцій на заданих класах напівгрупах;
- вміння використовувати метод дослідження будови групи автоморфізмів симетричної інверсної 0-категорії на скінченній множині для опису автоморфізмів інших алгебраїчних систем;
- вміння використовувати метод декомпозиції напівгрупи у 0-сполуки;
- вміння використовувати метод опису зрізів відношень Гріна симетричної інверсної 0-категорії для дослідження зрізів відношень Гріна на заданих класах напівгруп;
- вміння використовувати дедукцію, індукцію в дослідженнях різних класів категорій;
- вміння застосовувати концептуально-методологічні принципи, притаманні сучасній науковій раціональності, для пізнання явищ в алгебрі та теорії категорій;
- вміння застосовувати сучасні ефективні засоби роботи з науковою та навчально-методичною літературою з теорії категорій;
- вміння за допомогою інформаційних технологій видобувати, зберігати, аналізувати та репрезентувати отримані наукові данні.

8. Передумови (актуальні знання, необхідні для опанування дисципліни).

Передбачається попереднє знайомство з такими курсами як «Загальна алгебра», «Лінійна алгебра» з циклу дисциплін базової вищої освіти.

9. Зміст дисципліни.

№	Змістовні модулі та їхня структура	денна форма навчання					заочна форма навчання				
		заг ал ьн а кі ль кіс	Ле кц ії	пр ак ти чн і за ня	ла бо ра то рн і ро ро	са мо сті йн а ро бо	заг ал ьн а кі ль кіс	ле кц ії	пр ак ти чн і за ня	ла бо ра то рн і ро ро	са мо сті йн а ро бо

		ть		тт я	бо ти	та	ть		тт я	бо ти	та
Перший семестр, Модуль 1 «Симетричні 0-категорії»											
Тема 1. Категорії та конструкції											
1.1.	Визначення категорії та приклади	6	2	2		2					
1.2.	Типи морфізмів та об'єктів	4	2			2					
1.3.	Конструкції категорій	2				2					
1.4.	Категорії абелевих груп та кілець	2				2					
1.5.	Категорії напівгруп та моноїдів	2				2					
Тема 2. Функтори											
2.1.	Поняття функтора та їх приклади	6	2	2		2					
2.2.	Границя функтора	4	2			2					
2.3.	Кограниця функтора	2				2					
2.4.	Природні перетворення функторів	2				2					
2.5.	Спряжені функтори	2				2					
Тема 3. Симетричні категорії та зображення											
3.1.	Напівгрупоїди. Часткові групи	2				2					
3.2.	Алгебраїчні категорії	2				2					
3.3.	Симетричні категорії та зображення	4	2			2					
3.4.	Поняття симетричної 0-категорії	6	2	2		2					
3.5.	Піднапівгрупи симетричної 0-категорії	2				2					
Тема 4. Симетричні 0-категорії											
4.1.	Властивості симетричної 0-категорії	2				2					
4.2.	Симетрична інверсна 0-підкатегорія	2				2					
4.3.	Автоморфізми симетричної інверсної 0-категорії на скінченній множині	6	2	2		2					
4.4.	Основні типи 0-сполук: ортогональна, ліва, права та прямокутна суми	2				2					
4.5.	Декомпозиції симетричної (інверсної) 0-категорії у 0-сполуки	2				2					
Тема 5. Конгруєнції та напівретракції симетричних 0-категорій											
5.1.	0-категорійні напівгрупи та їх зображення	2				2					
5.2.	Ідемпотентні конгруєнції симетричних 0-категорій	6	2	2		2					
5.3.	Напівретракції та мутації напівгруп	4				4					
5.4.	Деякі класи напівретракцій симетричних 0-категорій	2				2					
Разом за змістовим модулем 1		76	16	10		50					
Перший семестр, Модуль 2 «Зрізи відношень Гріна симетричної інверсної 0-категорії»											
Тема 1. Зрізи на напівгрупах											
1.1.	Поняття зрізу, приклади	5	2			3					
1.2.	Відношення Гріна та конгруєнції	4		2		2					
1.3.	Еквівалентності Гріна на симетричній інверсній 0-категорії	2				2					
1.4.	Зрізи на симетричній напівгрупі	2				2					

