

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»

КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ»

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

«Дискретная математика»

Направление (профиль) подготовки
38.03.05 «Бизнес-информатика»

Направленность (профиль) подготовки
«Бизнес-информатика»

Уровень подготовки
Бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная, очно-заочная

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной профессиональной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций, обучающихся целям и требованиям основной профессиональной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности общепрофессиональных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимися в соответствии с этими требованиями.

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1.1, УК-1.2.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами (в соответствии с видами проводимых занятий):

- 1) формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов);
- 2) приобретение и развитие практических умений предусмотренных компетенциями (практические занятия, самостоятельная работа студентов);
- 3) закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе решения конкретных задач на практических занятиях, а так же в процессе сдачи экзамена.

2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- 1) пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- 2) продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенций по завершении освоения дисциплины;
- 3) эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенций и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков – на пороговом уровне. При освоении менее 40% приведенных знаний, умений и навыков компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлено различными видами оценочных средств.

Оценке сформированности в рамках данной дисциплины подлежат компетенция:

- ОПК-1 - способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

Преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по практическим занятиям. Кроме того, преподавателем учитываются ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле:

- контрольные опросы;
- задания по практическим занятиям.

Принимается во внимание **знание** обучающимися (УК-1.1, УК-1.2):

- основных терминов, понятий и методов дискретной математики как языка и средства построения моделей в прикладных исследованиях;
- основных законов алгебры множеств ;
- основных понятий теории отношений ;
- основных понятий теории графов;
- классификации графов ;
- основных правил и формул комбинаторики ;
- основных комбинаторных тождеств и схем .

наличие **умений**:

- использовать язык и методы дискретной математики для представления знаний о предметных областях ;
- оперировать с графами ;
- находить кратчайшие пути на графах ;
- проводить правильные комбинаторные рассуждения ;
- решать типовые задачи по основным разделам курса, используя методы дискретной математики (ОПК-1);
- применять средства дискретной математики при решении прикладных ;

владение **трудовыми функциями**:

- владение терминологией и практическим использованием математического аппарата теории множеств, комбинаторики, теории графов при решении конкретных задач при проектировании и анализе эффективности информационных систем ;
- способность интерпретировать абстрактные научные алгебраические и геометрические результаты в целях решения задач прикладного характера ;
- способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя учебную и профессиональную литературу .

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения практических занятий:

- 41%-60% правильных ответов соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования;
- 61%-80% правильных ответов соответствует продвинутому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования;
- 81%-100% правильных ответов соответствует эталонному уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования.

Сформированность уровня компетенций не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в ФГБОУ ВО «РГРТУ» четырехбалльной системе: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично».

Критерии оценивания промежуточной аттестации:

– **оценки «отлично»** заслуживает студент, продемонстрировавший всестороннее, систематическое и глубокое понимание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные

вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание;

– **оценки «хорошо»** заслуживает студент, продемонстрировавший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполнивший предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практическое задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки;

– **оценки «удовлетворительно»** заслуживает студент, продемонстрировавший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустивший погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания того же раздела дисциплины;

– **оценки «неудовлетворительно»** заслуживает студент, продемонстрировавший серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустивший принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответивший на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнивший практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закрепленных за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Типовые задания в рамках самостоятельной работы студентов для укрепления теоретических знаний, развития умений и навыков, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной:

1. Основные определения и обозначения теории множеств.
2. Способы задания множеств
3. Операции над множествами: объединение, пересечение, разность, дополнение, симметрическая разность.
4. Свойства операций над множествами
5. Разбиение множества.
6. Понятие мультимножества.
7. Упорядоченные множества
8. Декартово (прямое) произведение множеств
9. Отношения.
10. Способы задания отношений
11. Возможные свойства отношений.
12. Отношения эквивалентности и порядка
13. Экстремальные элементы упорядоченного множества

