

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра алгебри і комп'ютерної математики**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
з навчальної роботи

_____ Харитонов О.М.

« ____ » _____ 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Теорія складності
для студентів**

галузь знань	01 «Освіта»
спеціальність	014 «Середня освіта»
освітній рівень	перший (бакалавр)
освітня програма	«Математика»
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	6
Кількість кредитів ECTS	5
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: Бондаренко Євген Володимирович, д.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри алгебри і комп'ютерної математики.

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

КИЇВ – 2021

Розробник: Бондаренко Євген Володимирович, д.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри алгебри і комп'ютерної математики

ЗАТВЕДЖЕНО

Зав. кафедри алгебри і комп'ютерної математики

_____ Петравчук А.П.
(підпис)

Протокол № 1 від 31.08 2021 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від “_31_” __08_____ 2021 року № 1__

Голова науково-методичної комісії _____ професор, д.ф.-м.н. Олійник А.С.
(підпис)

1. Мета дисципліни – оволодіння сучасними методами та теоретичними положеннями аналізу алгоритмів та теорії складності обчислень.

2. Попередні вимоги до вибору навчальної дисципліни.

Володіти основними поняттями та методами дискретної математики, комбінаторики, теорії алгоритмів та структур даних, теорії ймовірностей.

3. Анотація навчальної дисципліни.

Навчальна дисципліна «Теорія складності» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 01 Освіта зі спеціальності 014 Середня освіта освітньої програми «Математика». Дана дисципліна є вибірковою. Дисципліна «Теорія складності» присвячена вивченню теоретичних основ аналізу алгоритмів та обчислювальної складності. Темати з аналізу алгоритмів включають: аналіз алгоритмів сортування, аналіз алгоритмів виду «розділай та володарюй», аналіз рекурсій, генератриси, комбінаторні класи, дерева. Темати із обчислювальної складності: обчислювальні задачі та моделі обчислень, алгоритмічно розв'язні та нерозв'язні задачі, часова та просторова складність, класи складності P, NP, NP-complete, L, NL, PSPACE, EXP, теореми про ієрархію.

Викладається у 6 семестрі 3 курсу в обсязі **150 год. (5 кредитів ECTS¹)** зокрема: лекції – 28 год., лабораторні 14 год., практичні 28 год., консультації 4 год., самостійна робота – 76 год. У курсі передбачено 2 змістових модулі та 1 модульна контрольна робота. Завершується дисципліна іспитом.

4. Завдання (навчальні цілі): формування здатності розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в галузі середньої освіти, що передбачає застосування теорій та методів педагогіки та математики і характеризується комплексністю та невизначеністю педагогічних умов організації навчально-виховного процесу в основній (базовій) середній школі; набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у педагогіці та математиці, відповідно до освітнього рівня «Бакалавр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

- 1) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК-2)
- 2) Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності (ЗК-3)
- 3) Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК-4);
- 4) Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК-6);
- 5) Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК-7)
- 6) Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел (ЗК-8);
- 7) Здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК-9);
- 8) Здатність працювати в команді (ЗК-10);
- 9) Здатність працювати автономно (ЗК-11);
- 10) Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків (ЗК-12);
- 11) Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя (ЗК-14);

