

Державний вищий навчальний заклад
“Прикарпатський національний університет імені Василя
Стефаника”

Кафедра алгебри та геометрії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор _____
“ _____ ” _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія алгоритмів та математична логіка

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Рівень освіти _____ Бакалавр _____
(назва рівня вищої освіти)

Галузь знань _____ 11 — Математика та статистика _____
(шифр і назва галуза)

Спеціальність(ості) _____ 113 — Прикладна математика _____
(шифр і назва спеціальності(ей))

Факультет _____ математики та інформатики _____

Робоча програма з навчальної дисципліни **“Теорія алгоритмів та математична логіка”** циклу підготовки бакалавра.

Галузь знань “11 — Математика та статистика”.

Спеціальність “113 — Прикладна математика”.

Розробники: *Гаврилків В.М., к.ф.-м.н., доцент кафедри алгебри та геометрії.*

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри алгебри та геометрії.

Протокол №1 від 30.08.2016.

Зав. кафедри _____ О.Р. Никифорчин

Схвалено методичною комісією факультету. Протокол №1 від 06.09.2016.

Голова комісії _____ А.В. Соломко

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів — 6 <hr/> Модулів — 2 <hr/> Змістових модулів — 2	Галузь знань 11 — Математика та статистика (шифр і назва) <hr/> Спеціальність 113 — Прикладна математика (шифр і назва)	Денна форма навчання <hr/> Нормативна
Індивідуальне науково-дослідне завдання не передбачено <hr/> (назва)		Рік підготовки: 2-й <hr/> Семестр: 3-й, 4-й
Загальна кількість годин — 180 <hr/> Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних — 2 самостійної роботи студента — 4	Освітній рівень бакалавр	Лекції: 32 <hr/> Практичні: 34 <hr/> Лабораторні: Самостійна робота: 114 <hr/> Індивідуальні завдання: <hr/> Види контролю: залік, іспит

Співвідношення кількості аудиторних годин до кількості годин самостійної і індивідуальної роботи студента на денній формі навчання становить 37%/63%.

2. МЕТА І ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основною метою та завданням курсу “Теорія алгоритмів та математична логіка” є формування компетентного спеціаліста в області теорії алгоритмів та математичної логіки, здатного застосовувати і розвивати основні положення дисципліни у науковій і навчальній діяльності, застосовувати апарат дисципліни у різних прикладних задачах математики та комп’ютерних наук. Цей курс сприятиме розвитку логічного та аналітичного мислення студентів.

3. МІСЦЕ ДИСЦИПЛІНИ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦЯ

Поняття алгоритму, обчислювальної функції та булевої функції є фундаментальними поняттями математики, логіки та інформатики. Багато теоретичних і прикладних задач вимагають вказати алгоритм – такий набір інструкцій, виконуючи які скінченну кількість разів, ми розв’яжемо поставлену задачу. Вироблення точного поняття алгоритму є одним з найбільш значних досягнень науки ХХ століття. Таке визначення було одержано в роботах видатних спеціалістів у галузі математичної логіки: К.Геделя, А.Черча, Е.Поста, А.Тюрінга, А.А.Маркова. Систематичне вивчення алгоритмів і різних обчислювальних моделей привело до створення ряду прикладних дисциплін, розвитку засобів обчислювальної техніки і сучасних комунікацій. Таким чином, розвиток теорії алгоритмів в 30-ті роки ХХ століття, став стимулом для появи в 40-х роках перших комп’ютерів. У курсі “Теорія алгоритмів та математична логіка” розглядаються основні розділи цієї дисципліни: логіка висловлень, предикатів, булеві функції, обчислювальні функції, розв’язні та переліченні множини, рекурсивні функції, машини Тюрінга, нормальні алгоритми Маркова, алгоритмічно нерозв’язні проблеми, питання складності алгоритмів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Теорія алгоритмів та математична логіка» студент повинен

знати:

основні поняття і теореми з теорії алгоритмів та математичної логіки;

вміти:

- виконувати логічні операції над висловленнями;
- різними методами з'ясувати, чи є формула логіки висловлення тавтологією, суперечністю, виконуваною;
- подавати булеві функції у вигляді ДДНФ, ДКНФ, полінома Жегалкіна;
- з'ясувати, чи є система булевих функцій функціонально повною;
- будувати релейно-контактні схеми;
- складати машини Тюрінга;
- доводити рекурсивність функцій;
- складати схеми НАМ;
- шукати часову та ємнісну складність алгоритмів.

