

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ
КАФЕДРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

_____ Кашпур О.Ф.

«__» _____ 2019 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕОРІЯ АЛГОРИТМІВ ТА
МАТЕМАТИЧНА ЛОГІКА
для студентів**

галузь знань	12 Інформаційні технології
спеціальність	121 Інженерія програмного забезпечення
освітній рівень	бакалавр
освітня програма	Програмна інженерія
вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2019/2020
Семестр	3, 4
Кількість кредитів ECTS	9
з них семестр 3	4
семестр 4	5
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: **д. ф.-м. н., професор Провотар О.І.** (лекції),
к. ф.-м. н., доцент Шкільняк О.С. (практичні заняття)

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

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

Розробник: Провотар Олександр Іванович., д. ф.-м. н., професор, професор кафедри інтелектуальних програмних систем.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри інтелектуальних програмних систем

_____ О.І. Провотар

Протокол № __ від «__» _____ 2019 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «__» _____ 2019 року №__

Голова науково-методичної комісії _____ Л.Л. Омельчук

«__» _____ 2019 року

Затверджено вченою радою факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «__» _____ 2019 року №__

Голова вченої ради факультету _____ А.В. Анісімов

1. Мета дисципліни – опанування теоретичних питань алгоритмізації, основних методів розв’язування логічних задач, засобів побудови логічних моделей задач з різних предметних областей.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):

1. *Знати:* основи дискретної математики, деякі глави математичного аналізу, алгебри та програмування.
2. *Вміти:* розв’язувати рівняння та системи лінійних алгебраїчних рівнянь над полем натуральних чисел.
3. *Володіти навичками:* процесами алгоритмізації в програмуванні.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Дисципліна «Теорія алгоритмів та математична логіка» є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за першим (*бакалаврським*) рівнем вищої освіти *галузі знань* 12 Інформаційні технології зі *спеціальності* 121 Інженерія програмного забезпечення, *освітньо-професійної програми* Програмна інженерія.

Дана дисципліна є обов’язковою навчальною дисципліною за *програмою Програмна інженерія*.

Викладається у **3 і 4 семестрах 2 курсу в обсязі – 270 год. (9 кредитів ECTS)** зокрема: *лекції – 62 год., практичні – 62 год, самостійна робота – 142 год., консультацій – 4 год.* В курсі передбачено *2 змістові частини та 2 контрольні роботи в кожному семестрі.* Завершується дисципліна – **іспитом** (в *третьому та четвертому семестрах*).

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати: основні алгоритмічні системи, відомості про алгоритмічно нерозв’язні проблеми, фундаментальні результати теорії обчислюваності, основні логічні системи та фундаментальні результати про неповноту, методи розв’язування логічних задач.

вміти: будувати логічні моделі задач, досліджувати питання алгоритмізації в рамках алгоритмічних систем, доводити правильність логічних формул засобами синтаксичних та семантичних логічних систем.

4. Завдання (навчальні цілі): набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні основ алгоритмізації, відповідно до кваліфікації фахівців з інформаційних технологій. Зокрема, розвивати:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов’язків.
- Здатність оцінювати і враховувати економічні, соціальні, технологічні та екологічні чинники, що впливають на сферу професійної діяльності.
- Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.
- Здатність реалізувати сучасні методи побудови та аналізу ефективних алгоритмів в конкретних застосуваннях.

5. Результати навчання за дисципліною.

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)	Форми (та/або	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій
--	------------------	----------------------	---------------------------

Код	Результат навчання	методи і технології) викладання і навчання	та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	оцінці з дисципліни
РН1.1	Знати основні поняття теорії обчислюваності.	Лекції, практичні заняття	Тест, 60% правильних відповідей, іспит	15%
РН1.2	Знати основні алгоритмічні системи.			20%
РН1.3	Знати основні логічні методи розв'язування прикладних задач.			15%
РН2.1	Вміти застосовувати на практиці методи теорії алгоритмів та математичної логіки.	Практичне заняття, самостійна робота	Тест, 60% правильних відповідей, іспит	25%
РН3.1	Обґрунтовувати власний погляд на задачу, спілкуватися з колегами з питань проектування та розробки алгоритмів, складати письмові звіти.			10%
РН4.1	Організовувати свою самостійну роботу для досягнення результату.	Самостійна робота	Поточне оцінювання	7%
РН4.2	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість.			8%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання.