¹ кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

- 12) Здатність формулювати проблеми математично та в символній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання (СК-1);
- 13) Здатність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, а також аналізувати та обговорювати математичні міркування інших осіб, залучених до розв'язання тієї самої задачі (СК -2);
- 14) Здатність до комунікації з фаховими спільнотами державною (українською) мовою (СК-6);
- 15) Здатність до формування у учнів ключових і предметних компетентностей та здійснення міжпредметних зв'язків (СК-7);
- 16) Володіння основами цілепокладання, планування та проектування процесу навчання учнів (СК-8);
- 17) Здатність здійснювати об'єктивний контроль і оцінювання рівня навчальних досягнень учнів (СК-9);
- 18) Здатність до пошуку ефективних шляхів мотивації дитини до саморозвитку (самовизначення, зацікавленості, усвідомленого ставлення до навчання) (СК-10);
- 19) Забезпечення охорони життя й здоров'я учнів (зокрема з особливими потребами) в освітньому процесі та позаурочній діяльності (СК-11);
- 20) Здатність здійснювати виховання на уроках і в позакласній роботі, виконувати педагогічний супровід процесів соціалізації учнів та формування їхньої культури (СК-12);
- 21) Здатність до критичного аналізу, діагностики й корекції власної педагогічної діяльності, оцінки педагогічного досвіду (СК-13);
- 22) Здатність застосовувати системні знання з математики та методики навчання математиці, історії їх виникнення та розвитку (СК-14);
- 23) Здатність аналізувати сприйняття та засвоєння учнями математичних фактів та методів із метою визначення ефективності використання прийомів та засобів навчання (СК-15);
- 24) Здатність формувати в учнів критичне мислення, переконання в необхідності обґрунтування гіпотез, розуміння математичного доведення та математичного моделювання (СК-17);
- 25) Здатність забезпечити умови для набуття учнями досвіду застосування математичних знань та умінь, формування їхнього позитивного ставлення до вивчення систематичних курсів алгебри та геометрії (СК-18);
- 26) Здатність забезпечувати розвиток прийомів розумової діяльності та просторової уяви учнів, усвідомлюючи й реалізуючи специфічні можливості процесу навчання математики для розвитку логічного та алгоритмічного мислення (СК-19);
- 27) Здатність проєктувати й організовувати сучасне освітнє середовище для навчання, виховання та розвитку учнів засобами математики на уроках і в позаурочний час (СК-20);
- 28) Здатність організовувати процес навчання математики на засадах педагогіки партнерства та дитиноцентризму (СК-21).

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація.)		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 математичні основи аналізу алгоритмів.	<i>Лекція, практичне заняття, лабораторне заняття, самостійна робота</i>	<i>Іспит, Модульна контрольна робота (60% правильних відповідей), виконання домашніх завдань,</i>	12%
РН 1.2	Знати основні типи та приклади обчислювальних задач та моделей обчислень.			12%
РН 1.3	Знати основні класи часової та просторової складності, приклади задач			12%

	в цих класах.		<i>лабораторних робіт</i>	
PH 2.1	Вміти аналізувати різні типи алгоритмів, знаходити асимптотичну поведінку рекурсивних послідовностей.			18%
PH 2.2	Вміти оцінювати часову та просторову складність алгоритмів та машин Тюрінга.			18%
PH 2.3	Вміти з'ясувати часову та просторову складність обчислювальних задач, визначати, чи належить задачу класу складності P, P, NP, NP-complete, PSPACE, L, NL			20%
PH 3.1	Здатність обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами з питань застосування математичних методів та теорій	<i>Лекція, практичне заняття, лабораторне заняття, самостійна робота</i>	<i>Іспит, Модульна контрольна робота (60% правильних відповідей), виконання домашніх завдань, лабораторних робіт</i>	5%
PH 3.2.	Вироблення навиків командної роботи	<i>Лабораторне заняття</i>	<i>Виконання лабораторних робіт</i>	3%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	Програмні результати навчання (з опису освітньої програми)							
	PH 1.1	PH 1.2	PH 1.3	PH 2.1	PH 2.2	PH 2.3	PH 3.1	PH 3.2
PH-1. Знає основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, розуміти сучасні тенденції в математиці	+		+		+		+	
PH-4. Використовує усно і письмово професійну українську мову	+	+	+	+	+	+	+	+
PH-5. Знає закономірності розвитку особистості, вікові особливості учнів, їхню психологію та специфіку сімейних стосунків							+	+
PH-7. Знає та розуміє особливості навчання різнорідних груп учнів, застосовує диференціацію навчання, організовує освітній процес з урахуванням особливих потреб учнів							+	+
PH-11. Добирає і застосовує сучасні освітні технології та методики для формування предметних компетентностей учнів і здійснює самоаналіз ефективності уроків	+	+	+	+	+		+	+