14. Реляционная модель базы данных кК совокупность отношений
15. Операции в реляционной алгебре: объединение, пересечение, вычитание, расширенное декартово произведение, проекция, селекция, соединение, естественное соединение
16. Аксиомы комбинаторики.
17. Упорядоченной выборкой с возвратом
18. Упорядоченные выборки без возврата: размещения.
19. Перестановки
20. Неупорядоченная выборка без возврата. Сочетания, их свойства.
21. Формула бинома Ньютона, Треугольник Паскаля.
22. Определение числа всех подмножеств n -элементного множества
23. Неупорядоченная выборка с возвратом. Сочетания с повторениями
24. Разбиения. Число перестановок с повторениями
25. Эквивалентные комбинаторные схемы
26. Принцип включения исключения
27. Использование принципа включения исключения для подсчёта числа элементов обладающих заданными свойствами
28. Использование принципа включения исключения для нахождения числа элементов, обладающих только k свойствами (безразлично какими)
29. Производящие функции и их применение
30. Основные определения теории графов
31. Степени вершин графа
32. Способы задания графов: графический, аналитические, матричные
33. Изоморфизм графов
34. Отношения на множестве графов
35. Суграфы и подграфы
36. Операции на графах: дополнение по отображению, объединение, пересечение, декартово произведение
37. Маршруты, цепи, циклы.
38. Связность графов.
39. Разбиение графа на связные подграфы
40. Деревья.
41. Эйлеровы графы
42. Гамильтоновы графы
43. Задача о кратчайшем пути.
44. Нахождение кратчайшего пути в графах с ребрами единичной длины
45. Нахождение кратчайшего пути в графах с ребрами произвольной длины
46. Нахождение графа минимальной длины

Список **типовых контрольных вопросов** для оценки уровня сформированности знаний, умений и навыков, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной:

1. Дать понятие множества и привести способы его задания.
2. Для заданных множеств выполнить операции: объединения, пересечения, разности, дополнения, симметрической разности.

3. Какими свойствами обладают операции над множествами: объединение, пересечение, разность, дополнение, симметрическая разность?
4. Привести примеры мультимножеств и упорядоченные множеств.
5. Для заданных множеств выполнить операции декартового произведения.
6. Для заданных отношений привести способы его задания.
7. Дать определения возможных свойства отношений.
8. Для заданных отношений определить его свойства
9. Дать определения отношений эквивалентности и порядка, привести примеры таких отношений.
10. Для заданных упорядоченных множеств отношений определить их экстремальные элементы.
11. Реляционная модель базы данных
12. Для заданных отношений выполнить над ними операции реляционной алгебры: объединение, пересечение, вычитание, расширенное декартово произведение, проекция, селекция, соединение, естественное соединение.
13. Дайте определения и примеры применения типовых комбинаторных схем на основе выборов с возвратом и без: размещения, перестановки, сочетания, разбиения.
14. Приведите свойства сочетаний и проиллюстрируйте их на треугольнике Паскаля.
15. Приведите примеры эквивалентных комбинаторных схем на основе выборки и размещения элементов по ячейкам.
16. Каким образом принцип включения исключения используется для подсчёта числа элементов множества обладающих заданными свойствами.
17. Приведите примеры применения производящих функций.
18. Дать определения графа.
19. Подсчитать степени вершин заданного графа.
20. Представить заданный граф во всех способах задания.
21. Для заданных графов определить наличие или отсутствие их изоморфизма.
22. Дать определение отношения на множестве графов.
23. Для заданных графов выделить суграфы и подграфы.
24. Для заданных графов выполнить операции на них: дополнение по отображению, объединение, пересечение, декартово произведение.
25. Дать определение маршрута, цепи, цикла на графе.
26. Для заданных графов провести разбиение их на связные подграфы.
27. Для заданных графов выделить деревья.
28. Для заданных графов определить являются ли они Эйлеровыми и Гамильтоновыми.
29. Для заданных графов с ребрами единичной длины найти кратчайшего пути между заданными вершинами.
30. Для заданных графов с ребрами произвольной длины найти кратчайшего пути между заданными вершинами.
31. Для заданных графов найти графы минимальной длины.
32. Привести примеры прикладных задач, для решения которых используются алгоритмы нахождения кратчайших путей на графе и алгоритм поиска графа минимальной длины.

