

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»

Факультет компьютерных технологий и прикладной
математики Кафедра вычислительных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
кафедры вычислительных технологий
Хагуров Т.А.
05 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.О.05 «Теория графов и ее приложения»

Направление

подготовки/специальность 02.03.02 **Фундаментальная информатика и
информационные технологии**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) /специализация

Математическое и программное обеспечение компьютерных технологий

Программа подготовки академический бакалавриат

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины «ТЕОРИЯ ГРАФОВ И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Программу составил(а):

Жук Арсений Сергеевич, ст. преподаватель
Ф.И.О. , должность, ученая степень, ученое звание



подпись

Рабочая программа дисциплины «ТЕОРИЯ ГРАФОВ И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ» утверждена на заседании кафедры Вычислительных технологий протокол № 9 «18» мая 2022 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Вишняков Ю.М
(фамилия, инициалы)



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Компьютерных Технологий и Прикладной Математики протокол № 6 от «25» мая 2022 г

Председатель УМК факультета Коваленко А.В.

фамилия, инициалы



подпись

Рецензенты:

Гаркуша О.В., доцент кафедры информационных технологий
ФБГОУ ВО «Кубанский государственный университет»,
кандидат физико-математических наук.

Схаляхо Ч.А., доцент КВВУ им.С.М.Штеменко, к.ф.-м.н., доцент

1. Цели и задачи освоения дисциплины

1.1 Цель освоения дисциплины

Учебная дисциплина «Теория графов и ее приложения» предназначена для изучения классических математических дискретных моделей.

Целью преподавания и изучения дисциплины «Теория графов и ее приложения» является овладение студентами математическим аппаратом, применяемым в фундаментальной математике и информатике, и служащим основой для разработки информационных технологий.

1.2 Задачи дисциплины

В результате освоения данной компетенции студент должен:

знать основные понятия, методы, алгоритмы и средства теории графов, теории автоматов и теории информации.

уметь применять теории, методы, алгоритмы теории графов, теории автоматов и теории информации;

владеть знаниями теории, методов, алгоритмов теории графов, теории автоматов и теории информации для решения теоретических проблем фундаментальной информатики и практических задач информационных технологий

1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Курс «Теория графов и ее приложения» относится к обязательной части блока Б1 Дисциплины (модули) и является обязательной дисциплиной.

Для изучения дисциплины студент должен владеть знаниями, умениями и навыками полученными в дисциплинах - «Дискретная математика», «Алгебра», «Основы программирования», «Дифференциальное исчисление». Знания, умения и навыки, полученные студентами в дисциплине «Теория графов и ее приложения» являются обязательными для изучения всех дисциплин профессионального цикла учебного плана бакалавра.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих **компетенций**:

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине (<i>знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности)</i>)
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	
Формулировки индикаторов	
ОПК-1.1. Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук, Базовые теории и истории основного, теории коммуникации; знает основную терминологию.	
ОПК-1.2. Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты.	
ОПК-1.3. Имеет практический опыт работы с решением стандартных математических задач и применяет его в профессиональной деятельности.	

1	Раздел 1. Теория графов	69,8	24		26	19,8
2	Раздел 2. Введение в теорию автоматов.	26	8		10	8
3	Раздел 3. Введение в теорию информации.	46	18		16	12
	Итого по разделам дисциплины		50		52	39,8
	Контроль самостоятельной работы(КСР)	0,2				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	2				
	<i>Итого по дисциплине:</i>	144				

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей
1	2	3	4	5
1	Раздел 1. Теория графов.	<p>1. Граф, виды графов, компоненты графа. Способы задания графа.</p> <p>2. Маршруты, цепи, циклы. Связность</p> <p>3. Операции над графами.</p> <p>4. Изоморфизм и гомеоморфизм.</p> <p>5. Степени вершин графа, лемма о рукопожатиях.</p> <p>6. Геометрические характеристики графов, количество путей и транзитивное замыкание.</p> <p>7. Геометрическое представление графа. Задачи о укладке графа.</p> <p>8. Планарность графа.</p> <p>9. Понятие дерева. Виды деревьев. Количество вершин и ребер в дереве.</p> <p>10. Способы представления деревьев.</p> <p>11. Бинарные деревья решений.</p> <p>12. Деревья двоичного поиска.</p> <p>13. Обход графа. Дерево путей.</p> <p>14. Задачи о кратчайшем пути.</p> <p>15. Алгоритм Дейкстры.</p> <p>16. Фундаментальное множество циклов. Остовное дерево.</p> <p>17. Количество остовов графа. Остов наименьшего веса</p> <p>18. Эйлеров графы, пути и циклы.</p> <p>19. Гамильтонов графы, пути и циклы..</p> <p>20. Задача о коммивояжере.</p> <p>21. Хроматическое число графа</p> <p>22. Критический граф.</p> <p>23. Двудольный граф.</p> <p>24. Хроматический многочлен. Свойства.</p> <p>25. Хроматические многочлены некоторых графов.</p> <p>26. Построение хроматического многочлена</p> <p>27. Связь хроматических характеристик и планарности графа.</p> <p>28. Формула Эйлера и ее применение</p> <p>29. Независимое множество и покрытие.</p> <p>30. Ядро графа.</p> <p>31. База графа.</p> <p>32. Задачи о независимости и покрытии графа. Клика графа.</p> <p>33. Алгоритм Брона — Кербоса.</p>	ЛР, ИЗ1, КР1, ЛТ1	

		<p>34. Задача о реберном покрытии. Реберный граф. 35. Понятие паросочетания. 36. Лемма Берга. 37. Паросочетания в двудольном графе. 38. Алгоритм Куна. 39. Задача о назначениях. 40. Понятие транспортной сети. Понятие потока и сечения. 41. Полный поток. Метод насыщения дуг. 42. Максимальный поток. Алгоритм Форда -Фалкерсона. 43. Нахождение максимального потока. 44. Топологическая сортировка. 45. Применение алгоритма Форда-Фалкерсона для решения задачи нахождения наибольшего паросочетания.</p>		
2	Раздел 2. Введение в теорию автоматов.	<p>1. Определение конечного автомат. Способы задания конечного автомата. 2. Словарная функция. Построение автомата для заданной функции 3. Вычисление числовых функций автоматами. Замкнутость множеств вычислимых функций 4. Отличимость состояний автомата 5. Леммы о неотличимости состояний автомата. 6. Эквивалентные автоматы. Минимальный автомат. 7. Понятие композиции автоматов 8. Операция обратной связи 9. Распознавание слов автоматами 10. Замкнутость множества автоматных языков 11. Регулярные выражения 12. Распознавание регулярных выражений автоматами</p>	ЛР, И32, КР2, ЛТ2	
3	Раздел 3. Введение в теорию информации	<p>1. Количество информации. Энтропия вероятностной схемы. 2. Общая схема канала связи. Основные понятия. Аксиомы теории информации. 3. Классификация источников информации. Энтропия источника. 4. Энтропия марковского источника 5. Классификация каналов связи. 6. Информационная модель канала связи. Энтропия шума. Матрица источника. 7. Информационная модель канала связи. Энтропия потерь. Матрица приемника. 8. Информационная модель канала связи. Взаимная информация. Взаимная энтропия. Матрица канала. 9. Скорость передачи информации. Теорема Шеннона. 10. Согласование источников с каналами связи. 11. Методы эффективного кодирования. Параметры эффективности. 12. Метод Шеннона-Фано. 13. Метод Хаффмана. 14. LZW 15. Основные понятия помехоустойчивого кодирования. 16. 2. Математическая модель помехоустойчивого кода. 17. (n,k,d)-коды 18. Теорема Шеннона. Классификация помехоустойчивых кодов. 19. Общие принципы линейных кодов. Матрица линейного кода. 20. Кодирование/декодирование линейного кода. 21. Параметры линейных кодов 22. Многочлены в GF(2). Операции. Неприводимый многочлен. 23. Свойства многочленов $(x^{2^n-1} + 1)$, его свойства, примитивный многочлен) 24. Свойства многочленов (циклический сдвиг, линейное</p>	ЛР, И33, КР2, ЛТ2	

	пространство) 25. Понятие поля Галуа. 26. Операции в поле Галуа. (умножение, возведение в степень) 27. Примитивные элементы поля Галуа. 28. Циклотомические классы элементов поля Галуа (с примером). 29. Многочлены над заданным полем с корнями из его расширения (на примере GF(2) и GF(16)). Понятие минимального многочлена. Связь примитивного элемента поля и примитивного многочлена. 30. Общие принципы построения циклического кода. 31. Кодирование/декодирование тривиального циклического кода 32. Кодирование/декодирование тривиального систематического циклического кода 33. Построение образующего многочлена коды БЧХ 34. Кодирование/декодирование кода БЧХ 35. Коды Галея		
--	---	--	--

2.3.2. Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа – не предусмотрены.

2.3.3. Лабораторные занятия

№ работы	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	1	Задание графа. Изоморфизм.	
2	1	Гомеоморфизм. Планарность	
3	1	Геометрические характеристики, транзитивное замыкание.	
4	1	Коды Прюфера, кратчайший путь и бинарные деревья решений.	
5	1	Гамильтонов и эйлеров графы.	
6	1	Фундаментальное множество циклов, остовы графа.	
7	1	Хроматические характеристики графа.	
8	1	Множества вершин графа	
9	1	Паросочетания	
10	1	Транспортные сети	
11	1	Решение задач теории графов	ЛТ1, И31
12	1	Решение задач теории графов	И31
13	1	Решение задач теории графов	КР1
14	2	Обработка слов автоматами	
15	2	Реализация числовых функций	
16	2	Распознавание слов и регулярных выражений автоматами	
17	2	Распознавание слов и регулярных выражений автоматами	И32
18	2	Построение автоматов	И32
19	3	Энтропия источника	
20	3	Расчет параметров каналов связи	
21	3	Эффективное кодирование	
22	3	Линейные коды и коды Хэмминга	

23	3	Циклические коды	
24	3	Линейные и циклические коды	ИЗ3
25	3	Задачи теории информации	ИЗ3, ЛТ2
26	3	Решение задач теории автоматов и теории информации	КР2

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Учебным планом не предусмотрены.