4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Математична логіка.

Тема 1. *Предмет математичної логіки. Мова логіки висловлень. Висловлення. Операції над висловленнями.*

Тема 2. *Формули логіки висловлень. Таблиці істинності. Тавтології, суперечності та виконувані формули. Рівносильні формули. Закони логіки висловлень.*

Тема 3. *Логіка предикатів. Предикати та логічні операції над ними. Квантори. Інтерпретація. Оцінка.*

Тема 4. *Логічне виведення в логіці висловлень. Застосування правил виведення.*

Тема 5. Двійкові (булеві) кортежі, їх властивості. Булева функція. Задання булевої функції. Елементарні булеві функції. Формули. Булеві функції від однієї і двох змінних. Побудова таблиці істинності. Двоїстість.

Тема 6. Спеціальні форми подання булевих функцій. Диз'юнктивні і кон'юнктивні нормальні форми. Поліноми Жегалкіна.

Тема 7. Повнота і замкненість. Функціонально повні системи. Замкнені класи. Критерій функціональної повноти системи мулевих функцій. Послаблена функціональна повнота.

Тема 8. Релейно-контактні схеми і булеві функції.

Тема 9. Системи числення. Дії над системними числами. Переведення чисел з однієї системи числення в іншу.

Змістовий модуль 2. Теорія алгоритмів.

Тема 10. Алгоритми в математиці. Основні вимоги до алгоритмів. Необхідність уточнення поняття алгоритму.

Тема 11. Частково визначені обчислювальні функції. Розв'язні та переліченні множини.

Тема 12. Машина Тюрінґа. Аналіз МТ. Алгоритми синтезу МТ. Функції, що розпізнаються МТ.

Тема 13. Частково рекурсивні та примітивно рекурсивні функції. Теза Черча.

Тема 14. Нормальні алгоритми Маркова. Дії над НАМ. Синтез нормальних алгоритмів Маркова. Нормально обчислювальні функції.

Тема 15. Алгоритмічно нерозв'язні проблеми. Проблема самозастосовності.

Тема 16. Складність алгоритмів. Поліноміальні та експоненціальні алгоритми. Часова та ємнісна складність машин Тюрінґа та нормальних алгоритмів Маркова.

Тема 17. Класи задач P і NP . NP -складні і NP -повні задачі. Приклади NP -повних задач.

5. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	вс.	лек.	пр.	лаб.	інд.	сам.
Семестр 3						
Змістовий модуль 1. Математична логіка.						
Тема 1. Предмет математичної логіки. Мова логіки висловлень. Висловлення. Операції над висловленнями.	9	2	1			6
Тема 2. Формули логіки висловлень. Таблиці істинності. Тавтології, суперечності та виконувані формули. Рівносильні формули. Закони логіки висловлень.	10	2	2			6
Тема 3. Логіка предикатів. Предикати та логічні операції над ними. Квантори. Інтерпретація. Оцінка.	10	2	2			6
Тема 4. Логічне виведення в логіці висловлень. Застосування правил виведення.	8	1	1			6
Тема 5. Двійкові (булеві) кортежі, їх властивості. Булева функція. Задання булевої функції. Елементарні булеві функції. Формули. Булеві функції від однієї і двох змінних. Побудова таблиці істинності. Двоїстість.	11	2	2			7
Тема 6. Спеціальні форми подання булевих функцій. Диз'юнктивні і кон'юнктивні нормальні форми. Поліноми Жегалкіна.	11	2	2			7
Тема 7. Повнота і замкненість. Функціонально повні системи. Замкнені класи. Критерій функціональної повноти системи мулевих функцій. Послаблена функціональна повнота.	11	2	2			7
Тема 8. Релейно-контактні схеми і булеві функції.	8	1	1			6
Тема 9. Системи числення. Дії над системними числами. Переведення чисел з однієї системи числення в іншу.	12	2	3			7
Всього за модуль:	90	16	16			58