Задачи по приобретению и развитию практических умений предусмотренных компетенциями, знаний, закрепленными за дисциплиной (примеры заданий к практическим занятиям):

Задание 1. Теория множеств

- Пусть $E = \{1, 2, 3, 4\}$, $A = \{1, 3, 4\}$, $B = \{2, 3\}$, $C = \{1, 4\}$.
Найти: а) $\bar{A} \cup \bar{B}$; б) $\overline{A \cap B}$; в) $A \cap \bar{B}$; г) $(B \setminus A) \cup C$.
- Даны отрезки $A=[-m; n]$, $B=[-n; m]$, $C=(m; m+n]$. Найдите следующие множества и изобразите на числовой прямой задания а) – д) и в координатной плоскости задания ж) – з):
а) $A \setminus B$; б) $(A \cap B) \cup C$; в) $(C \cup B) \setminus (C \cap B)$; г) $A \cap (B \cup \bar{C})$; д) $A \cap B \setminus C$;
ж) $A \times B$ и $B \times A$; з) A^2
- Даны множество A – целых чисел, кратных 3 и множество B – четных чисел на множестве целых чисел $U=\{n-m; \dots; m+n\}$. Найдите следующие множества и изобразите кругами Эйлера задания а) – е) и в координатной плоскости задания ж) – з):
а) $A \cap B$; б) $\bar{A} \cup \bar{B}$; в) $\overline{B \cap A}$; г) $\bar{A} \cup B$; д) $\bar{B} \cap A$; е) $\overline{B \cap A}$; ж) $A \times B$, $B \times A$; з) B^2
- Сколько подмножеств есть у множеств $\{1\}$ и $\{1, 2, 3, 4\}$?
- Продолжить фразу: «множество A не является подмножеством множества B , если существует такое x , что . . . ».
- Докажите, что
 - $A \cap B = \emptyset \leftrightarrow B \subset \bar{A}$.
 - $A \subseteq B \leftrightarrow A \cup B = B$.
 - $A \subseteq B \leftrightarrow A \cap B = A$.
 - $A = B \leftrightarrow A \oplus B = \emptyset$.
 - $A \cup B = (A \oplus B) \oplus (A \cap B)$.
 - $A \setminus B = A \oplus (A \cap B)$.
 - $A \cup B \subset C \leftrightarrow A \subseteq C$ и $B \subseteq C$.
 - $(A \cup B) \times (C \cup D) = (A \times C) \cup (B \times C) \cup (A \times D) \cup (B \times D)$.
- Доказать справедливость соотношения

$$(A \setminus C) \setminus (B \setminus A) \subseteq (A \setminus C) \subseteq (A \setminus B) \cup (B \setminus C)$$
 для любых множеств A, B, C .
- Универсальное множество $\Omega = [0; 10]$. На нём определены множества A и B – числовые промежутки, причём $A = (0, 5; 7]$; $B = [3; 8, 7)$. Найти:
1) $A \cup B$, 2) $A \cap B$, 3) $A \setminus B$, 4) $B \setminus A$, 5) $A \oplus B$, 6) $\bar{A}$, 7) $\bar{B}$.
- Построить бинарное отношение:
 - рефлексивное, симметричное, не транзитивное;
 - рефлексивное, антисимметричное, не транзитивное;
 - рефлексивное, не симметричное, транзитивное;
 - не рефлексивное, антисимметричное, транзитивное;
 - не рефлексивное, симметричное, транзитивное.
- Какими свойствами обладает отношение x сестра y .
- Какими свойствами обладает отношение x любит y .