2.3.4 Расчетно-графические задания

Учебным планом не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Раздел 1. Теория графов	Источники основной и дополнительной литературы, ИЗ1
2	Раздел 2. Введение в теорию автоматов.	Источники основной и дополнительной литературы, ИЗ2
3	Раздел 3. Введение в теорию информации.	Источники основной и дополнительной литературы, ИЗ3

Пример варианта индивидуальных заданий по дисциплине

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ ПО ТЕМЕ «ТЕОРИЯ ГРАФОВ»

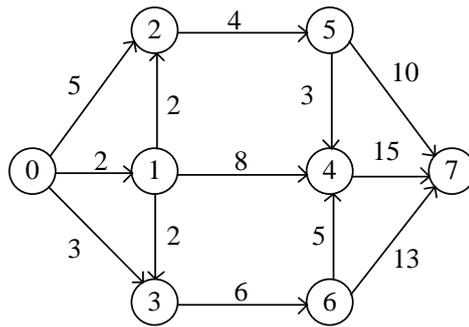
Задание № 1. Даны двоичные дискретные функции. Построить полные и редуцированные бинарные деревья решений. Проверить корректность построением МДНФ данной функции

Вар. №	10.2.2.	10.2.3.	10.2.4.
1	10.2.1. $f(x^3) = \overline{x_1 x_2 x_3} \vee \overline{x_1 x_2} x_3 \vee \overline{x_1} x_2 x_3 \vee x_1 \overline{x_2} x_3 \vee x_1 x_2 \overline{x_3} \vee x_1 x_2 x_3$		
	$f(x^3) = (01110011)_2$	$f(x^3) = (01010100)_2$	$f(x^3) = (01010011)_2$

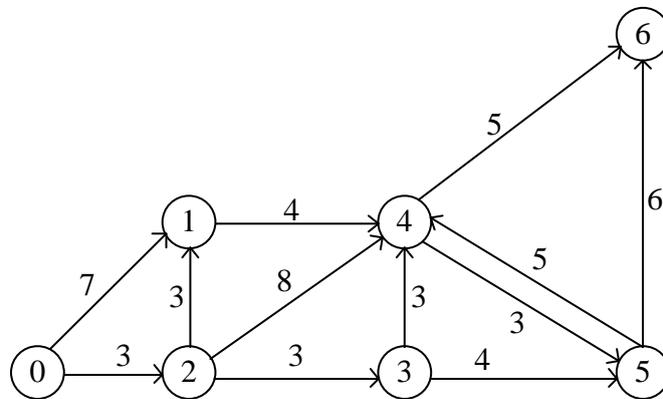
Задание № 2.

Найти кратчайший путь от вершины 0 к вершине 7 с помощью алгоритма Дейкстры.

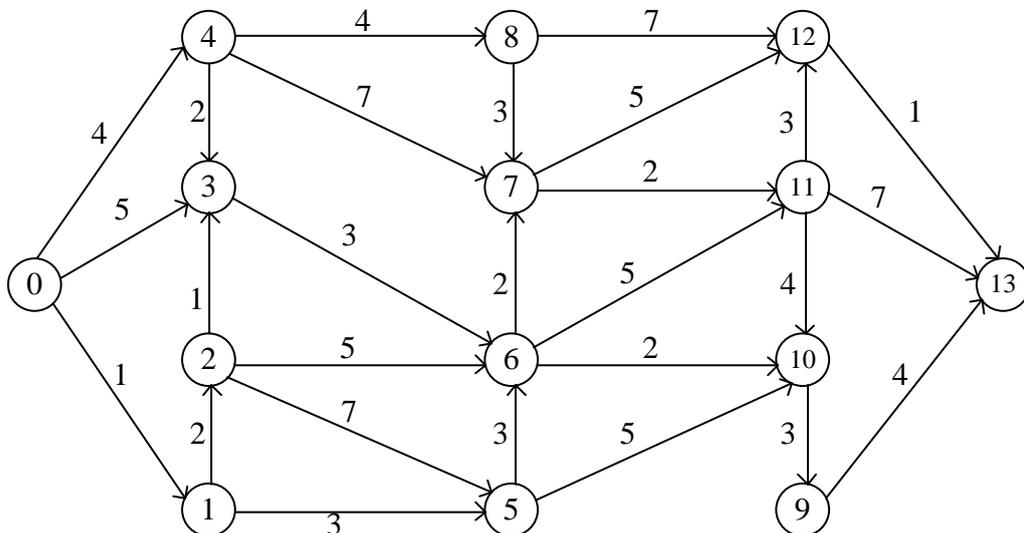
Вариант № 1.



Найти кратчайший путь от вершины 0 к вершине 6 с помощью алгоритма Дейкстры
 Вариант № 1.

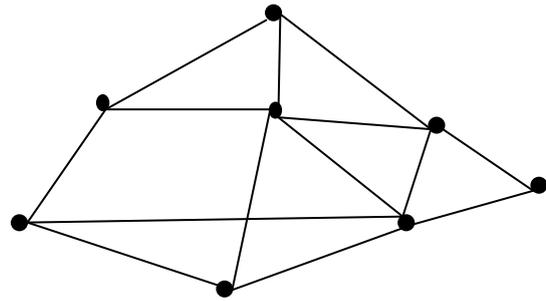
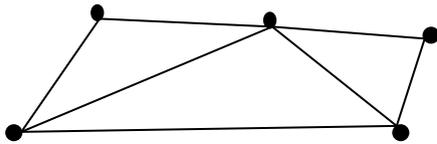


Найти кратчайший путь между заданными вершинами графов с помощью алгоритма Дейкстры.
 Вариант № 1. Найти кратчайший путь от вершины 0 к вершине 13.

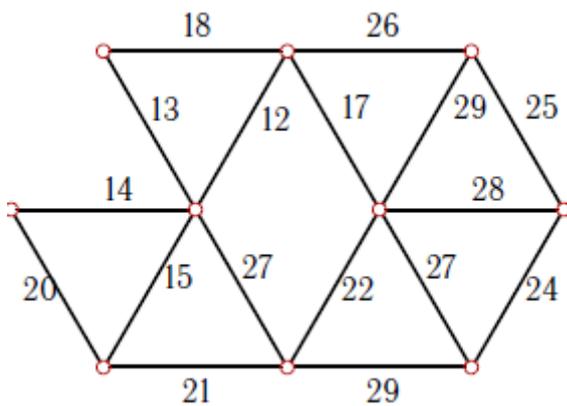
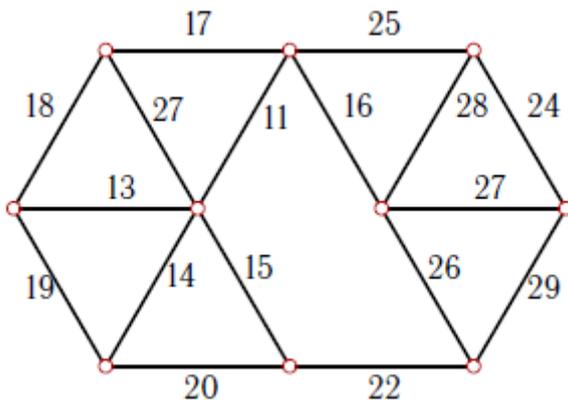


Задание № 3. Дан граф, найти фундаментальное множество циклов графа (2 графа), найти остовное дерево, найти количество остовных деревьев.

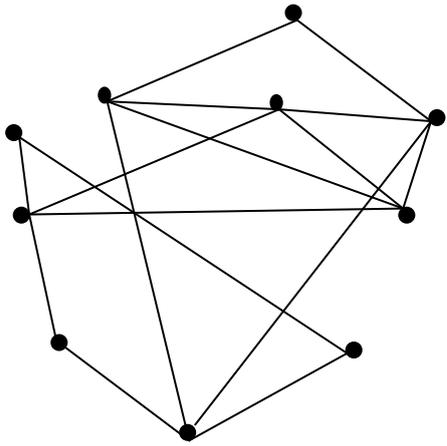
Вариант № 1.



Задание 4. Дан Взвешенный граф. Найти остовное дерево минимального веса двумя способами. (Алгоритм Крускала и алгоритм Дейкстры -Прима)
 Вариант № 1.

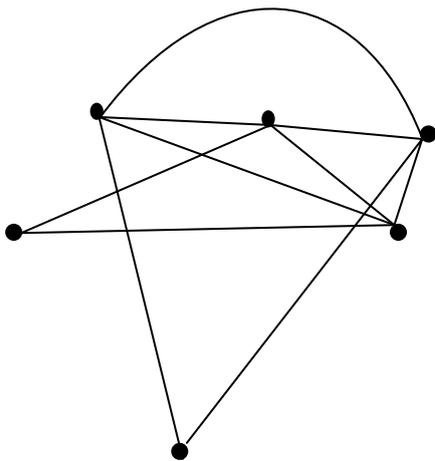


Задание 5.
 а) дан граф, найти Эйлеров цикл
 Вариант № 1.



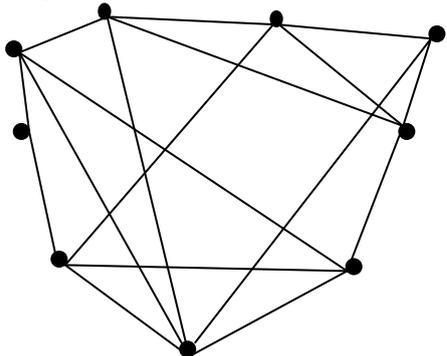
b) Дан граф, найти все возможные Эйлеровы циклы

Вариант № 1.



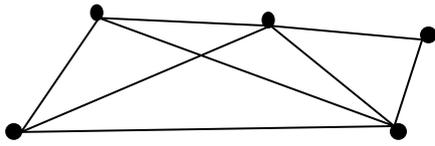
c) Дан граф, найти Эйлеров путь.