Результати навчання дисципліни	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 2.1	РН 3.1	РН 4.1	РН 4.2
	Програмні результати навчання						
ПРН-5. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізів та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.	+			+	+		
ПРН-6. Уміння вибирати та використовувати відповідну задачі методологію створення програмного забезпечення.						+	+
ПРН-13. Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань.	+			+			
ПРН-27.1. Аналізувати, оцінювати і вибирати інструментальні та обчислювальні засоби, технології, алгоритмічні і програмні рішення для розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення.			+		+		
ПРН-28.1. Знати та мати навички реалізації основних алгоритмів та структур даних програмування.		+	+				

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Контрольна робота 1: РН 1.1, РН 1.2 — 20 балів.
2. Контрольна робота 2: РН1.3 — 20 балів.
3. Контрольна робота 3: РН 1.1, РН 1.2 , РН2.1 — 20 балів.
4. Контрольна робота 4: РН1.3, РН2.1 — 20 балів.

- підсумкове оцінювання (у формі іспиту) вказується:

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

Види завдань: 4 письмових завдань.

Критерії оцінювання на іспиті

Завдання	Тема завдання	Максимальний відсоток від 40 балів	Всього відсотків
Завдання 1-4	Задача на доведення, побудову і дослідження алгоритму	По 25%	100%
			100%

Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 24 балів.

7.2 Організація оцінювання:

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Контрольна робота: до 7 тижня семестру.
2. Контрольна робота: до 14 тижня семестру.

Студент має право на одне перескладання кожної контрольної роботи із можливістю отримання максимально 80% початково визначених за цю контрольну роботу балів. Термін перескладання визначається викладачем.

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

7.3 Шкала відповідності оцінок

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

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і практичних занять.

№ Лекції	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Практичн і заняття	Самостійна робота
Частина 1 (Перший семестр).				
1	Тема 1. Оператори суперпозиції, примітивної рекурсії та мінімізації.	2		4
2	Тема 2. Примітивно рекурсивні функції, сумування, мажорювання.	2	2	4
3	Тема 3. Залежність між операторами примітивної рекурсії та мінімізації.	2	2	4
4	Тема 4. Китайська теорема про остачі. Функція Геделя та її властивості.	2	2	4
5	Тема 5. Рекурсивно перелічимі множини. Приклади.	2	2	4
6	Тема 6. Рекурсивні та примітивно рекурсивні множини. Приклади.	2	2	4
7	Тема 7. Множини n -ок натуральних чисел. Приклади.	2	2	4
8	Тема 8. Загально рекурсивні функції. Універсальна загально рекурсивна функція. Приклади.	2	2	4
9	Тема 9. Частково рекурсивні функції. Універсальна частково рекурсивна функція. Приклади.	2	2	4
10	Тема 10. Довизначення функцій. Нерекурсивні рекурсивно перелічимі множини. Приклади.	2	2	4
11	Тема 11. Рекурсії 2-го рівня. Приклади.	2	2	4
12	Тема 12. Універсальна функція Кліні. Нумерація Кліні.	2	2	4
13	Тема 13. Звідність і креативність множин. Звідність і m -еквівалентність множин.	2	2	4
14	Тема 14. Продуктивні та креативні множини.	2	2	4
15	Тема 15. Машини Тюрінга, інші алгоритмічні системи. Машини Тюрінга.	2	2	4
Контрольна робота 1				
Всього по частині 1		30	28	60
Частина 2 (другий семестр).				
1	Тема 16. Алгебра висловлювань. Інтерпретація формул алгебри висловлювань. Загальнозначимість і суперечливість. Рівносилність формул. Нормальні форми. Логічні наслідки.	2	2	6
2	Тема 17. Числення висловлювань. Числення висловлювань. Приклади. Теорема дедукції. Теорема про коректність.	2	2	6
3	Тема 18. Числення висловлювань. Деякі правила і твердження числення висловлювань.	2	2	6
4	Тема 19. Числення висловлювань.	2	2	6