Задание 2. Реляционная алгебра

1. Найти $R_1(P) \cup R_2(P)$, $R_1(P) \cap R_2(P)$ и $R_1(P) \setminus R_2(P)$ двух отношений (таблиц)

$$R_1(P)$$

U_1	U_2	U_3
a	b	c
b	c	e

$$R_2(P)$$

U_1	U_2	U_3
a	b	d
c	d	e

2. Пусть $R_1(P_1) = \text{СОТРУДНИКИ}$

Фамилия	Должность	Зарплата	Лаборатория	Раб. телефон
Иванов	Инженер	25	211	11-12
Петров	Лаборант	15	211	11-12
Сидоров	Инженер	27	211	11-12
Кузнецов	Техник	15	212	12-12

и $R_2(P_2) = \text{СМЕННОСТЬ}$

День месяца	Смена
Нечет	1
Четн	2

Найти $R_1(P_1) \times R_2(P_2) = \text{ГРАФИК}$

3. Найти проекции $\text{ГРАФИК}(\text{Должность, Зарплата})$ и $\text{ГРАФИК}(\text{Должность})$.
4. Для отношений ГРАФИК и СОТРУДНИКИ найти $R_1 = \sigma_{\text{Зарплата}=27}(\text{ГРАФИК})$ и $R_2 = \sigma_{\text{Зарплата}<27 \ \& \ \neg \text{Лаборатория}=211}(\text{СОТРУДНИКИ})$.

5. Найти соединение $R_1(P_1) \bowtie U_3 = U_4 < R_2(P_2)$ и $R_1(P_1) \bowtie U_3 < U_4 < R_2(P_2)$ для

$$R_1(P)$$

U_1	U_2	U_3
A	2	1
B	1	2
C	2	5
C	5	3

$$R_2(P)$$

U_4	U_5
2	f
3	g
4	f

6. Найти естественное соединение двух отношений $R_1(P_1)$ и $R_2(P_2)$

$$R_1(P_1)$$

U_1	U_2	U_3
a	b	c
a	b	f
c	b	f

$$R_2(P_2)$$

U_2	U_3	U_4
a	b	c
b	c	d
b	f	e

7. Дана структура базы данных «Накладные поставки товаров», состоящая из отношений R_1 , R_2 , R_3 , R_4 .

R1 = «Заголовки накладных»

ID накладной	Дата накладной	Время	ID клиента	Другие хар-ки накладной ...

R2 = «Строки накладных»

ID накладной	ID товара	Кол-во	[Цена] – необязательный параметр, можно оставить для удобства

R3 = «Клиенты»

ID клиента	Наименование клиента	Адрес	Статус	Другие хар-ки клиента (реквизиты) ...

R4 = «Товары»

ID товара	Наименование товара	Дата введения цены	Цена	Другие хар-ки товара

На языке операций реляционной алгебры были решены следующие задачи:

- Сформировать накладные оформленные 12.10.2019.
- Сформировать накладные для клиента с наименованием «ООО «РИФ» за весь 2018 г.
- Сформировать список клиентов, которые брали конкретный товар в количестве более 100.
- Сформировать список клиентов, которые хотя бы один раз брали товар по цене ≥ 1000
- Список клиентов, бравших товар с даты Д1 по дату Д2 и статус которых не менее 10.
- Для клиентов со статусом < 5 сформировать список полученных товаров.
- Хронология цен на товар с ID товара = 211 за 2019 год.

Задание 3. Комбинаторика

- Государственный регистрационный номер автомобиля в Белоруссии состоит из четырёхзначного числа, двух букв из набора: А, В, С, Е, Н, I, К, М, О, Р, Т и номера области. Сколько различных номеров можно выдать в Брестской области?
- В аудитории, где проходить экзамен, имеется 12 столов. Экзамен сдаёт 8 студентов. Сколькими способами можно рассадить студентов, при условии, что один стол выделен экзаменатору, а за каждым из остальных может сидеть не более одного студента?
- На экзамен первыми заходят 8 студентов. Сколько имеется вариантов очередности получения ими экзаменационных билетов?
- Сколько различных слов можно получить из слова «КУКУРУЗА», переставляя в нём буквы? Словом при этом считается любая последовательность букв.
- В сколько различных вариантов в игре «Спортлото 5 из 36» угадать ровно 3 указанных номера из 5-ти?
- В сколько различных вариантов в игре «Спортлото 5 из 36» угадать все 5 указанных номера?
- В книжном магазине 6 разделов. Покупатель из-за финансовых ограничений может купить только три книги. Сколько вариантов сочетания использованных разделов может быть при покупке трёх книг, если не запрещается брать несколько книг из одного раздела?

