

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Механіко-математичний факультет**

Кафедра алгебри і комп'ютерної математики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

Харитонов О.М.

« 31 » серпня 2021 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Теорія моделей**

для студентів

галузь знань	11 математика та статистика
спеціальність	111 математика
освітня програма	комп'ютерна математика
освітній рівень	магістр_
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: Ганюшкін Олександр Григорович, кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри алгебри і комп'ютерної математики.

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

КИЇВ – 2021

Розробники: Ганюшкін Олександр Григорович, кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри алгебри і комп'ютерної математики.

ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри _____
Механіко-математичний факультет (Петравчук А.П.)
Протокол № 1 від «30» 08.2021



Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від «31» 08 2021 року № _____

Голова науково-методичної комісії Ol (проф. Олійник А.С.)

«31» 08 2021 року

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Теорія моделей» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «магістр» галузі знань 11 математика та статистика зі *спеціальності* 111 математика освітньої програми «математика».

Дана дисципліна є вибірковою.

Викладається у 1 семестрі 2 курсу в обсязі 90 год. (3 кредити ECTS) зокрема: лекції – всього 28 год., самостійна робота – 60 год., консультації – 2 год. У курсі передбачено 2 змістових модулі та 1 модульна контрольна робота. Завершується дисципліна іспитом в 1-ому семестрі 2 року.

1. Мета дисципліни – забезпечити оволодіння студентами базовими поняттями й методами теорії моделей, необхідними для подальшого поглибленого вивчення окремих розділів сучасних алгебри та математичної логіки й застосування відповідних методів для досліджень у різних областях математики.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни.
Володіння стандартними університетськими курсами алгебри та математичної логіки

3. Анотація навчальної дисципліни:

У програмі дисципліни розглядаються основні поняття теорії моделей (мови першого порядку, теорії, інтерпретації, моделі), основні структурні властивості теорій та моделей (елементарна еквівалентність, аксіоматизованість, розв'язність, спадковість, тощо) та основні методи побудови моделей (діаграми, теорема компактності, елементарні ланцюги, ультра добутки, тощо).

4. Завдання (навчальні цілі):

Досягнення складової інтегральної компетентності – здатності розв'язувати складні задачі та практичні проблеми у профільній діяльності, пов'язані з використанням алгебраїчних і геометричних властивостей афінних алгебраїчних многовидів, зокрема еліптичних кривих над скінченими полями для застосувань в криптографії. Досягнення основних загальних компетентностей, зокрема, здатностей: 1) Здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузях, відмінних від математики (ЗК-1); 2) Здатність використовувати у професійній діяльності знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук (ЗК-2); 3) Здатність вирішувати проблеми у професійній діяльності на основі абстрактного мислення, аналізу, синтезу та прогнозу (ЗК-3); 4) Здатність до пошуку, оброблення й аналізу інформації з різних джерел, необхідної для розв'язування наукових і

професійних завдань (ЗК-4); 5) Здатність генерувати нові ідеї (ЗК-5); 6) Здатність спілкуватися державною мовою і усно, і письмово (ЗК-8); 7) Здатність спілкуватися іноземною мовою (ЗК-9); 8) Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування (ЗК-10); 9) Здатність критично оцінювати та переосмислювати власний і чужий досвід, аналізувати свою професійну й соціальну діяльність (ЗК-11);

Досягнення основних фахових компетентностей:

1) Знання на рівні новітніх досягнень, необхідні для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері математики та її практичних застосувань (ФК-1); 2) Спроможність розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси (ФК-4); 3) Спроможність розробляти математичну модель ситуації з реального світу та переносити математичні знання у нематематичні контексти (ФК-5); 4) Здатність доводити знання та власні висновки до фахівців та нефаківців (ФК-6); 5) Здатність до розвитку нових та удосконалення існуючих математичних методів аналізу, моделювання, прогнозування, розв'язування нових проблем у нових галузях знань (ФК-8); 6) Здатність до самоосвіти та підвищення кваліфікації на основі інноваційних підходів у сфері математики (ФК-10);

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (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			
1	студент повинен знати :	Лекційні заняття, самостійна робота	Письмова модульна контрольна робота, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	До 50%
1.1	основні поняття мов першого порядку, основні теореми логіки предикатів та зв'язки між ними	лекція, самостійне опрацювання	опитування під час лекцій	10%
1.2	основні синтаксичні та семантичні властивості моделей та зв'язки між ними, основні твердження про стійкість моделей відносно підсистем, об'єднань та гомоморфних образів	лекція, самостійне опрацювання	опитування під час лекцій	10%
1.3	основні методи побудови моделей, основні властивості фільтрів, ультрафільтрів, фільтрованих добутків та ультрадобутків	лекція, самостійне опрацювання	опитування під час лекцій	10%
1.4	основні поняття нестандартного аналізу, початкові поняття теорії моделей для логік вищих порядків	лекція, самостійне опрацювання	опитування під час лекцій	20%
2	студент повинен вміти :	Лекційні заняття, самостійна робота	Письмова модульна контрольна робота, оцінювання	До 35%