	Несуперечливість числення висловлювань. Незалежність аксіом числення висловлювань. Інтуїціоністська логіка.			
5	Тема 20. Логіка предикатів. Приклади. Формули та інтерпретації. Терми. Предикатні символи.	2	2	6
6	Тема 21. Загальнозначимість. Попередня нормальна форма.	2	2	6
7	Тема 22. Еквівалентність формул. Алгоритм перетворення формул до попередньої нормальної форми.	2	2	6
8	Тема 23. Скулемівські стандартні форми. Приклади.	2	2	6
9	Тема 24. Теорема про суперечливість множини диз'юнктив.	2	2	6
10	Тема 25. Метод Ербрана. Ербранівський універсум множини диз'юнктив. Ербранівський базис. Основні приклади. Н-інтерпретація.	2	2	6
11	Тема 26. Метод Ербрана. Теорема про суперечливість множини диз'юнктив для Н-інтерпретацій.	2	2	6
12	Тема 27. Метод Ербрана. Застосування теореми Ербрана.	2	2	6
13	Тема 28. Метод резолюцій для логіки висловлювань. Резольвента. Резолютивне виведення.	2	2	6
14	Тема 29. Метод резолюцій для логіки першого порядку. Підстановка і уніфікація.	2	2	6
15	Тема 30. Метод резолюцій для логіки першого порядку. Алгоритм уніфікації .	2	2	6
16	Тема 31. Метод резолюцій для логіки першого порядку. Теорема уніфікації. Повнота методу резолюцій	2	2	6
17	Тема 32. Метод резолюцій для логіки першого порядку. Стратегії методу резолюцій.	2	2	6
Контрольна робота 2				
Всього по частині 2		34	34	80
ВСЬОГО		64	62	140

Загальний обсяг 270 годин, в тому числі:

Лекцій – 64 год., (перший семестр-30 год., другий семестр-34 год.)

Практичних робіт – 62 год., (перший семестр-28 год., другий семестр-34 год.)

Самостійна робота – 140 год., (перший семестр-62 год., другий семестр-80 год.)

Консультацій – 4 год.

Теми, винесені на самостійне вивчення

1. Основні обчислювальні оператори.
2. Доведення примітивної рекурсивності арифметичних функцій.
3. Розв'язування задач на рекурсивну перелічимість.
4. Теорема Робінсон.

5. Алгоритмічна нерозв'язність проблеми Поста.

Перелік типових завдань для підготовки до іспиту

1. Графік ПРФ є ПРМ.
2. Показати, що образ РП множини М відносно ЧРФ $f(x)$ є РПМ.
3. Довести, що існує число n таке, $K(n, n) = n$.
4. Довести, що $\neg A, \neg B, \neg C \succ (A \wedge B) \rightarrow C$.
5. Довести, що формула є тавтологією:

$$\forall x(P(x) \rightarrow \neg Q(x)) \rightarrow \neg(\forall xP(x) \wedge \exists xQ(x)).$$

Перелік питань для підготовки до іспиту

1. ПРМ, РМ, РПМ.
2. Теорема Поста.
3. Властивості Р та ПР множин.
4. Теорема Райса.
5. Теорема про монотонно зростаючу функцію.
6. Теорема про існування нерекурсивних рекурсивно перелічимої множини.
7. Універсальні функції Кліні.
8. Нумерація Кліні. Теорема Кліні про нерухому точку.
9. Звідність та **m**-еквівалентність множин.
10. **m**-універсальні та **m**-еквівалентні множини.
11. Продуктивні та креативні множини.
12. Машини Тюрінга.
13. Теорема про коректність ЧВ.
14. Теорема про дедукцію.
15. Правило силогізму.
16. Процедура скулемізації.
17. Теорема про суперечливість множини диз'юнктивів.

9. Рекомендовані джерела:

Основні:

1. А. И. Мальцев. Алгоритмы и рекурсивные функции – Київ. – Наукова думка. – 2017.
2. О. І. Проватар. Конкретна алгоритміка. – М. – Наука. – 2017.
3. Р. Смальян. Теория формальных систем. – М. – Наука. – 1981.
4. Ч. Чень, Р. Ли. Математическая логика и автоматическое доказательство теорем. – М. – Наука. – 1983.
5. Г. П. Гаврилов. Сборник задач по дискретной математике. – М. – Наука. – 1977.
6. Я. В. Хромой. Збірник вправ і задач з математичної логіки. – Київ. – Вища школа. – 1978.
7. О. І. Проватар, О. С. Шлільняк. Приклади й задачі з теорії алгоритмів та математичної логіки. – Київ. ВПЦ «Київський університет». – 2012.

Додаткові:

8. П. С. Новиков. Элементы математической логики. – М. – Наука. – 1973.
9. С. Д. Шапоров. Математическая логика. – Санкт-Петербург. – БХВ-Петербург. – 2005.
10. Э. Мендельсон. Введение в математическую логику. – М. – Наука. – 1976.
11. Л. П. Лисовик, В.Н. Редько. Алгоритмы и формальные системы. – Киев. – КГУ. – 1981.