8. Коллектив из 13 человек пришёл в ресторан для празднования юбилея одного из сотрудников. На этот момент в ресторане в непосредственной близости друг от друга оказалось 4 стола. Один 6-ти местный, второй – 3-х местный и третий и четвёртый – 2-х местные. Сколькими способами можно рассадить коллектив за этими столами, если юбиляр сел во главе 6-ти местного стола?

9. Из 100 студентов английский язык знают 45 человек, немецкий – 35, французский – 20, английский и немецкий – 8, английский и французский – 3, немецкий и французский – 4, все три языка – 3 человека. Используя формулу включения-исключения, определить сколько человек не знают ни одного языка?

10. На одном из Интернет-сайтов был проведен опрос: «Какую операционную систему (ОС) Вы используете? Пользователям было предложено выбрать один или несколько вариантов ответа из следующих:

- а) Windows 10
- б) Windows 8.2;
- в) Linux

Ниже приведены результаты опроса:

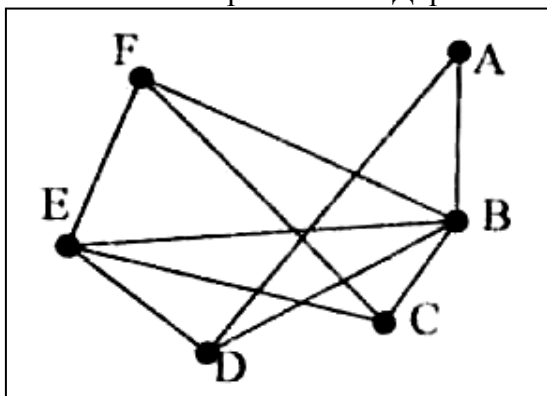
- 50% - только Windows 10;
- 25% - только Windows 8.2;
- 15% - только Linux;
- 1% - только Linux и Windows 8.2;
- 7% - только Windows 10 и Windows 8.2;
- 1% - только Linux и Windows 10.

Определить:

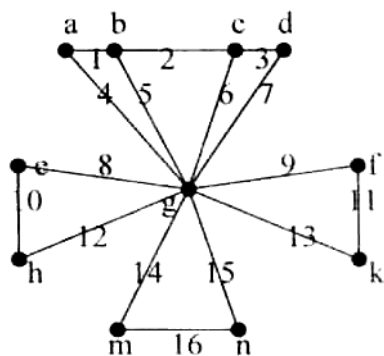
- сколько % опрошенных используют все 3 ОС?
- сколько % опрошенных используют либо Linux, либо Windows 8.2; либо их вместе?
- сколько % опрошенных используют либо Windows 10, либо Windows 8.2, либо их вместе?
- сколько % опрошенных используют либо Linux, либо Windows 10, либо их вместе?
- сколько % опрошенных используют ровно две ОС, безразлично какие?

Задание 4. Теория графов

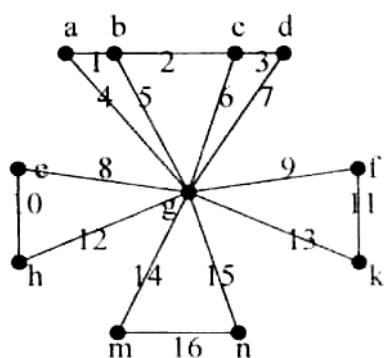
1. Постройте граф отношения " $x+y \leq 7$ " на множестве $M = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$. Определите его свойства. Построить матрицу смежности (вершин). Построить матрицу инцидентий (ребер). Построить остовное дерево графа.
2. Для данного графа нарисовать изоморфный граф таким образом, чтобы ребра между собой не пересекались. Дорисовать данный граф до полного графа.