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	вс.	лек.	пр.	лаб.	інд.	сам.
Всього за семестр:	90	16	16			58
Семестр 4						
Змістовий модуль 2. Теорія алгоритмів.						
Тема 10. Алгоритми в математиці. Основні вимоги до алгоритмів. Необхідність уточнення поняття алгоритму.	10	2	2			6
Тема 11. Частково визначені обчислювальні функції. Розв'язні та переліченні множини.	11	2	2			7
Тема 12. Машина Тюрінґа. Аналіз МТ. Алгоритми синтезу МТ. Функції, що розпізнаються МТ.	11	2	2			7
Тема 13. Частково рекурсивні та примітивно рекурсивні функції. Теза Черча.	11	2	2			7
Тема 14. Нормальні алгоритми Маркова. Дії над НАМ. Синтез нормальних алгоритмів Маркова. Нормально обчислювальні функції.	11	2	2			7
Тема 15. Алгоритмічно нерозв'язні проблеми. Проблема самозастосовності.	11	2	2			7
Тема 16. Складність алгоритмів. Поліноміальні та експоненціальні алгоритми. Часова та ємнісна складність машин Тюрінґа та нормальних алгоритмів Маркова.	11	2	2			7
Тема 17. Класи задач P і NP . NP -складні і NP -повні задачі. Приклади NP -повних задач.	14	2	4			8
Всього за модуль:	90	16	18			56
Всього за семестр:	90	16	18			56
Усього годин:	180	32	34			114

6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назви тем	К-сть годин
Змістовий модуль 1. Математична логіка.		
1	Предмет математичної логіки. Мова логіки висловлень. Висловлення. Операції над висловленнями.	1
2	Формули логіки висловлень. Таблиці істинності. Тавтології, суперечності та виконувані формули. Рівносильні формули. Закони логіки висловлень.	2
3	Логіка предикатів. Предикати та логічні операції над ними. Квантори. Інтерпретація. Оцінка.	2
4	Логічне виведення в логіці висловлень. Застосування правил виведення.	1
5	Двійкові (булеві) кортежі, їх властивості. Булева функція. Задання булевої функції. Елементарні булеві функції. Формули. Булеві функції від однієї і двох змінних. Побудова таблиці істинності. Двоїстість.	2
6	Спеціальні форми подання булевих функцій. Диз'юнктивні і кон'юнктивні нормальні форми. Поліноми Жегалкіна.	2
7	Повнота і замкненість. Функціонально повні системи. Замкнені класи. Критерій функціональної повноти системи мулевих функцій. Послаблена функціональна повнота.	2
8	Релейно-контактні схеми і булеві функції.	1
9	Системи числення. Дії над системними числами. Переведення чисел з однієї системи числення в іншу.	2
10	Контрольна робота.	1
Змістовий модуль 2. Теорія алгоритмів.		
11	Алгоритми в математиці. Основні вимоги до алгоритмів. Необхідність уточнення поняття алгоритму.	2

№ п/п	Назви тем	К-сть годин
12	Частково визначені обчислювальні функції. Розв'язні та переліченні множини.	2
13	Машина Тюрінга. Аналіз МТ. Алгоритми синтезу МТ. Функції, що розпізнаються МТ.	2
14	Частково рекурсивні та примітивно рекурсивні функції. Теза Черча.	2
15	Нормальні алгоритми Маркова. Дії над НАМ. Синтез нормальних алгоритмів Маркова. Нормально обчислювальні функції.	2
16	Алгоритмічно нерозв'язні проблеми. Проблема самозастосовності.	2
17	Складність алгоритмів. Поліноміальні та експоненціальні алгоритми. Часова та ємнісна складність машин Тюрінга та нормальних алгоритмів Маркова.	2
18	Класи задач P і NP. NP-складні і NP-повні задачі. Приклади NP-повних задач.	2
19	Контрольна робота.	2

7. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ п/п	Назви тем і види діяльності	К-сть годин
Змістовий модуль 1. Математична логіка.		
1	Предмет математичної логіки. Мова логіки висловлень. Висловлення. Операції над висловленнями.	6
2	Формули логіки висловлень. Таблиці істинності. Тавтології, суперечності та виконувані формули. Рівносильні формули. Закони логіки висловлень.	6