Вариант № 1.



d) Дан граф, найти все возможные Эйлеровы пути

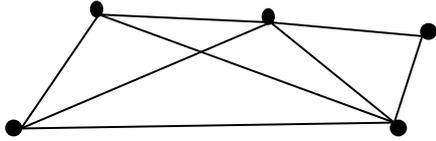
Вариант № 1.



Задание № 6.

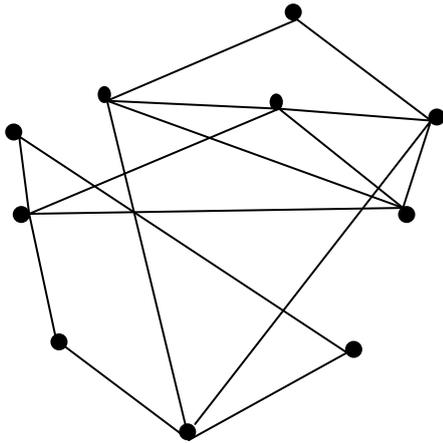
а) Дан граф, найти все возможные Гамильтоновы циклы

Вариант № 1.



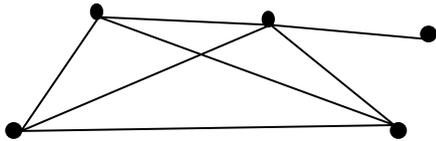
б) Дан граф, найти Гамильтонов цикл

Вариант № 1.



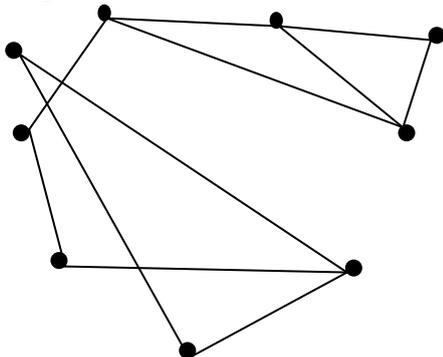
с) Дан граф, найти все возможные Гамильтоновы пути

Вариант № 1.



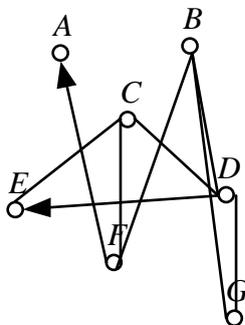
д) Дан граф, найти Гамильтонов путь

Вариант № 1.



Задание № 7.

Дан граф. Построить его транзитивное замыкание аналитическим способом. Найти геометрические характеристики, если он сильно-связный. Найти количество путей длины 1, 2, 3. Найти количество путей из вершины А в вершину Е.
 Вариант № 0.



Вариант № 0.

$$G(V, E), V = \{A, B, C, D, E, F, G, H\}$$

$$E = \{(A, B), (A, C), (A, D), (B, C), (B, E), (C, B), (C, D), (C, E), (D, C), (D, G), (E, F), (E, H), (F, E), (F, G), (F, H), (G, F), (G, H)\}$$

Вариант № 0.

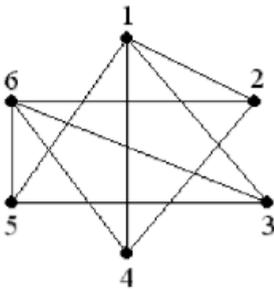
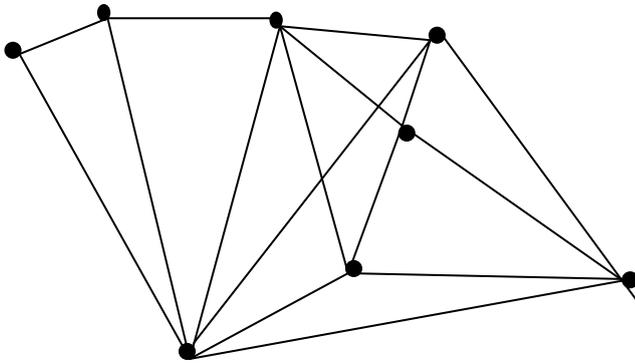
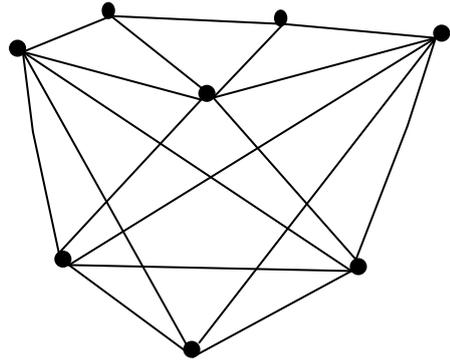
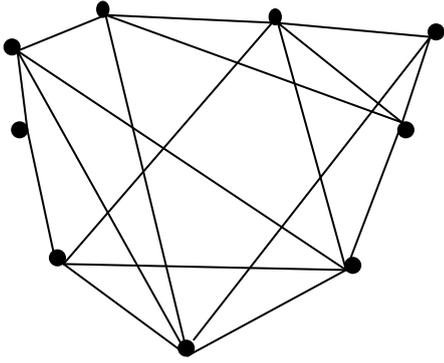
A_v	A	B	C	D	E	F
A	0	1	0	1	0	1
B	1	0	1	1	0	0
C	0	1	1	0	1	0
D	1	1	0	0	0	0
E	0	0	1	0	1	1
F	1	0	0	0	1	0

Вариант № 0.

A_{VE}	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x
A	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
B	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
C	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
D	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
F	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
G	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0

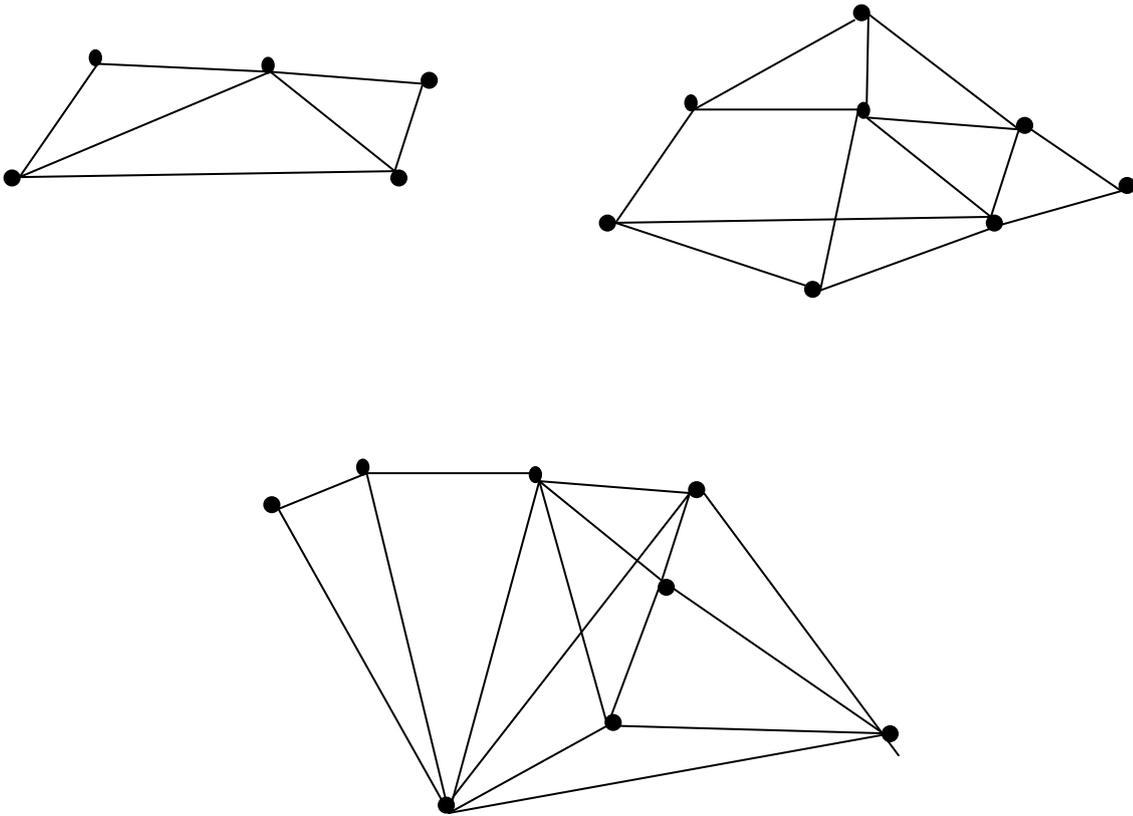
Задание 8. Дан граф. Исследовать на планарность.

Вариант № 1.



Задание 9. Дан граф, найти хроматическое число, привести пример правильной раскраски

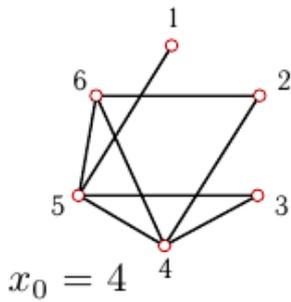
Вариант № 1.



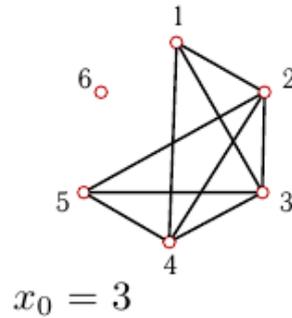
Задание 10.

Часть 1. Дан граф, найти хроматическое число, количество способов раскраски в x_0 цветов, привести пример правильной раскраски.

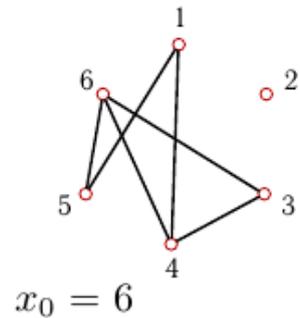
1.



2.

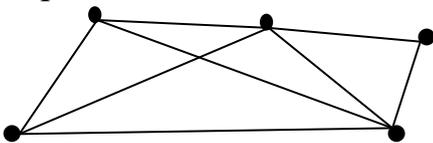


3.