PH-12. Володіє формами та методами виховання учнів на уроках і в позакласній роботі, уміє відстежувати динаміку особистісного розвитку дитини							+	+
PH-13. Здатний проектувати психологічно безпечне й комфортне освітнє середовище, ефективно працювати автономно та в команді, організовувати співпрацю учнів та комунікацію з їхніми батьками							+	+
PH-14. Здатний цінувати різноманіття та мультикультурність, керуватися в педагогічній діяльності етичними нормами, принципами толерантності, діалогу і співробітництва							+	+
PH-15. Усвідомлює цінність захисту незалежності, територіальної цілісності та демократичного устрою України							+	+
PH-18. Знає і може пояснити особливості організації навчання учнів на різних етапах уроку математики з урахуванням вікових особливостей учнів та специфіки навчальних цілей							+	+
1) PH-20. Знає сутність і основні методи доведення математичних тверджень у навчанні учнів алгебри й геометрії (PH-19); Здатний проектувати й проводити на належному рівні урок математики в базовій школі	+	+	+	+	+	+	+	+
PH-23. Володіє методикою позакласної роботи з математики, зокрема методикою підготовки учнів до математичних олімпіад та турнірів	+	+	+	+	+	+	+	+
PH-24. Здатний аналізувати, проектувати, впроваджувати та вдосконалювати навчально-методичне забезпечення навчання учнів	+	+	+	+	+	+	+	+
PH-25. Здатний до ефективної комунікації в процесі навчання учнів математиці, до пошуку та обробки нової інформації, до використання сучасних інформаційних технологій		+	+	+	+	+	+	+
PH-26. Здатний оцінювати та розвивати власні математичні й методичні компетентності, усвідомлювати відповідальність за їх рівень	+	+	+	+	+	+	+	
PH-27. Формує ціннісний аспект математичного знання, координує його емоційне сприйняття учнями, розробляє і пропонує різні форми та прийоми виховання позитивного ставлення до математики, мотивації учнів до засвоєння її основ та методів	+	+	+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1. Форми оцінювання студентів:

Оцінювання впродовж навчального періоду:

1. *Домашні завдання:* РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН3.1 – 20 балів/12 бали;
2. *Лабораторні роботи:* РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН3.1, РН3.2 – 20 балів/11 балів;
3. *Модульна контрольна робота:* РН1.1, РН2.1, РН2.1, РН2.2, РН3.1 – 20 балів/12 балів.

Підсумкове оцінювання: іспит.

- *максимальна кількість балів, які можуть бути отримані:* 40 балів;
- *результати навчання, які будуть оцінюватись:* РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН3.1;
- *форма проведення і види завдань:* письмово-усна, письмова робота.

7.2. Організація оцінювання:

Критично-розрахунковий мінімум балів за навчання впродовж семестру становить **20** балів, рекомендований мінімум, розрахований з урахуванням специфіки дисципліни становить **35** балів. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів ніж рекомендований мінімум **35** балів для підвищення балів отримують можливість написати додаткову контрольну роботу та доскласти домашні завдання.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. *Модульна контрольна робота:* на 10-му тижні семестру.
2. *Домашні завдання:* на практичних заняття протягом семестру.
3. *Лабораторні роботи:* на лабораторних заняттях протягом семестру.

Форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет іспиту складається із 5 завдань. Кожне завдання оцінюється від 0 до 7 балів. Додатково від 0 до 10 балів студент отримує за усне опитування. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали, тобто, якщо оцінка студента на іспиті є нижчою від мінімального порогового рівня (24 бали), то бали за іспит не додаються до семестрової оцінки (вважаються рівними нулю), а підсумкова оцінка із дисципліни є незадовільною.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та Perezdachi форм контролю здійснюються у відповідності до “Положення про організацію освітнього процесу в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка” (2018), <http://www.univ.kiev.ua/pdfs/official/Organization-of-the-educational-process.pdf>.

7.3. Шкала відповідності оцінок:

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

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

№ п/п	Назва теми	Кількість годин				
		Лекції	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	Модульна контрольна робота
Змістовий модуль 1. Аналіз алгоритмів						

1	Математичні основи аналізу алгоритмів	6	6	7	15	
2	Елементи аналітичної комбінаторики	6	6	7	15	
Змістовий модуль 2. Обчислювальна складність						
3	Обчислювальні задачі та моделі обчислень	4	4		12	
4	Часова складність	6	6		17	
5	Просторова складність	6	6		17	
Всього годин		28	28	14	76	

Загальний обсяг 150 годин, у тому числі:

лекції – 28 годин,

практичні заняття – 28 годин,

лабораторні заняття – 14 годин,

консультацій – 4 години,

самостійна робота – 76 годин.

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. R. Sedgewick, P. Flajolet. An Introduction to the Analysis of Algorithms. Amsterdam: Addison-Wesley. xv, 492 p. (1996).
2. M. Sipser. Introduction to the theory of computation. 2nd ed. Boston, MA: Thompson. xvii, 437 p. (2006).

Додаткові:

1. T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein. Introduction to Algorithms. 4th revised and corrected ed. München: Oldenbourg Verlag. xx, 1319 p. (2013).
2. O. Goldreich. Computational complexity: a conceptual perspective. Cambridge: Cambridge University Press. xxiv, 606 p. (2008).