№ п/п	Назви тем і види діяльності	К-сть годин
3	Логіка предикатів. Предикати та логічні операції над ними. Квантори. Інтерпретація. Оцінка.	6
4	Логічне виведення в логіці висловлень. Застосування правил виведення.	6
5	Двійкові (булеві) кортежі, їх властивості. Булева функція. Задання булевої функції. Елементарні булеві функції. Формули. Булеві функції від однієї і двох змінних. Побудова таблиці істинності. Двоїстість.	7
6	Спеціальні форми подання булевих функцій. Диз'юнктивні і кон'юнктивні нормальні форми. Поліноми Жегалкіна.	7
7	Повнота і замкненість. Функціонально повні системи. Замкнені класи. Критерій функціональної повноти системи мулевих функцій. Послаблена функціональна повнота.	7
8	Релейно-контактні схеми і булеві функції.	6
9	Системи числення. Дії над системними числами. Переведення чисел з однієї системи числення в іншу.	7
Змістовий модуль 2. Теорія алгоритмів.		
10	Алгоритми в математиці. Основні вимоги до алгоритмів. Необхідність уточнення поняття алгоритму.	6
11	Частково визначені обчислювальні функції. Розв'язні та переліченні множини.	7
12	Машина Тюрінга. Аналіз МТ. Алгоритми синтезу МТ. Функції, що розпізнаються МТ.	7
13	Частково рекурсивні та примітивно рекурсивні функції. Теза Черча.	7

№ п/п	Назви тем і види діяльності	К-сть годин
14	Нормальні алгоритми Маркова. Дії над НАМ. Синтез нормальних алгоритмів Маркова. Нормально обчислювальні функції.	7
15	Алгоритмічно нерозв'язні проблеми. Проблема самозастосовності.	7
16	Складність алгоритмів. Поліноміальні та експоненціальні алгоритми. Часова та ємнісна складність машин Тюрінга та нормальних алгоритмів Маркова.	7
17	Класи задач P і NP. NP-складні і NP-повні задачі. Приклади NP-повних задач.	8

8. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

- лекції;
- практичні заняття;
- контрольні (модульні) роботи;
- індивідуальні завдання;
- консультації, індивідуальні заняття.

9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

- перевірка домашніх завдань;
- перевірка контрольних робіт та індивідуальних завдань;
- опитування під час практичних занять.

10. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

Володіння матеріалом дисципліни студенти виявляють при написанні двох контрольних робіт та двох колоквіумів. Бали між колоквіумами та контрольними роботами розподіляються рівномірно.

За активну і змістовну участь у розв'язуванні задач на практичних заняттях оцінка може бути підвищена щонайбільше на 5 балів.

11. ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	відмінно
80 – 89	B	добре
70 – 79	C	добре
60 – 69	D	задовільно
50 – 59	E	задовільно
1 – 49	FX	незадовільно

12. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ІСПИТ

1. Висловлення. Операції над висловленнями.
2. Формули логіки висловлень. Таблиці істинності.
3. Тавтології, суперечності та виконувані формули.
4. Рівносильні формули. Закони логіки висловлень.
5. Логіка предикатів. Предикати та логічні операції над ними.
6. Квантори. Інтерпретація. Оцінка.
7. Логічне виведення в логіці висловлень. Застосування правил виведення.
8. Двійкові (булеві) кортежі, їх властивості.
9. Булева функція. Задання булевої функції. Елементарні булеві функції.
10. Формули. Булеві функції від однієї і двох змінних. Побудова таблиці істинності. Двоїстість.
11. Алгебри булевих функцій.
12. Спеціальні форми подання булевих функцій. Диз'юнктивні і кон'юнктивні нормальні форми.