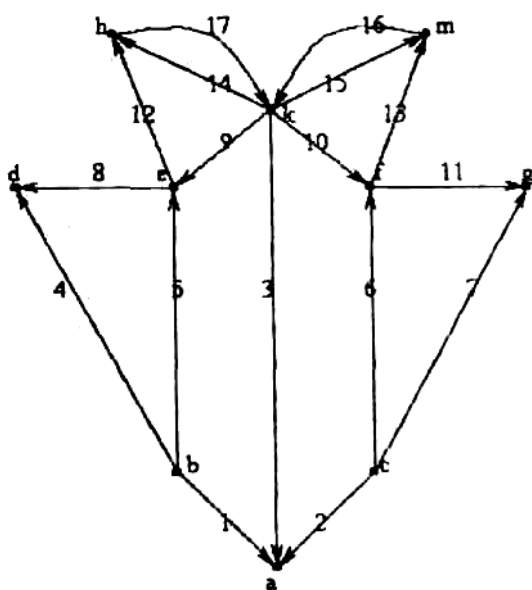
3. Задать граф аналитическими способами, найти степени вершин и сумму всех степеней.



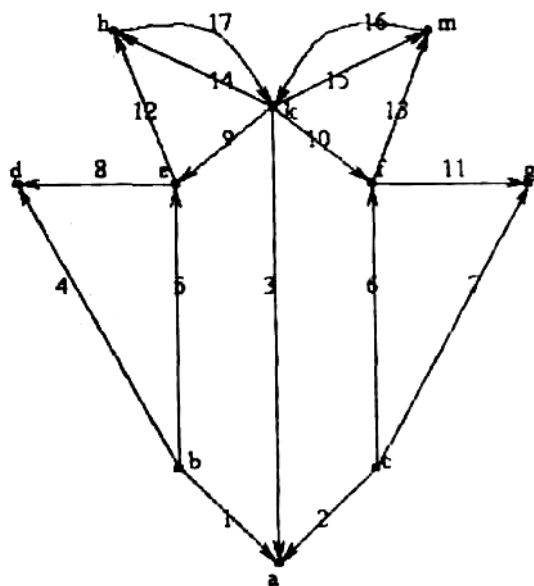
4. Задать граф матричными способами, найти степени вершин и сумму всех степеней.



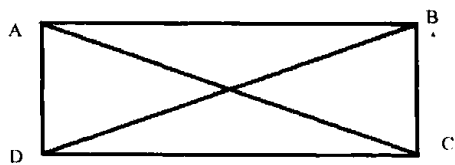
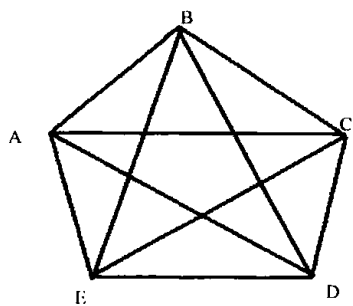
5. Записать для данного графа матрицы смежности и инцидентности



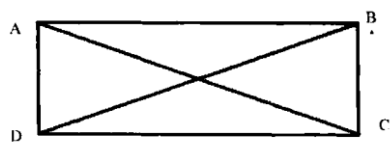
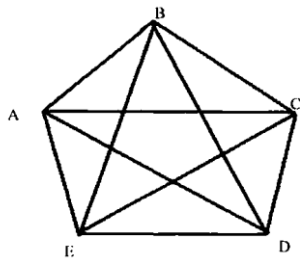
6. Задать граф аналитическими способами, найти степени вершин и сумму всех степеней.