	перетворень										
1.5.	Зрізи на симетричній інверсній напівгрупі часткових перетворень	2				2					
Тема 2. R-зрізи симетричної інверсної 0-категорії											
2.1.	R-зрізи на компонентах найбільшої декомпозиції симетричної інверсної 0-категорії в ортогональну суму	4				4					
2.2.	R-зрізи симетричної інверсної 0-категорії	5	2			3					
2.3.	Кількість R-зрізів симетричної інверсної 0-категорії на скінченній множині	5		2		3					
Тема 3. J- і H-зрізи симетричної інверсної 0-категорії											
3.1.	J-зрізи симетричної інверсної 0-категорії	4	2			2					
3.2.	Кількість J-зрізів симетричної інверсної 0-категорії на скінченній множині	4		2		2					
3.3.	H-зрізи симетричної інверсної 0-категорії	3				3					
3.4.	Кількість H-зрізів симетричної інверсної 0-категорії на скінченній множині	3				3					
Тема 4. Класифікація зрізів з точністю до ізоморфізма											
4.1.	Класифікація L- та R-зрізів симетричної інверсної 0-категорії	5	2			3					
4.2.	Класифікація J-зрізів симетричної інверсної 0-категорії	5	2			3					
4.3.	Класифікація H-зрізів симетричної інверсної 0-категорії	6		2		4					
Разом за змістовим модулем 2		59	10	8		41					
ЗАГАЛЬНА КІЛЬКІСТЬ ГОДИН											
		135	26	18		91					

10. Список рекомендованої навчальної літератури.

Основна навчальна література

1. М.Ш. Цаленко, Е.Г. Шульгейфер. Основы теории категорий. Издательство «Наука». Москва, 1974.
2. И. Букур, А. Деляну. Введение в теорию категорий и функторов. Издательство «Мир». Москва, 1972.
3. Б.В. Новиков. Лекции по теории категорий. Альма-матер. - Луганськ, 2003.
4. К. Фейс. Алгебра: кольца, модули и категории. Т.1. – Мир, Москва, 1977.
5. С. Ленг. Алгебра. – Москва, Мир, 1968.
6. А.Г. Курош Лекции по общей алгебре. – М.: Физматгиз, 1962. – 396 с.
7. А.Г. Курош. Прямые разложения в алгебраических категориях. Труды ММО, 8 (1959), 391-412.
8. А.Г. Курош, А.Х. Лившиц, Е.Г. Шульгейфер. Основы теории категорий. УМН, 15, 1960 (№6), 3-52.
9. Ю.В. Жучок. Вибрані питання загальної алгебри: симетричні 0-категорії. Держ. закл. „Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка”. – Старобільськ : Вид-во ДЗ „ЛНУ імені Тараса Шевченка”, 2019. – 130 с.

Додаткова навчальна література

1. S. MacLane. Categories for the working mathematician. Springer, 1971.

2. С. Маклейн. Гомологія. – Издательство «Мир», Москва, 1966.
3. Х. Баас. Алгебраическая K-теория. – Издательство «Мир», Москва, 1973.
4. Р. Голдблатт. Топосы. Категорный анализ логики. – Издательство «Мир», Москва, 1983.
5. Bogdanović S., Ćirić M. Decompositions of semigroup with thero // Publications de l'institut mathématique, Nouvelle série. – 1995. – №57 (71). – P. 111 – 123.
6. Cowan D. F. Partial cross-sections of symmetric inverse semigroups / D. F. Cowan, N. R. Reilly // Internat. J. Algebra and Comput. – 1995. – Vol. 5, no. 3. – P. 259 – 287.
7. Ganyushkin O. L – and R –cross-sections in IS_n / O. Ganyushkin, V. Mazorchuk // Communic. in Algebra. – 2003. – Vol. 31, no. 9. – P. 4507 – 4523.
8. Pyekhtyeryev V. H –, R – and L –cross-sections of the infinite symmetric inverse semigroup IS_X / V. Pyekhtyeryev // Algebra Discrete Math. – 2005. – Vol. 1. – P. 92 – 104.
9. Yu. V. Zhuchok. Cross-sections of Green's relations in a symmetric inverse 0-category. Algebra and Logic. September 2012, Volume 51, Issue 4, P. 306–318.

12. Технології викладання та атестації.

Діяльність студента:

- самостійне опанування теоретичного матеріалу;
- самопідготовка (повторення матеріалу підручників та навчальних посібників, підготовка до практичних занять, поточного та підсумкового контролю);
- поточний контроль теоретичних знань під час проведення практичних робіт;
- написання контрольних модульних робіт.

Поточний контроль:

- виконання практичних завдань;
- письмова модульна контрольна робота;
- самостійна робота.

Форма семестрового контролю:

1 семестр – іспит.

13. Критерії оцінювання (у %).

Семестрову рейтингову оцінку розраховують, виходячи з критеріїв:

- письмові модульні контрольні роботи – 40%;
- результати виконання практичних робіт – 40%.
- самостійна робота – 20%.