13. Поліноми Жегалкіна.
14. Повнота і замкненість. Функціонально повні системи. Замкнені класи.
15. Критерій функціональної повноти системи мулевих функцій. Послаблена функціональна повнота.
16. Релейно-контактні схеми і булеві функції.
17. Системи числення. Дії над системними числами. Переведення чисел з однієї системи числення в іншу.
18. Алгоритми в математиці. Основні вимоги до алгоритмів. Необхідність уточнення поняття алгоритму.
19. Частково визначені обчислювальні функції.
20. Розв'язні та переліченні множини.
21. Машина Тюрінга. Аналіз МТ.
22. Алгоритми синтезу МТ. Функції, що розпізнаються МТ.
23. Частково рекурсивні та примітивно рекурсивні функції. Теза Черча.
24. Нормальні алгоритми Маркова. Дії над НАМ.
25. Синтез нормальних алгоритмів Маркова.
26. Нормально обчислювальні функції.
27. Алгоритмічно нерозв'язні проблеми. Проблема самозастосовності.
28. Складність алгоритмів. Поліноміальні та експоненціальні алгоритми.
29. Часова та ємнісна складність машин Тюрінга та нормальних алгоритмів Маркова.
30. Класи задач P і NP. NP-складні і NP-повні задачі. Приклади NP-повних задач.

13. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

- навчальні посібники;
- тексти лекцій в електронному вигляді;
- індивідуальні завдання для самопідготовки;
- індивідуальні завдання для контролю знань.

14. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Алферова З.В. Теория алгоритмов / З.В. Алферова – М.: «Статистика», 1973. – 164 с.
2. Ахо А. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции / А. Ахо, Дж. Ульман. – М.: Мир, 1978. – Т. 1. – 611 с.
3. Белоусов А.И. Дискретная математика: Учеб. для вузов / А.И. Белоусов, С.Б. Ткачев. – 3-е изд. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 744 с.
4. Бондаренко М.Ф. Комп'ютерна дискретна математика: підручник / М.Ф. Бондаренко, Н.В. Білоус, А.Г. Руткас. – Харків: «Компанія СМІТ», 2004. – 480 с.
5. Гаврилків В.М. Формальні чови та алгоритмічні моделі: навчальний посібник / В.М. Гаврилків. – Івано-Франківськ: «Сімик», 2012. – 172 с.
6. Гаврилов Г.П. Задачи и упражнения по дискретной математике: Учеб. пособие / Г.П. Гаврилов, А.А. Сапоженко. – 3-е изд., перераб. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 416 с.
7. Завало С.Т. Алгебра і теорія чисел, ч. 2 / С.Т. Завало, В.М. Костарчук, Б.І. Хацет. – К.: Вища школа, 1976. – 384 с.
8. Игошин В.И. Математическая логика и теория алгоритмов: учеб. пособие / В.И. Игошин. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 448 с.
9. Капітонова Ю.В. Основи дискретної математики / Ю.В. Капітонова, С.Л. Кривий, О.А. Летичевський, Г.М. Луцький, М.К. Печурін. – К.: Наукова думка, 2002. – 580 с.
10. Кривий С.Л. Дискретна математика: Вибрані питання / С.Л. Кривий. – К.: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2007. – 572 с.
11. Мальцев А.И. Алгоритмы и рекурсивные функции / А.И. Мальцев – М.: Наука, 1986. – 368 с.

12. Марков А.А. Теория алгоритмов / А.А. Марков, Н.М. Нагорный. – М.: Наука, 1984. – 432 с.
13. Мозговой М.В. Классика программирования: алгоритмы, языки, автоматы, компиляторы. Практический подход / М.В. Мозговой. – СПб.: Наука и Техника, 2006. – 320 с.
14. Нікольський Ю.В. Дискретна математика / Ю.В. Нікольський, В.В. Пасічник, Ю.М. Щербина. – К.: Видавнича група ВНУ, 2007. – 368 с.
15. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов / Ф.А. Новиков. – СПб.: Питер, 2001. – 304 с.
16. Пильщиков В.Н. Машина Тьюринга и алгоритмы Маркова. Решение задач / В.Н. Пильщиков, В.Г. Абрамов, А.А. Вылиток, И.В. Горячая. – М.: МГУ, 2006. – 47 с.
17. Самохин А.В. Математическая логика и теория алгоритмов / А.В. Самохин. – Москва, 2003. – 237 с.
18. Тишин В.В. Дискретная математика в примерах и задачах / В.В. Тишин – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 352 с.
19. Ding-Zhu Du. Problem Solving in Automata, Languages, and Complexity / Ding-Zhu Du, Ker-I Ko. – New York: WIP, 2001. – 388 p.
20. Salomaa A. Formal Languages / A. Salomaa. – New York: Academic Press, 1973. – 281 p.