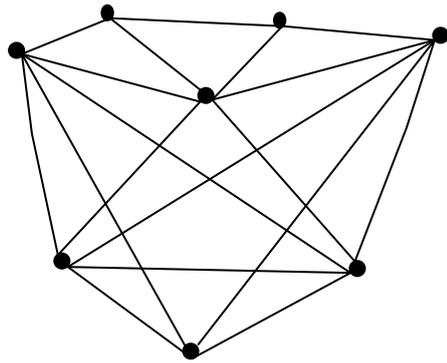
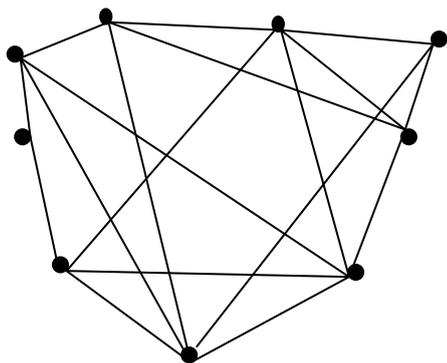
Часть 2. Дан граф. Построить хроматический многочлен.

Вариант № 1.



Задание № 11. Дан граф. Найти наибольшую клику с помощью алгоритма Брона-Кербоша.

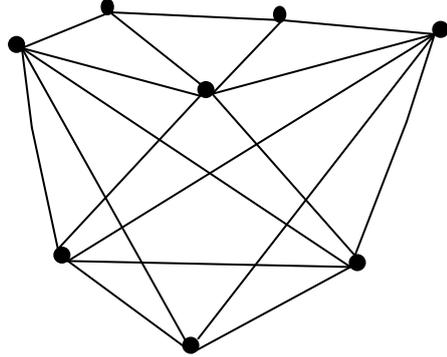
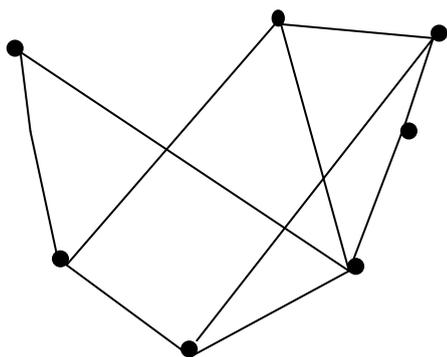
Вариант № 1.



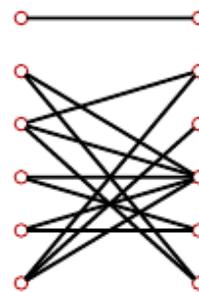
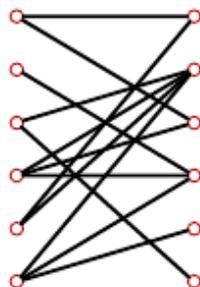
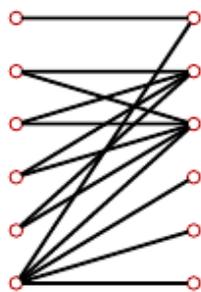
Задание № 12. Дан граф. Найти:

- независимое подмножество вершин графа, максимальное независимое подмножество вершин графа, наибольшее независимое подмножество вершин графа;
- доминирующее подмножество вершин графа, минимальное доминирующее подмножество вершин графа, наименьшее доминирующее подмножество вершин графа;
- вершинное покрытие графа, минимальное вершинное покрытие графа, наименьшее вершинное покрытие графа;
- реберное покрытие графа, минимальное реберное покрытие графа, наименьшее реберное покрытие графа.
- клику, максимальную клику графа, наибольшую клику графа и кликовое число графа.

Вариант № 1.



Задание 13. Дан граф, найти наибольшее паросочетание с помощью алгоритма Куна и алгоритма Форда Фалкерсона, найти количество совершенных паросочетаний, все максимальные, наибольшие паросочетания.



Задание 14. Оплата труда работника i на рабочем месте j определяется коэффициентом a_{ij} . Найти одно из оптимальных назначений и суммарные затраты

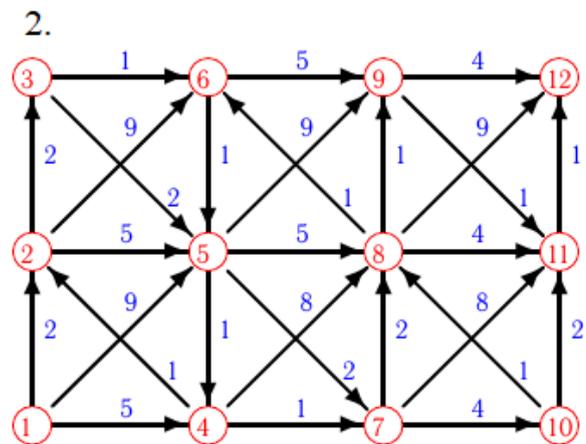
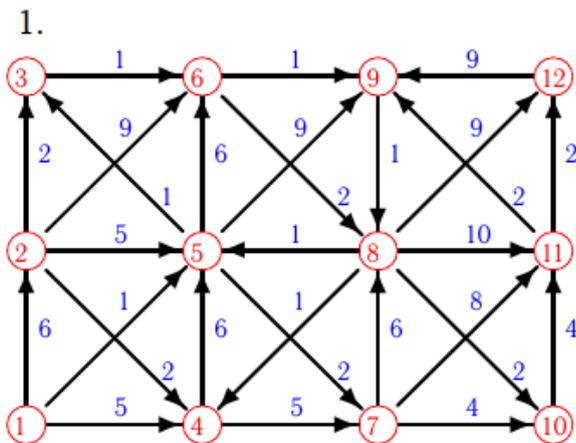
Σ на производство.

Вариант № 1.

$$A = \begin{vmatrix} 17 & 18 & 16 & 18 & 18 & 18 & 18 \\ 18 & 39 & 18 & 47 & 45 & 48 & 55 \\ 26 & 30 & 18 & 58 & 59 & 62 & 66 \\ 25 & 29 & 18 & 50 & 51 & 54 & 61 \\ 30 & 37 & 18 & 33 & 57 & 60 & 64 \\ 30 & 34 & 18 & 33 & 34 & 60 & 64 \\ 39 & 40 & 18 & 39 & 43 & 40 & 74 \end{vmatrix}$$

$$A = \begin{vmatrix} 21 & 21 & 37 & 29 & 30 & 33 & 45 \\ 16 & 16 & 48 & 43 & 38 & 44 & 56 \\ 19 & 16 & 42 & 46 & 44 & 50 & 59 \\ 25 & 16 & 29 & 50 & 48 & 54 & 66 \\ 24 & 16 & 34 & 29 & 42 & 48 & 57 \\ 16 & 15 & 16 & 16 & 16 & 15 & 16 \\ 36 & 16 & 46 & 38 & 36 & 36 & 75 \end{vmatrix}$$

Задание 15. Задана пропускная способность дуг транспортной сети. Используя алгоритм Форда–Фалкерсона, найти максимальный поток по сети.



ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ ПО ТЕМЕ «ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ АВТОМАТОВ»

Вариант № 1.

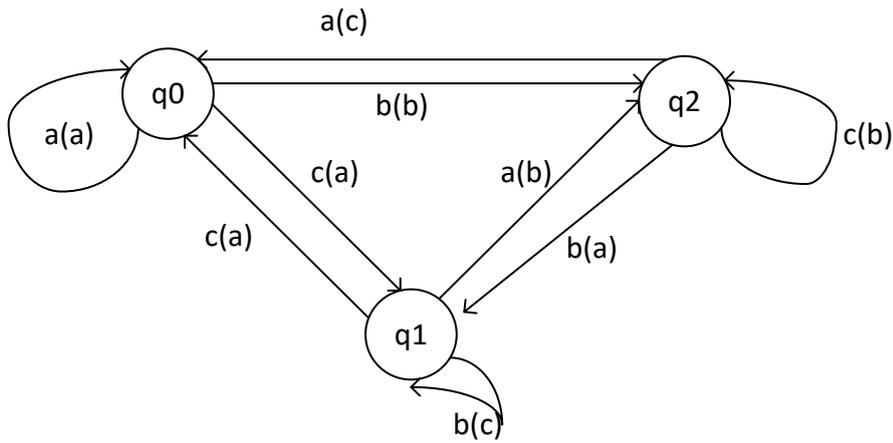
1. Дан конечный автомат и три входных слова, обработать слова данным автоматом (3 автомата)

aababccsbaccsbbbaaabab

abcabccsbabbbbccscaac

abcbbcbabcbaaaabbccsb

Автомат 1.