14. Мови викладання.

Українська.

15. Навчальний контент до проведення практичних робіт

Теми практичних робіт

1. Категорії та конструкції.
2. Функтори.
3. Симетричні категорії та зображення.
4. Симетричні 0-категорії.
5. Конгруенції та напівретракції симетричних 0-категорій.

6. Зрізи на напівгрупах.
7. R -зрізи симетричної інверсної 0 -категорії.
8. J - і H -зрізи симетричної інверсної 0 -категорії.
9. Класифікація зрізів з точністю до ізоморфізма.

16. Навчальний контент до організації самостійної роботи

Теми для самостійного вивчення

Тема 1. Категорії та конструкції

1. Визначення категорії та приклади
2. Типи морфізмів та об'єктів
3. Конструкції категорій
4. Категорії абелевих груп та кілець
5. Категорії напівгруп та моноїдів

Тема 2. Функтори

1. Поняття функтора та їх приклади
2. Границя функтора
3. Кограниця функтора
4. Природні перетворення функторів
5. Спряжені функтори

Тема 3. Симетричні категорії та зображення

1. Напівгрупоїди. Часткові групи.
2. Алгебраїчні категорії
3. Симетричні категорії та зображення
4. Поняття симетричної 0 -категорії
5. Піднапівгрупи симетричної 0 -категорії

Тема 4. Симетричні 0 -категорії

1. Властивості симетричної 0 -категорії
2. Симетрична інверсна 0 -підкатегорія
3. Автоморфізми симетричної інверсної 0 -категорії на скінченній множині
4. Основні типи 0 -сполук: ортогональна, ліва, права та прямокутна суми
5. Декомпозиції симетричної (інверсної) 0 -категорії у 0 -сполуки

Тема 5. Конгруенції та напівретракції симетричних 0 -категорій

1. 0 -категорійні напівгрупи та їх зображення
2. Ідемпотентні конгруенції симетричних 0 -категорій
3. Напівретракції та мутації напівгруп
4. Деякі класи напівретракцій симетричних 0 -категорій

Тема 6. Зрізи на напівгрупах

1. Поняття зрізу, приклади
2. Відношення Гріна та конгруенції
3. Еквівалентності Гріна на симетричній інверсній 0 -категорії
4. Зрізи на симетричній напівгрупі перетворень
5. Зрізи на симетричній інверсній напівгрупі часткових перетворень

Тема 7. R -зрізи симетричної інверсної 0 -категорії

1. R -зрізи на компонентах найбільшої декомпозиції симетричної інверсної 0 -категорії в ортогональну суму
2. R -зрізи симетричної інверсної 0 -категорії
3. Кількість R -зрізів симетричної інверсної 0 -категорії на скінченній множині

Тема 8. J - і H -зрізи симетричної інверсної 0 -категорії

1. J -зрізи симетричної інверсної 0 -категорії
2. Кількість J -зрізів симетричної інверсної 0 -категорії на скінченній множині

3. Н -зрізи симетричної інверсної 0-категорії
4. Кількість Н -зрізів симетричної інверсної 0-категорії на скінченній множині

Тема 9. Класифікація зрізів з точністю до ізоморфізма

1. Класифікація L - та R -зрізів симетричної інверсної 0-категорії
2. Класифікація J -зрізів симетричної інверсної 0-категорії
3. Класифікація Н -зрізів симетричної інверсної 0-категорії

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Нехай BS_n – симетрична інверсна 0-категорія на n -елементній множині. Доведіть, що виконуються такі твердження:

- 1) кількість всіх ідемпотентів напівгрупи BS_n дорівнює 2^n ;
- 2) кількість всіх нільпотентів напівгрупи BS_n дорівнює $\sum_{i=1}^n ((C_n^i)^2 - C_n^i) i! + 1$;
- 3) для кожного R -зрізу T напівгрупи BS_n маємо $|T| = 2^n$;
- 4) для кожного J -зрізу T напівгрупи BS_n маємо $|T| = n + 1$;
- 5) для кожного Н -зрізу T напівгрупи BS_n маємо $|T| = \sum_{i=0}^n (C_n^i)^2$;
- 6) для кожного R -(J -)зрізу T симетричної інверсної 0-категорії $BSym^0 X$, $|X| > 1$, існує єдина незвідна породжуюча множина $T \setminus \{0\}$;
- 7) для кожного Н -зрізу напівгрупи BS_n існує $\prod_{i=2}^{n-1} i!^{C_n^i - 1} \cdot \frac{C_n^i!}{2}$ незвідних породжуючих множин;
- 8) будь-який R -(J -)зріз симетричної інверсної 0-категорії $BSym^0 X$ ізоморфно занурюється в напівгрупу $U(X) \times U(X)$ -матричних одиниць;
- 9) будь-які два Н -зрізи симетричної інверсної 0-категорії $BSym^0 X$ ізоморфні;
- 10) кожний Н -зріз симетричної інверсної 0-категорії $BSym^0 X$ ізоморфно занурюється в напівгрупу $U(X) \times U(X)$ -матричних одиниць.