			виконання завдань для самостійної роботи	
2.1	будувати за допомогою теореми компактності алгебричні системи із даними властивостями, досліджувати стійкість конкретних класів алгебричних систем відносно підсистем, об'єднань та гомоморфних образів	самостійне опрацювання	перевірка індивідуальних завдань, самостійна аудиторна робота, модульна контрольна робота	5%
2.2	використовувати ультрадобутки для доведення (не)аксіоматизованості теорій, використовувати теореми Левенгайма—Сколема для побудови нестандартних моделей	самостійне опрацювання	перевірка індивідуальних завдань, самостійна аудиторна робота, модульна контрольна робота	10%
2.3	використовувати теорему компактності для доведення теорем існування, будувати моделі із заданими властивостями за допомогою діаграм	самостійне опрацювання	перевірка індивідуальних завдань, самостійна аудиторна робота, модульна контрольна робота	10%
2.4	використовувати нестандартний аналіз для доведення класичних теорем	самостійне опрацювання	перевірка індивідуальних завдань, самостійна аудиторна робота,	10%
3	комунікація	Лекційні заняття, самостійна робота	Письмова модульна контрольна робота, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	До 5%
3.1	Володіти знаннями грамотної побудови комунікації в освітньому і науковому процесі, відбору вихідних даних дослідження, складання списку використаних джерел, опису наукових			
4	автономність та відповідальність	Лекційні заняття, самостійна робота	Письмова модульна контрольна робота, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 10
4.1	Уміти самостійно планувати виконання дослідницького та/або інноваційного завдання та формулювати висновки за його результатами			

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів: рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмової контрольної роботи і за результатами виконання домашніх завдань. Вклад результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні і успішної здачі всіх завдань наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.9 [знання] до 50 %;
- результат навчання 2.1 – 2.7 [вміння] – до 35%;
- результат навчання 3.1 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 10%.

Форми оцінювання студентів:

- **семестрове оцінювання:** контроль здійснюється за таким принципом. У змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1-2, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) входять теми 3-4. Протягом семестру після завершення відповідних тем, проводиться письмова модульна контрольна робота. Для визначення рівня досягнення результатів навчання завдання для модульної контрольної роботи перевіряють уміння розв'язувати конкретні математичні задачі за відповідною тематикою. Обов'язковим для допуску до іспиту є написання модульної контрольної роботи з кількістю балів не менше 25.
- **підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет іспиту складається із 4 завдань, перші два з яких є теоретичними, два інші – задачі. Кожне завдання оцінюється від 0 до 8 балів. Додатково від 0 до 8 балів студент отримує за усне опитування. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, при цьому оцінка за результатами навчання 2 [вміння] і 4 [автономність та відповідальність] не може бути меншою ніж 50% від максимального рівня (15 і 5 балів відповідно), оцінка за іспит не може бути меншою 24 балів.
- **умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання студентом сумарно не менше, аніж *критично-розрахунковий мінімум 35 балів* за семестр. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум 35 балів, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати на необхідну порогову кількість балів додаткову контрольну роботу та доскладають домашні завдання для підвищення балів за виконання самостійної роботи.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

7.2. Організація оцінювання:

Оцінювання за формами контролю:

	ЗМ1		ЗМ2	
	Min. – балів	Max. – балів	Min. – балів	Max. – балів
Активність студента на заняттях і виконання ним самостійної роботи	5	10	10	20
Модульна контрольна робота	20	30		

Орієнтований графік оцінювання:

	Орієнтовний період для здійснення відповідної форма оцінювання
Модульна контрольна робота 1	початок листопада
Активність студента на заняттях і виконання ним самостійної роботи	початок грудня
Добір балів/додаткова контрольна робота/доскладання домашніх завдань	перша половина грудня
Іспит	друга декада грудня

Розрахунок балів, які студент отримує при успішній здачі іспиту:

	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	25	10	24	60
Максимум	40	20	40	100

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Відмінно / Excellent	90-100%
Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%
Незадовільно / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій та самостійної роботи

№ теми	Назва теми	Кількість годин			
		Лекції	практичні	самост. робота	Консультації
Змістовий модуль 1					
Теорії першого порядку, їх моделі					
1	Основні теореми логіки предикатів та зв'язки між ними. Теорії першого порядку та їх моделі. Методи побудови моделей.	6		10	
2	Основні синтаксичні та семантичні властивості моделей та зв'язки між ними. Аксиоматизованість та категоричність теорій. Стійкість моделей відносно підсистем, об'єднань та гомоморфних образів.	10		20	
Модульна контрольна робота					
Змістовий модуль 2					
Ультрадобутки та нестандартний аналіз					
3	Основні властивості фільтрів, ультрафільтрів, фільтрованих добутоків та ультрадобутків. Використання ультрадобутків для побудови моделей.	6		14	1
4	Неархімедове розширення поля дійсних чисел. Основні поняття нестандартного аналізу. Початкові поняття теорії моделей для логік вищих порядків	6		16	1
	ВСЬОГО	28		60	2

Загальний обсяг **90 год.**, у тому числі:

Лекції – **28 год.**

Практичні – **0 год.**

Самостійна робота – **60 год.**

Консультації – **2 год.**

9. Рекомендовані джерела:

Основна: (базова)

1. Кейслер Г., Чэн Ч.Ч. Теория моделей. М., Мир, 1977, 614 с.
2. Справочная книга по математической логике (под ред. Барвайса Дж.) Ч.1. Теория моделей. М., Мир, 1982, 391 с.
3. Hodges W. A Shorter Model Theory. Cambridge University Press. 1997.
4. Marker D. Model Theory: An Introduction. Graduate Texts in Mathematics. Springer. 2002.

Додаткова:

1. Мальцев А.И. Алгебраические системы. М., Наука, 1970, 392 с.
2. Девис М. Прикладной нестандартный анализ. М., Мир, 1980, 236 с.
3. Робинсон А. Введение в теорию моделей и метаматематику алгебры. М., Наука, 1967, 376 с.
4. Poizat В. A Course in Model Theory. An Introduction to Contemporary Mathematical Logic. Springer, 2000. (с рос. Переклад: Пуаза Бруно. Курс теории моделей. <https://people.maths.ox.ac.uk/zilber/poizat/poizat1251.html>)
5. Дудаков С.М. Основы теории моделей. Тверь, 2013, 480 с.