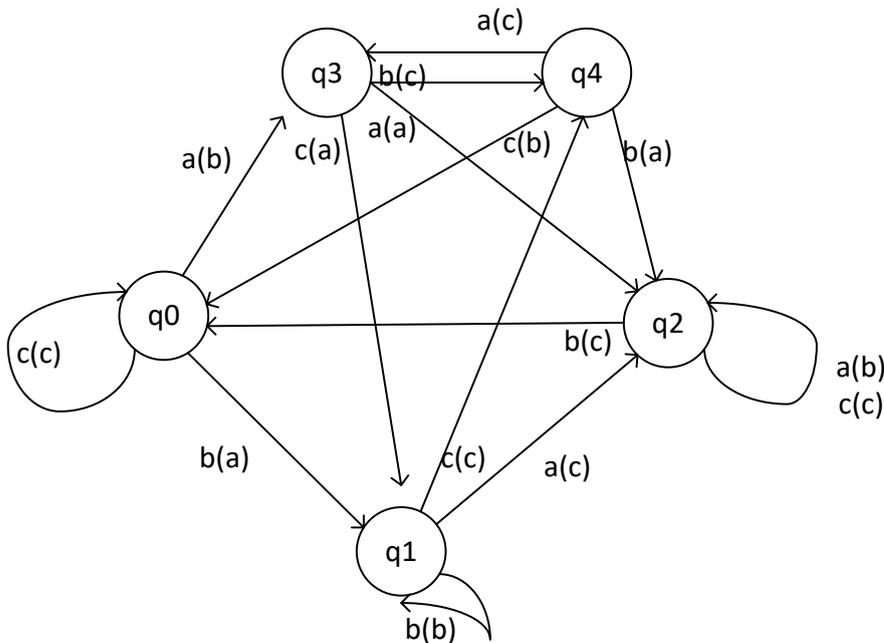


Автомат 2

φ	q0	q1	q2	q3
a	q2	q1	q3	q0
b	q3	q3	q2	q2
c	q1	q0	q1	q3

ψ	q0	q1	q2	q3
a	b	a	c	a
b	a	b	b	a
c	c	a	c	c

Автомат 3



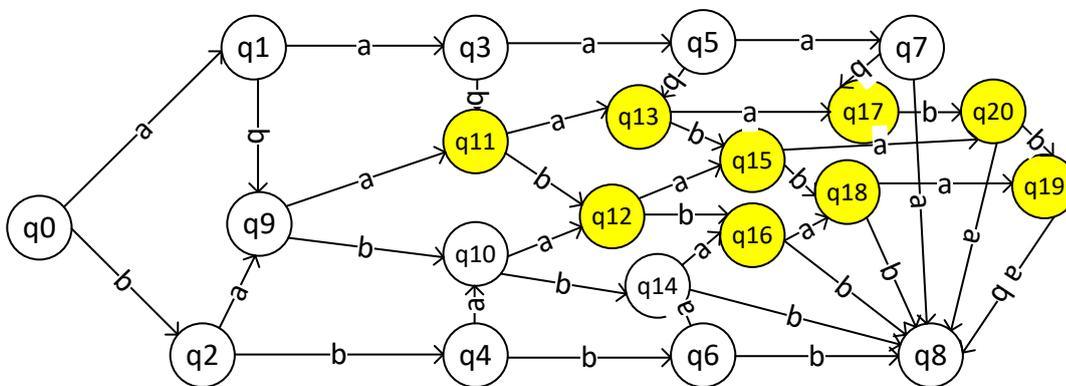
2. Построить автомат, который преобразует слова следующим образом (3 автомата).

- 1) Входной алфавит и выходной алфавиты совпадают и равны $A = B = \{a, b\}$. Во входном слове каждый третий символ a нужно заменить на b , а каждый второй b заменить на a .
- 2) Входной алфавит и выходной алфавиты совпадают и равны $A = B = \{a, b, c\}$. Во входном алфавите каждый символ, который идет после символа c заменить на c без исключений. При этом каждый символ,

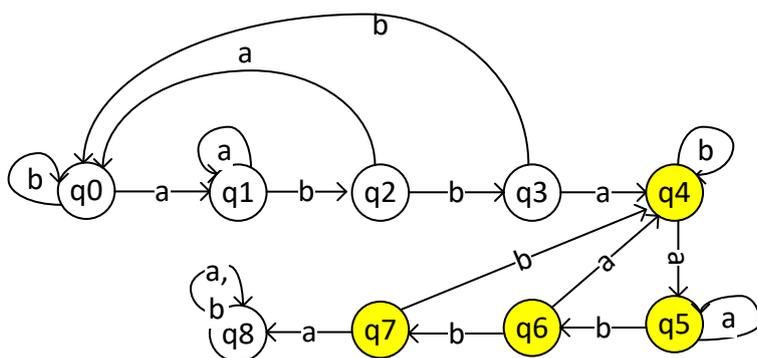
идущий после слова aba необходимо заменить на b. (слово ababa остается без изменений, а слово abaabas преобразуется в ababbab).

- 3) Входной алфавит и выходной алфавиты совпадают и равны $A = B = \{a, b, c, d\}$. Во входном алфавите каждый шестой символ a обязательно заменить на b, каждый второй символ a заменить на c, кроме предыдущего случая, каждый третий символ a заменить на d, кроме первого случая. Слова abcd, abcb, abcc заменить на слова abca.
3. Построить автомат, который реализует следующую функцию одной переменной. (3 функции)
- 1) $y = 5x$
 - 2) $y = x + 5$
 - 3) $y = x - 4$
4. Построить композицию автоматов для реализации следующих функций: (3 функции). Минимизировать полученный автомат
- 1) $y = 3x + 2y$
 - 2) $y = 5x - 3y + 7z$
 - 3) $y = x + 2y + 4z$
5. Дан конечный автомат, даны слова. Определить, принадлежат ли эти слова автоматному языку. (3 автомата)

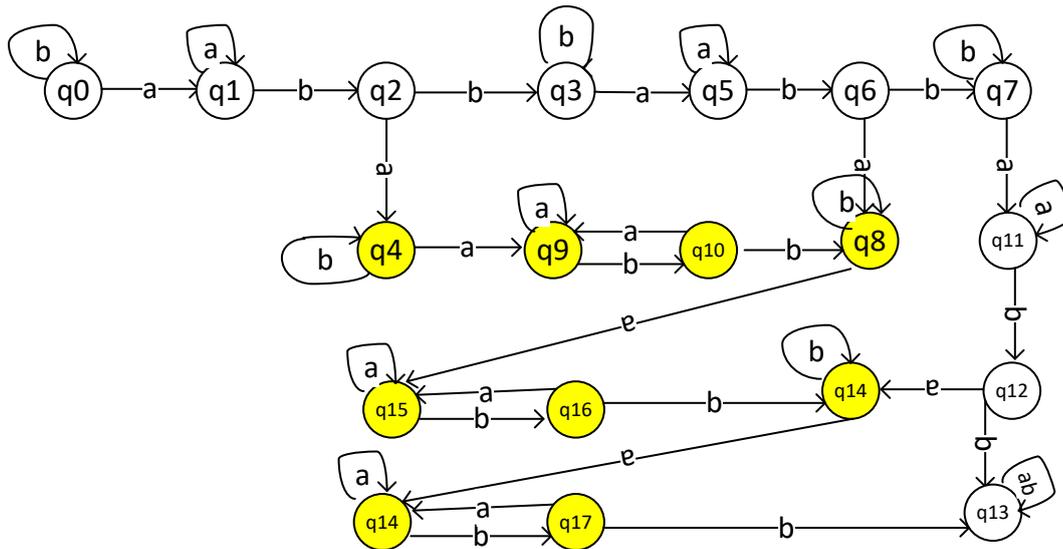
abbb
 abbaaab
 aaaabbbab
 ababbababb
 abbaabba
 Автомат 1



Автомат 2



Автомат 3



6. Для конечных автоматов из задачи № 5 построить автоматный язык, то есть описать множество слов, распознаваемые данными автоматами
7. Построить конечный автомат, который распознает слова над алфавитом $\{a,b,c,d\}$, в которых:
 - ровно три буквы a, не менее двух букв b и не больше 4 букв d
 - слово ababc встречается ровно один раз
 - есть слово abcd, нет слова abdc и не больше двух слов bb.
8. Дано регулярное выражение. Проверить, удовлетворяют ли указанные слова приведенным регулярным выражениям. (3 выражения)

Регулярное выражение: $[a-d]^*a+bb.[^c].[^d][a-d]^*$
 Слова: ababaaabbacdaaa, abbcbbcd, dddaaaabbcdcd

Регулярное выражение: $a\dots[a-c]^*d?b+d$
 Слова: aaaacbabcbabc, abcdbd, addcdbbd

Регулярное выражение: $[a,b]^+[c,d]^+abcd[a-d]^*$
 Слова: abababdcddcdabadd, acabcd, ababdcddcabcc
9. Для регулярных выражений, приведенных в задаче 8 необходимо:
 - привести произвольное слово длины 10, которое удовлетворяет ему и произвольное слово, которое ему не удовлетворяет;
 - привести минимальное по длине слово, которое будет удовлетворять данному выражению;
 - привести пример слова A длины 12, которое удовлетворяет выражению и слово длины 10, в котором первые 6 символов совпадают с A, которое не будет удовлетворять данному выражению.
 - привести пример трех слов длины 13, 15, 20 соответственно, которые удовлетворяют выражению и трех слов, которые не удовлетворяют
10. Для регулярных выражений, приведенных в задаче 8 необходимо построить конечный автомат, способный распознавать слова, удовлетворяющие данному регулярному выражению и никакие больше.

Вариант № 1.

№ 1. Дана канальная матрица

$$\|p(a,b)\| = \begin{pmatrix} 0,18 & 0,15 & 0,09 & 0,18 \\ 0,06 & 0,05 & 0,03 & 0,06 \\ 0,03 & 0,025 & 0,015 & 0,03 \\ 0,03 & 0,025 & 0,015 & 0,03 \end{pmatrix}$$

Найти:

- энтропию приемника
- энтропию потерь
- взаимную энтропию
- энтропию источника
- энтропию шумов
- взаимную информацию

№ 2. Воспользовавшись вероятностными схемами появления букв заданного алфавита и зависимостей букв от предыдущих символов рассчитать энтропию источника и общую условную энтропию марковского источника

	3	2	1	4

$$\|p(a/b)\| = \begin{pmatrix} 0,53 & 0,27 & 0,02 & 0,18 \\ 0,06 & 0,5 & 0,3 & 0,14 \\ 0,3 & 0,25 & 0,15 & 0,3 \\ 0,35 & 0,05 & 0,45 & 0,15 \end{pmatrix}$$

№ 3. На основании таблицы частоты русских букв закодировать фразу методом Шеннона-Фано «Хаос это лестница» без пробелов. Рассчитать эффективность метода.

№ 4. На основании условия задачи два построить

- код Шеннона-Фано для кодирования каждой буквы;
- код Шеннона-Фано для кодирования биграмм (вероятность появления каждой пары рассчитать исходя из вероятностей символов и матрицы источника),
- рассчитать количество символов на ОДИН знак исходного алфавита;
- код Хаффмана для кодирования каждой буквы;
- код Хаффмана для кодирования биграмм (вероятность появления каждой пары рассчитать исходя из вероятностей символов и матрицы источника),
- рассчитать количество символов на ОДИН знак исходного алфавита;
- сделать выводы по эффективности примененных методов.