17. Проведення поточного і підсумкового контролю Завдання до контрольної модульної роботи №1

Варіант 1

1. Дайте визначення понять: категорія, морфізми та їх типи.
2. Доведіть, що в будь-якій категорії композиція мономорфізмів (епіморфізмів, ізоморфізмів) є мономорфізмом (епіморфізмом, ізоморфізмом).
3. Доведіть, що система аксіом часткової групи є незалежною.
4. Опишіть будову відношень Гріна на симетричній інверсній 0-категорії.
5. Показати, що функція знаходження остачі від ділення цілих чисел на фіксоване натуральне число є напівретракцією адитивної (мультиплікативної) напівгрупи цілих чисел.

Варіант 2

1. Дайте визначення понять: ініціальні, термінальні та нульові об'єкти категорій.
2. Знайдіть всі мономорфізми та епіморфізми моноїда та частково упорядкованої множини, розглядуваних як категорії.
3. Опишіть будову лівого, правого та двобічного відношень подільності на симетричній (інверсній) 0-категорії.

4. Укажіть найбільшу декомпозицію симетричної 0-категорії $Sym^0 X$ у ліву суму напівгруп.
5. Опишіть піднапівгрупи симетричної інверсної 0-категорії $BSym^0 X$, які є антиланцюгами.

Варіант 3

1. Дайте визначення понять: підкатегорія, дуальна категорія, добуток категорій.
2. Доведіть, що у довільній категорії будь-які два ініціальних (термінальних, нульових) об'єкти є ізоморфними.
3. Описати ідемпотентні, регулярні та інверсні елементи симетричної 0-категорії.
4. Укажіть найбільшу декомпозицію симетричної 0-категорії $Sym^0 X$ у прямокутну суму напівгруп.
5. Опишіть нільпотентні піднапівгрупи симетричної інверсій 0-категорії $BSym^0 X$.

Варіант 4

1. Дайте визначення понять: функтор, котрваріантний функтор, унівалентний функтор, спряжений функтор.
2. Доведіть, що в категорії матриць прямокутна матриця розмірності $m \times n$ є мономорфізмом (епіморфізмом) тоді й лише тоді, коли ранг цієї матриці дорівнює n (відповідно m).
3. Доведіть, що підмножина симетричної 0-категорії $Sym^0 X$, яка складається з усіх взаємно однозначних часткових перетворень множини X в об'єднанні з нулем, утворює повну підкатегорію в $Sym^0 X$.
4. Покажіть, що існує лише єдина нетривіальна ідемпотентна конгруенція на симетричній інверсій 0-категорії $BSym^0 X$.
5. Укажіть найбільшу декомпозицію симетричної 0-категорії $Sym^0 X$ у праву суму напівгруп.

Варіант 5

1. Дайте визначення понять: сума та добуток об'єктів, границя та кограниця функтора, їх приклади.
2. Покажіть, що в категорії напівгруп (моноїдів) сума об'єктів існує та збігається з вільним добутком.
3. Знайдіть найбільшу декомпозицію симетричної інверсної 0-категорії ортогональну суму напівгруп.
4. Доведіть, що для симетричної інверсної 0-категорії на нескінченній множині не існує нетривіальних ідемпотентних конгруенцій.
5. Опишіть будову групи автоморфізмів симетричної інверсної 0-категорії на скінченній множині.

Завдання до контрольної модульної роботи №2

Варіант 1

1. Дайте визначення понять: трансверсаль розбиття; зріз, що відповідає відношенню еквівалентності на напівгрупі, приклади зрізів.
2. Знайдіть потужність симетричної 0-категорії на n -елементній множині.
3. Опишіть L -зрізи симетричної інверсної 0-категорії.
4. Обчисліть кількість всіх R -зрізів симетричної інверсної 0-категорії на n -елементній множині.
5. Класифікуйте H -зрізи симетричної інверсної 0-категорії з точністю до ізоморфізма.

Варіант 2

1. Дайте визначення понять: відношення Гріна, конгруенції, сполуки (0-сполуки).
2. Знайдіть потужність симетричної інверсної 0-категорії на n -елементній множині.