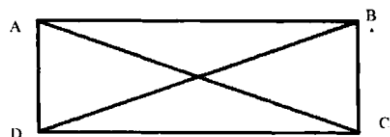
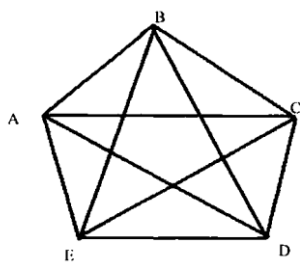
7. Есть в данных графах Эйлеров цикл.



8. Есть в данных графах Гамильтонов цикл.



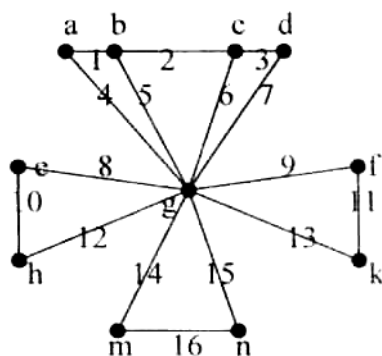
9. Постройте возможные деревья данных графов.



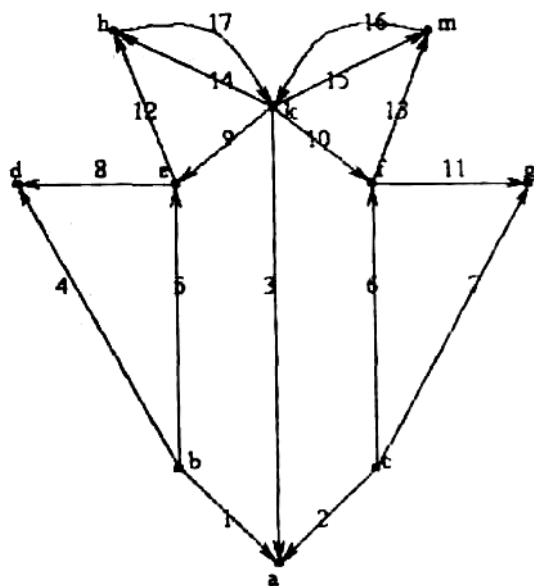
10. Построить граф по матрице смежности. Определить степени вершин. Является ли этот граф неографом?

	a	b	c	d	e	f
a	0	1	0	0	0	1
b	0	0	1	1	0	0
c	0	0	1	1	0	1
d	0	1	0	0	1	0
e	0	0	0	0	0	1
f	1	1	0	1	0	1

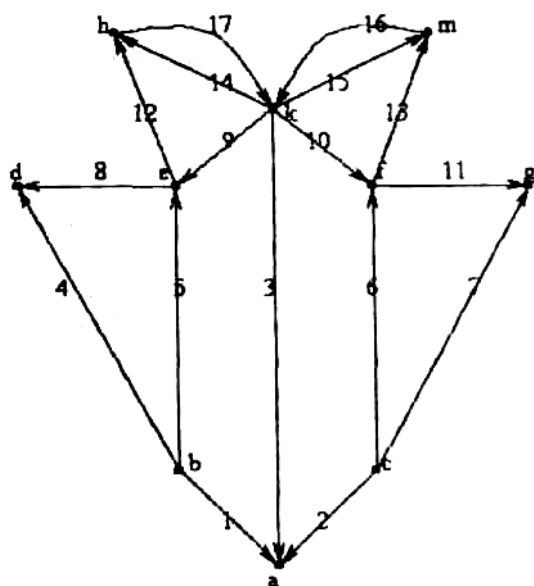
11. Определить путь минимальной длины из вершины b в вершину h.