№ 5. Построить код Хэмминга для приведенных слов. Показать процесс обнаружения двух ошибок, если это возможно, обосновать, если это

невозможно. Показать процесс исправления одиночной ошибки.

0011010100101
001100101101110
11001010110

№ 6. Для кода (15,11,3) построить образующую матрицу, проверочную матрицу и закодировать слова

11001100101
00110011010
10100101111

Показать процесс исправления ошибки.

№ 7. Даны слова циклического несистематического кода (15,11,3). Декодировать для каждого возможного разрешенного образующего многочлена.

110011001100110
001100101101110
101101011010110

№ 8. Построить циклотомические классы в поле Галуа $x^5 + x^3 + 1$

№ 9. Построить образующий многочлен кода БЧХ для $m=5$, $d=7$, $n=31$ для образующего многочлена из задачи 8 и примитивного элемента поля Галуа $x^3 + 1$. Показать процесс исправления трех ошибок.

№ 10. Закодировать 0010101110101010 кодом Финка с шагом 0,1,2. Показать процесс декодирования в случае пачки ошибок длины 2,3,4. Поясните ситуацию, когда декодирование невозможно, приведите для этого пример неоднозначного декодирования.

3. Образовательные технологии

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
7	Л	Компьютерные презентации и обсуждение	14
	ЛР	Разбор конкретных ситуаций (задач), тренинги по решению задач, компьютерные симуляции (программирование алгоритмов)	14
	КСР	Контрольная работа	4
Итого:			32

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля выполнения

задач на лабораторных работах, средств итоговой аттестации (зачет в 2 семестре).

Контроль успеваемости осуществляется в форме проверки решения задач студентами. Каждая задача относится к одной из приведенных тем и может быть одного из следующих типов.

Тип 1. Теоретические работы. Проводятся на лабораторных занятиях, время от 30 минут на работу. Условное обозначение ЛТЗ («летучка» теория № 3). Преподаватель дисциплины самостоятельно решает, когда провести такую работу с учетом пройденного материала на лекции и сложности изучаемого материала на каждой конкретной лабораторной работе. В каждой работе 3 вопроса.

Тип 2. Индивидуальные задания. В случае, когда необходимо обеспечить выполнение каждым студентом набор типовых заданий, такие задания выделяются в индивидуальные задания для каждого студента по вариантам. Задания выполняются дома. Каждая из задач должна быть защищена. На лабораторных работах выделяется время для защиты заданий: пять минут на студента. Комплексная защита работ осуществляется на зачетной неделе.

Тип 3. Контрольные работы. Ключевые и наиболее сложные с точки зрения понимания общего подхода к решению задачи выделяются в контрольные работы. Каждая контрольная работа содержит от 6 заданий.

Далее будут подробно разобраны каждые из указанных типов работ с тематикой задач и указанием общей темы (в скобках)

4.1.1. Теоретические работы.

ЛТ1. (Теория графов) Список возможных вопросов:

Основные определения теории графов

1. Граф, виды графов, компоненты графа. Способы задания графа.
2. Маршруты, цепи, циклы. Связность
2. Операции над графами.
3. Изоморфизм и гомеоморфизм.

Характеристики графа

1. Степени вершин графа, лемма о рукопожатиях.
2. Геометрические характеристики графов, количество путей и транзитивное замыкание.
3. Геометрическое представление графа. Задачи о укладке графа.
4. Планарность графа.

Деревья

1. Понятие дерева. Виды деревьев. Количество вершин и ребер в дереве.
2. Способы представления деревьев.
3. Бинарные деревья решений.

Пути и циклы в графе графа 4 часа

46. Обход графа. Дерево путей.
47. Задачи о кратчайшем пути.
48. Алгоритм Дейкстры.
49. Фундаментальное множество циклов. Остовное дерево.
50. Количество остовов графа. Остов наименьшего веса
51. Эйлеров графы, пути и циклы.
52. Гамильтонов графы, пути и циклы..
53. Задача о коммивояжере.

Планарность и хроматика в графах (4 часа)

1. Хроматическое число графа
2. Критический граф.
3. Двудольный граф.
4. Хроматический многочлен. Свойства.
5. Хроматические многочлены некоторых графов.
6. Построение хроматического многочлена
7. Связь хроматических характеристик и планарности графа.
8. Формула Эйлера и ее применение

Независимость и покрытие 3 часа

1. Независимое множество и покрытие.
2. Ядро графа.
3. База графа.
4. Задачи о независимости и покрытии графа. Клика графа.
5. Алгоритм Брона — Кербоса.
6. Задача о реберном покрытии. Реберный граф.

Паросочетания 3 часа

1. Понятие паросочетания.
2. Лемма Берга.
3. Паросочетания в двудольном графе.
4. Алгоритм Куна.
5. Задача о назначениях.

Транспортные сети 4 часа

1. Понятие транспортной сети. Понятие потока и сечения.
2. Полный поток. Метод насыщения дуг.
3. Максимальный поток. Алгоритм Форда -Фалкерсона.
4. Нахождение максимального потока.
5. Топологическая сортировка.
6. Применение алгоритма Форда-Фалкерсона для решения задачи нахождения наибольшего паросочетания.

ЛТ2. (Введение в теорию автоматов и теорию информации) Список возможных вопросов:

1. Определение конечного автомата. Способы задания конечного автомата.
2. Словарная функция. Построение автомата для заданной функции
3. Вычисление числовых функций автоматами. Замкнутость множеств вычислимых функций
4. Отличимость состояний автомата
5. Леммы о неотличимости состояний автомата.
6. Эквивалентные автоматы. Минимальный автомат.
7. Понятие композиции автоматов
8. Операция обратной связи
 9. Распознавание слов автоматами
 10. Замкнутость множества автоматных языков
 11. Регулярные выражения
 12. Распознавание регулярных выражений автоматами
 13. Количество информации. Энтропия вероятностной схемы.
 14. Общая схема канала связи. Основные понятия. Аксиомы теории информации.
 15. Классификация источников информации. Энтропия источника.
 16. Энтропия марковского источника
 17. Классификация каналов связи.
 18. Информационная модель канала связи. Энтропия шума. Матрица источника.
 19. Информационная модель канала связи. Энтропия потерь. Матрица приемника.
 20. Информационная модель канала связи. Взаимная информация. Взаимная энтропия. Матрица канала.
 21. Скорость передачи информации. Теорема Шеннона.
 22. Согласование источников с каналами связи
 23. Методы эффективного кодирования. Параметры эффективности.
 24. Метод Шеннона-Фано.
 25. Метод Хаффмана.
 26. Метод LZW
 27. Математическая модель помехоустойчивого кода.
 28. (n,k,d) -коды
 29. Теорема Шеннона. Классификация помехоустойчивых кодов.
 30. Общие принципы линейных кодов. Матрица линейного кода.
 31. Кодирование/декодирование линейного кода
 32. Неприводимый многочлен. $x^{2^n-1} + 1$, его свойства
 33. Свойства многочленов (циклический сдвиг, линейное пространство)
 34. Общие принципы построения циклического кода.

- 35. Матрица циклического кода.
- 36. Декодирование циклического кода

4.1.2. Индивидуальные задания

Индивидуальное задание 1. (ТГ)

Блок 1. Бинарное дерево решений. Кратчайший путь в графе. Фундаментальное множество циклов. Остов в графе. Количество остовов. Остов наименьшего веса. Эйлеровы пути.

Блок2. Гамильтоновы пути. Транзитивное замыкание. Геометрические характеристики. Количество путей. Планарность. Хроматическое число и правильная раскраска Хроматический многочлен графа

Блок 3. Клика в графе. Независимость и покрытие. Паросочетания. Задача о назначениях Максимальный поток

Индивидуальное задание 2. (ТА и ТИ)

Блок 1. Преобразование слов автоматом Построение автомата, реализующего распознавание слов Построение автомата, реализующего числовую функцию Распознавание слов автоматом Построение автоматного языка Построение конечного автомата Мура

Блок 2. Расчет параметров канала связи Кодирование текстов естественного языка Марковский источник Энтропийное кодирование марковского источника

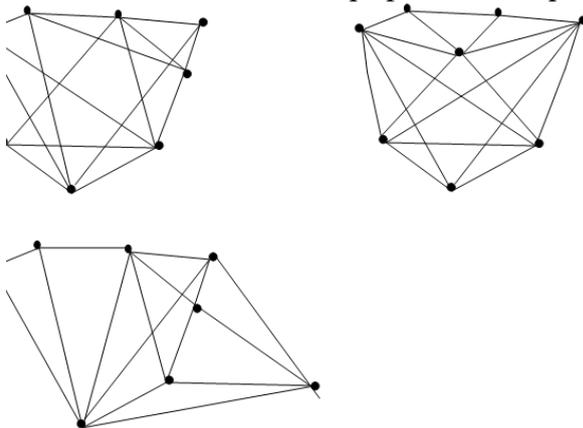
Блок 3. Код Хэмминга Линейный код Несистематические циклические коды Систематические циклические коды

Блок 4. Методы эффективного кодирования Распознавание регулярных выражений автоматами Циклотомические классы поля Галуа Построение кодов БЧХ

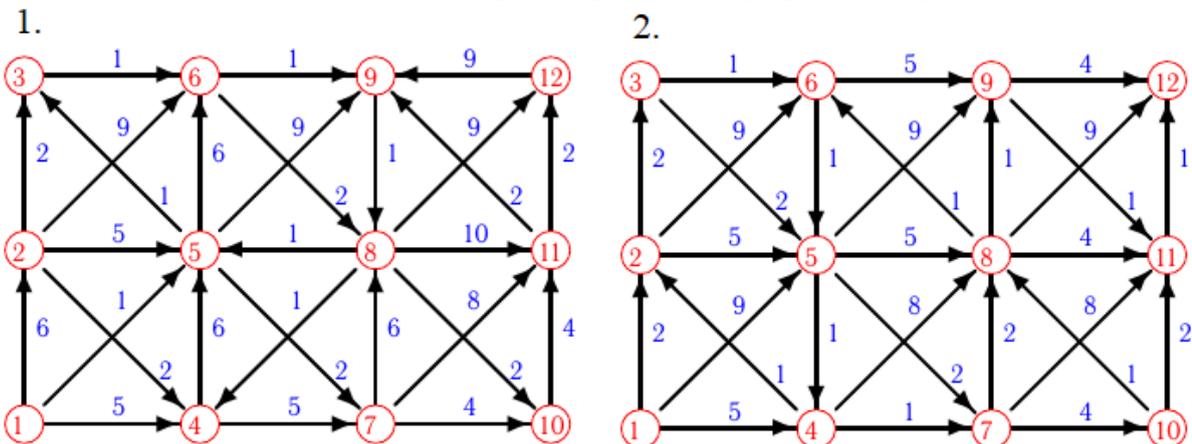
4.1.3. Контрольные работы

Контрольная работа № 1. Решение задач теории графов
Вариант 0.