3. Опишіть R -зрізи симетричної інверсної 0-категорії.
4. Обчисліть кількість всіх J -зрізів симетричної інверсної 0-категорії на n -елементній множині.
5. Класифікуйте L -зрізи симетричної інверсної 0-категорії з точністю до ізоморфізма.

Варіант 3

1. Дайте визначення симетричної 0-категорії на довільній множині.
2. Знайдіть кількість ідемпотентів симетричної 0-категорії на n -елементній множині.
3. Опишіть J -зрізи симетричної інверсної 0-категорії.
4. Обчисліть кількість всіх L -зрізів симетричної інверсної 0-категорії на n -елементній множині.
5. Класифікуйте D -зрізи симетричної інверсної 0-категорії з точністю до ізоморфізма.

Варіант 4

1. Дайте визначення симетричної інверсної 0-категорії на довільній множині.
2. Знайдіть кількість всіх ідемпотентів симетричної інверсної 0-категорії на n -елементній множині.
3. Опишіть D -зрізи симетричної інверсної 0-категорії.
4. Обчисліть кількість всіх H -зрізів симетричної інверсної 0-категорії на n -елементній множині.
5. Класифікуйте R -зрізи симетричної інверсної 0-категорії з точністю до ізоморфізма.

Варіант 5

1. Дайте визначення понять: ліва, права та двобічна напівретракція напівгрупи, мутація.
2. Знайдіть кількість нільпотентів симетричної інверсної 0-категорії на n -елементній множині.
3. Опишіть H -зрізи симетричної інверсної 0-категорії.
4. Обчисліть кількість всіх D -зрізів симетричної інверсної 0-категорії на n -елементній множині.
5. Класифікуйте J -зрізи симетричної інверсної 0-категорії з точністю до ізоморфізма.

Запитання до підсумкового контролю

1. Поняття категорії.
2. Малі та великі категорії.
3. Нормальні категорії.
4. Бікатегорії.
5. Типи морфізмів та об'єктів.
6. Конструкції категорій.
7. Категорія абелевих груп.
8. Категорія абелевих кілець.
9. Категорія напівгруп.
10. Категорія моноїдів.
11. Функтори та їх приклади.
12. Границя функтора.
13. Кограниця функтора.
14. Природні перетворення функторів.
15. Спряжені функтори.
16. Напівгрупоїди.
17. Часткові групи.
18. Незалежність системи аксіом часткової групи.
19. Алгебраїчні категорії.
20. Симетричні категорії та зображення.

21. Поняття симетричної 0-категорії.
22. Відношення подільності симетричної 0-категорії.
23. Відношення Гріна на симетричній 0-категорії.
24. Ідемпотенти та регулярні елементи симетричної 0-категорії.
25. Нільпотентні піднапівгрупи симетричної 0-категорії.
26. Основні типи 0-сполук: ортогональна, ліва, права та прямокутна суми.
27. Симетрична інверсна 0-підкатегорія.
28. Декомпозиції симетричної (інверсної) 0-категорії у 0-сполуки.
29. Автоморфізми симетричної інверсної 0-категорії на скінченній множині.
30. Ідемпотентні конгруенції симетричної 0-категорії.
31. Ідемпотентні конгруенції симетричної інверсної 0-категорії.
32. Напівретракції та мутації напівгруп.
33. Деякі класи напівретракцій симетричних 0-категорій.
34. Поняття 0-категорійної напівгрупи.
35. Інверсна напівгрупа.
36. Зображуваність 0-категорійних інверсних напівгруп.
37. Поняття зрізу, приклади.
38. Еквівалентності Гріна на симетричній напівгрупі.
39. Еквівалентності Гріна на симетричній інверсній напівгрупі.
40. Зрізи на симетричній напівгрупі перетворень.
41. Зрізи на симетричній інверсній напівгрупі.
42. R -зрізи симетричної інверсної 0-категорії.
43. Кількість R -зрізів симетричної інверсної 0-категорії на скінченній множині.
44. J -зрізи симетричної інверсної 0-категорії.
45. Кількість J -зрізів симетричної інверсної 0-категорії на скінченній множині.
46. H -зрізи симетричної інверсної 0-категорії.
47. Кількість H -зрізів симетричної інверсної 0-категорії на скінченній множині.
48. Умови ізоморфності R -зрізів симетричної інверсної 0-категорії.
49. Умови ізоморфності J -зрізів симетричної інверсної 0-категорії.
50. Умови ізоморфності H -зрізів симетричної інверсної 0-категорії.