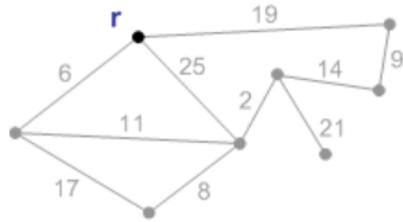
Задание 1. Исследовать графы на планарность.



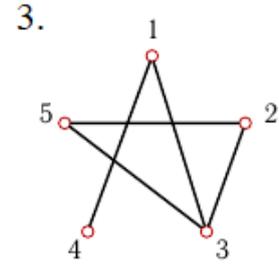
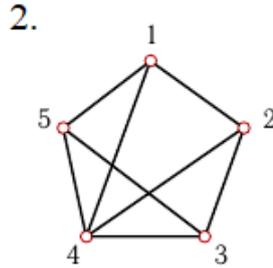
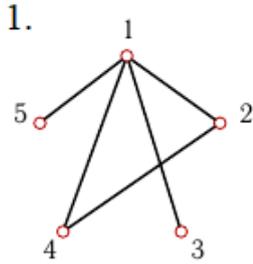
Задание 2. Дан взвешенный ориентированный граф, найти кратчайший путь.



Задание 3. Дан неориентированный граф. Найти остовное дерево наименьшего веса двумя способами. Построить код Прюфера и двоичный код.



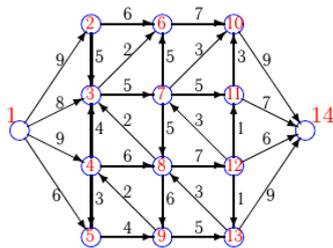
Задание 4. Дан граф. Найти хроматическое число. Найти количество способов раскрасить граф в найденное количество цветов, Найти количество способов раскрасить граф в 4 цвета.



Задание 5. Оплата труда работника i на рабочем месте j определяется коэффициентом a_{ij} . Найти одно из оптимальных назначений и суммарные затраты Σ на производство.

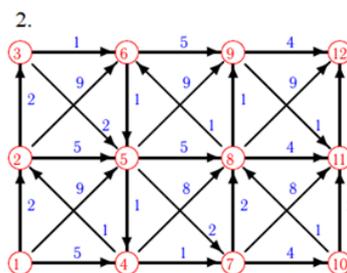
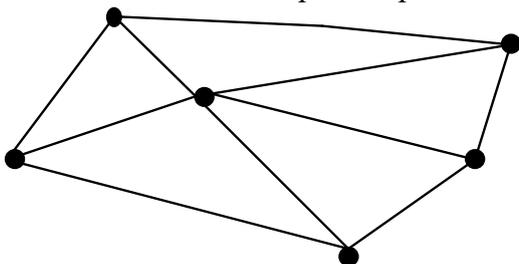
$$A = \begin{pmatrix} 17 & 18 & 16 & 18 & 18 & 18 & 18 \\ 18 & 39 & 18 & 47 & 45 & 48 & 55 \\ 26 & 30 & 18 & 58 & 59 & 62 & 66 \\ 25 & 29 & 18 & 50 & 51 & 54 & 61 \\ 30 & 37 & 18 & 33 & 57 & 60 & 64 \\ 30 & 34 & 18 & 33 & 34 & 60 & 64 \\ 39 & 40 & 18 & 39 & 43 & 40 & 74 \end{pmatrix}$$

Задание 6. Задана пропускная способность дуг транспортной сети с началом (исток) в вершине 1 и концом (сток) в вершине 14. Используя алгоритм Форда–Фалкерсона, найти максимальный поток по сети.



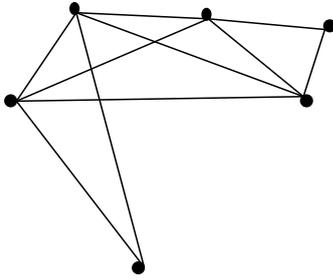
Вариант 1.

Задание 1. Построить транзитивное замыкание графа.

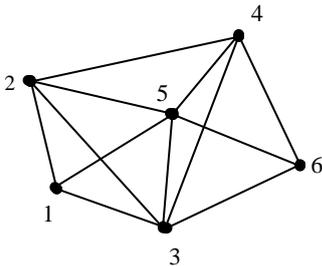


Задание 2. Дан взвешенный ориентированный граф, найти полный поток из 1 в 12 с помощью алгоритма насыщения дуг.

Задание 3. Дан неориентированный граф. Найти представление гамильтонова цикла в произвольном фундаментальном множестве циклов.

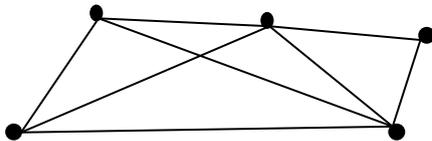


Задание 4. Дан граф. Найти все возможные максимальные независимые множества (достаточно 5 штук), если есть максимальные независимые множества разных мощностей, то должны быть указаны максимальные независимые множества всех возможных мощностей; привести пример наибольшего независимого множества. Найти 5 примеров (или всевозможные, если их окажется меньше) минимальных покрытий, если существуют минимальные покрытия разных мощностей, указать минимальные покрытия всех различных мощностей. Указать наименьшее покрытие. Привести примеры 5 ядер.



Задание 5. Доказать, что любое дерево с $n \geq 2$ вершинами имеет не менее двух висячих вершин (то есть вершин степени 1).

Задание 6. Найти количество способов раскрасить граф в 4 цвета, в 5 цветов.



Контрольная работа № 2. Решение задач теории автоматов и теории информации

Вариант 0.

Задание 1. Воспользовавшись вероятностными схемами появления букв заданного алфавита и зависимостей букв от предыдущих символов рассчитать энтропию источника и общую условную энтропию марковского источника

X	x_1	x_2	x_3	x_4
p	0,3	0,2	0,1	0,4

$$\|p(a/b)\| = \begin{pmatrix} 0,53 & 0,27 & 0,02 & 0,18 \\ 0,06 & 0,5 & 0,3 & 0,14 \\ 0,3 & 0,25 & 0,15 & 0,3 \\ 0,35 & 0,05 & 0,45 & 0,15 \end{pmatrix}$$

Задание 2. Построить конечный автомат, который каждую вторую букву a (всегда) меняет на b , символ после ее меняет на c , кроме предыдущего случая, символ после c на d , кроме первого

случая, причем $A = \{a, e\}, B = \{a, b, c, d, e\}$.

Задание 3. Рассматривается (7,4,3) код. Рассматривается информационное слово (1010). Необходимо

- построить код Хэмминга;
 - допустить ошибку и показать декодирование кодом Хэмминга;
 - закодировать произвольным линейным кодом;
 - допустить ошибку и показать декодирование линейным кодом;
 - закодировать циклическим кодом с произвольным многочленом;
- допустить ошибку и показать декодирование.

Задание 4. Подобрать количество проверочных символов для кода длины 23, способного исправить 3 ошибки.

Задание 5. Построить конечный автомат, вычисляющий функцию в двоичной системе исчисления $2x + 3y$.

Задание 6. Построить конечный автомат над алфавитом $A = \{a, b, c, d\}$, который распознает слова в которых есть ровно две последовательности $abcd$

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Зачет по данной дисциплине проходит в три этапа.

Этап первый — работа на занятиях.

Этап второй — письменный зачет 6 задач — 3 астрономических часа

Задание 1. Пути и циклы в графах. Фундаментальное множество циклов, остовные деревья, гамильтоновы и эйлеровы пути и циклы. Деревья.

Дан граф. Найти ФМЦ, код прюфера и двоичный код остовного дерева. Найти количество остовных деревьев. Найти Гамильтонов и Эйлеров циклы с помощью обхода графа. Или доказать отсутствие таковых. Получить представление этих циклов в ФМЦ.

Задание 2. Дан граф. Найти количество способов раскрасить этот граф в хроматическое число цветов.

Задание 3. Дан граф. Найти наибольшую клику с помощью алгоритма Брона-Кербоша. Найти наибольшее независимое множество, найти все максимальные (если таковых больше пяти, указать пять). Найти наименьшее покрытие. Найти минимальные покрытия (если таковых больше 5, указать 5). Найти максимальные паросочетания (если таковых больше 5, указать 5). Найти наибольшее паросочетание. Дан двудольный граф. Найти наибольшее паросочетание с помощью алгоритма Куна и алгоритма Форда-Фалкерсона.

Задание 4. Построить конечный автомат, распознающий регулярное выражение.

Задание 5. Алфавит состоит из символов $\{a, b, c, d, e, f\}$. Закодировать слово $aabababcbdbababdbcbcbdbababab$ методом LZW. Показать процесс декодирования. Сравнить эффективность с эффективностью методов Шеннона-Фано и Хаффмана без предварительной вероятности символов.

Задание 6. Построить образующий многочлен кода БЧХ для $m=5, d=7, n=31$ для образующего многочлена $x^5 + x^4 + x^3 + x + 1$ и примитивного элемента поля Галуа x^9 . Показать процесс кодирования и декодирования.

Этап 3. Устный зачет

Ответ по билету — два теоретических вопроса и 1 практический (пояснение принципов решения указанной задачи) + проверка ведения лекционных и практических тетрадей.

Критерии оценивания к зачету:

Оценка “зачтено” - контрольные, теоретические и индивидуальные работы выполнены в срок в течении семестра в объеме не менее 80% по каждой изученной теме. Если студент выполнил в срок менее 80% но более 50% задач и студент на зачетной неделе

решает пять и более задач из письменного зачета на зачетной неделе. Студент решает менее 5 но более двух задач письменного зачета и сдает устный зачет, на нем студент демонстрирует правильные, уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при аргументации ответов на вопросы при защите индивидуальных заданий.

Оценка «не зачтено» - контрольные, теоретические и индивидуальные работы не выполнены либо предоставлены не в срок в объеме менее 60%, студент решает менее 3 задач письменного зачета, студент демонстрирует наличие грубых ошибок в ответе на устном зачете, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

– Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Список теоретических вопросов на зачет

Часть 1

Основные определения теории графов

1. Граф, виды графов, компоненты графа. Способы задания графа.
2. Маршруты, цепи, циклы. Связность
2. Операции над графами.
3. Изоморфизм и гомеоморфизм.

Характеристики графа

1. Степени вершин графа, лемма о рукопожатиях.
2. Геометрические характеристики графов, количество путей и транзитивное замыкание.
3. Геометрическое представление графа. Задачи о укладке графа.
4. Планарность графа.

Деревья

1. Понятие дерева. Виды деревьев. Количество вершин и ребер в дереве.
2. Способы представления деревьев.
3. Бинарные деревья решений.

Пути и циклы в графе графа 4 часа

1. Обход графа. Дерево путей.

2. Задачи о кратчайшем пути.
3. Алгоритм Дейкстры.
4. Фундаментальное множество циклов. Остовное дерево.
5. Количество остовов графа. Остов наименьшего веса
6. Эйлеров графы, пути и циклы.
7. Гамильтонов графы, пути и циклы..
8. Задача о коммивояжере.

Планарность и хроматика в графах (4 часа)

1. Хроматическое число графа
2. Критический граф.
3. Двудольный граф.
4. Хроматический многочлен. Свойства.
5. Хроматические многочлены некоторых графов.
6. Построение хроматического многочлена
7. Связь хроматических характеристик и планарности графа.
8. Формула Эйлера и ее применение

Независимость и покрытие 3 часа

1. Независимое множество и покрытие.
2. Ядро графа.
3. База графа.
4. Задачи о независимости и покрытии графа. Клика графа.
5. Алгоритм Брона — Кербоса.
6. Задача о реберном покрытии. Реберный граф.

Паросочетания 3 часа

1. Понятие паросочетания.
2. Лемма Берга.
3. Паросочетания в двудольном графе.
4. Алгоритм Куна.
5. Задача о назначениях.

Транспортные сети 4 часа

1. Понятие транспортной сети. Понятие потока и сечения.
2. Полный поток. Метод насыщения дуг.
3. Максимальный поток. Алгоритм Форда -Фалкерсона.
4. Нахождение максимального потока.
5. Топологическая сортировка.
6. Применение алгоритма Форда-Фалкерсона для решения задачи нахождения наибольшего паросочетания.

Часть 2

1. Определение конечного автомата. Способы задания конечного автомата.
2. Словарная функция. Построение автомата для заданной функции
3. Вычисление числовых функций автоматами. Замкнутость множеств вычислимых функций
4. Отличимость состояний автомата
5. Леммы о неотличимости состояний автомата.
6. Эквивалентные автоматы. Минимальный автомат.
7. Понятие композиции автоматов
8. Операция обратной связи
 13. Распознавание слов автоматами
 14. Замкнутость множества автоматных языков
 15. Регулярные выражения
 16. Распознавание регулярных выражений автоматами
 17. Количество информации. Энтропия вероятностной схемы.
 18. Общая схема канала связи. Основные понятия. Аксиомы теории информации.
 19. Классификация источников информации. Энтропия источника.
 20. Энтропия марковского источника
 21. Классификация каналов связи.

22. Информационная модель канала связи. Энтропия шума. Матрица источника.
23. Информационная модель канала связи. Энтропия потерь. Матрица приемника.
24. Информационная модель канала связи. Взаимная информация. Взаимная энтропия. Матрица канала.
25. Скорость передачи информации. Теорема Шеннона.
26. Согласование источников с каналами связи
27. Методы эффективного кодирования. Параметры эффективности.
28. Метод Шеннона-Фано.
29. Метод Хаффмана.
30. Метод LZW
31. Математическая модель помехоустойчивого кода.
32. (n,k,d)-коды
33. Теорема Шеннона. Классификация помехоустойчивых кодов.
34. Общие принципы линейных кодов. Матрица линейного кода.
35. Кодирование/декодирование линейного кода
36. Неприводимый многочлен. $x^{2^n-1} + 1$, его свойства
37. Свойства многочленов (циклический сдвиг, линейное пространство)
38. Общие принципы построения циклического кода.
39. Матрица циклического кода.
40. Декодирование циклического кода

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1 Основная литература:

1. Новиков, Федор Александрович. Дискретная математика : для бакалавров и магистров : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Системный анализ и управление" / Ф. А. Новиков. - 3-е изд. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2019. - 493 с. : ил. - (Стандарт третьего поколения) (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 479. - ISBN 978-5-4461-1341-5 : 1169 р. - Текст : непосредственный..
2. Шевелев, Ю. П. Дискретная математика : учебное пособие / Ю. П. Шевелев. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 592 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/206510> (дата обращения: 13.04.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-4284-3. - Текст : электронный.
3. Мальцев, И.А. Дискретная математика : учебное пособие для вузов / И.А. Мальцев. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 292 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/179040> (дата обращения: 18.03.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-8615-1. - Текст : электронный.
4. Хаггарти, Род. Дискретная математика для программистов : учебное пособие для студентов вузов / Р. Хаггарти ; пер. с англ. под ред. С. А. Кулешова с доп. А. А. Ковалева, В. А. Головешкина, М. В. Ульянова. - Изд. 2-е, испр. - Москва : Техносфера, 2014. - 399 с. - (Мир программирования). - Библиогр.: с. 395-396. - ISBN 9785948363035. - ISBN 0201730472 : 461.74. - Текст : непосредственный.

5.2 Дополнительная литература:

1. Зверева Е.Н., Лебедько Е.Г. Сборник примеров и задач по основам теории информации и кодирования сообщений. – СПб: НИУ ИТМО, 2014. – 76 с.
2. Зюсько А.Г. Теория передачи сигналов: Учебник для вузов/Зюсько А.Г., Кловский Д.Д., Назаров М.В., Финк Л.М. – М.: Связь, 1980. – 288 с., ил.
3. Теория информации.: Учебное пособие. / А.С. Кузьменко, И.И. Сныткин, В.В. Алашеев, Краснодар: ФВАС, 2015. — 113 с.

4. Берцун В.Н. Математическое моделирование на графах. Б 527 Часть 1: Учебное пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2006. – 88 с. ISBN 5-89503-312-1

5. Яблонский, Сергей Всеволодович. Введение в дискретную математику : учебное пособие для студентов вузов, обуч. по спец. "Прикладная математика" / С. В. Яблонский ; под ред. В. А. Садовниченко. - 4-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2003. - 384 с. : ил. - (Высшая математика). - Библиогр.: с. 370-372. - ISBN 5060046818 : 100.00. - Текст : непосредственный.

6. Костенко, Константин Иванович (КубГУ). Элементы дискретной математики : [учебное пособие] / К. И. Костенко ; КубГУ. - Краснодар : [б. и.], 1999. - 269 с. - Библиогр.: с. 266. - ISBN 5820900200 : 44.00. - Текст : непосредственный.

7. Ерзин, А. И. Задачи маршрутизации : учеб. пособие / А. И. Ерзин, Ю. А. Кочетов; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск : РИЦ НГУ, 2014. – 95 с. ISBN 978-5-4437-0275-9

8. Коган Н.Я., Коган Л.В. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ И ПЕРЕДАЧИ СООБЩЕНИЙ: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. – 40 с.

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных

1. Scopus <http://www.scopus.com/>
2. ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
3. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
5. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
6. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
7. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
8. База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
9. Springer Journals: <https://link.springer.com/>
10. Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals: <https://www.nature.com/>
12. Springer Nature Protocols and Methods: <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
14. Nano Database: <https://nano.nature.com/>
15. Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>
16. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
17. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;

2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
4. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
9. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
10. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
11. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
12. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
3. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
5. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий [http://mschool.kubsu.ru/](http://mschool.kubsu.ru;);
6. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
7. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, лабораторных работ, контрольных работ, выполнение индивидуальных заданий зачета и экзамена.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине с использованием указанных литературных источников и методических указаний автора курса. Стоит отметить, что в рамках самостоятельной работы происходит разработка согласно Agile методологии и выполнение спринтов к четко обозначенным срокам.

Виды и формы СР, сроки выполнения, формы контроля приведены выше в данном документе.

Для лучшего освоения дисциплины при защите ЛР студент должен ответить на несколько вопросов из лекционной части курса.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными

возможностями здоровья.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

7.1 Перечень информационных технологий

Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
Использование электронных презентаций при проведении лекций и практических занятий.

7.2 Перечень необходимого программного обеспечения

1. OS Windows, MS Office
2. Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»)

7.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	PowerPoint. ауд. 129, 131, А305.
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Аудитория, (кабинет) – компьютерный класс
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория...	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: компьютер	Лаборатория, укомплектованная специализированными техническими средствами обучения – компьютерный класс, с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (лаб. 102-106.).

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
---	---	---

<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)</p>	<p>Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. OS Windows, MS Office 2. Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»)
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. _____)</p>	<p>Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. OS Windows, MS Office 2. Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»)