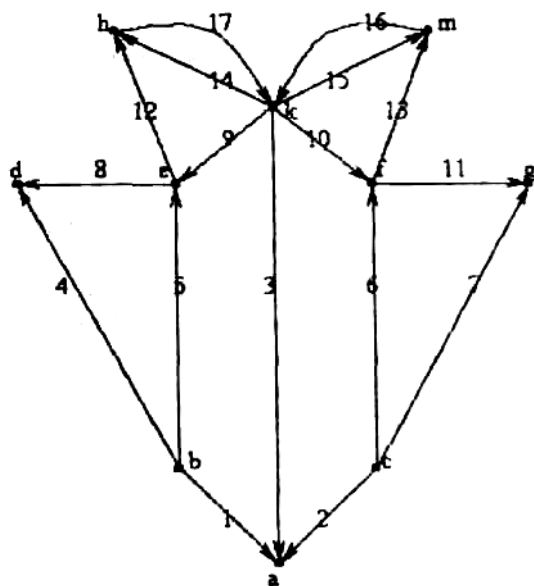
12. Определить путь минимальной длины из вершины h в вершину a.



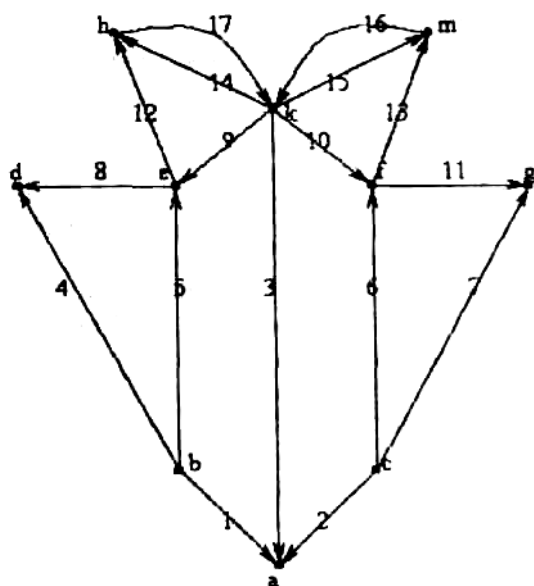
13. Определить путь минимальной длины из вершины h в вершину a , считая что это неограф.



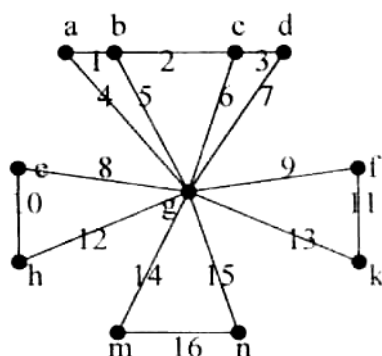
14. Определить путь минимальной длины из вершины h в вершину a , считая, что это граф с рёбрами единичной длины.



15. Определить путь минимальной длины из вершины h в вершину a , считая, что это неограф с рёбрами единичной длины.



16. Найдите граф минимальной длины.



Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и навыков, предусмотренных компетенциями (**вопросы к экзамену**):

1. Основные определения и обозначения теории множеств. Способы задания множеств

2. Операции над множествами: объединение, пересечение, разность, дополнение, симметрическая разность. Их свойства
3. Разбиение множества. Понятие мультимножества. Упорядоченные множества
4. Декартово (прямое) произведение множеств
5. Отношения. Способы задания
6. Возможные свойства отношений. Отношения эквивалентности и порядка
7. Экстремальные элементы упорядоченного множества
8. Реляционная модель базы данных
9. Операции в реляционной алгебре. Часть 1: объединение, пересечение, вычитание, расширенное декартово произведение
10. Операции в реляционной алгебре. Часть 2: проекция, селекция, соединение, естественное соединение
11. Аксиомы комбинаторики. Упорядоченной выборкой с возвратом
12. Упорядоченные выборки без возврата: размещения, перестановки
13. Неупорядоченная выборка без возврата. Сочетания, их свойства. Формула бинома Ньютона, Треугольник Паскаля. Определение числа всех подмножеств n -элементного множества
14. Неупорядоченная выборка с возвратом. Сочетания с повторениями
15. Разбиения. Число перестановок с повторениями
16. Эквивалентные комбинаторные схемы
17. Принцип включения исключения
18. Использование принципа включения исключения для подсчёта числа элементов обладающих заданными свойствами
19. Использование принципа включения исключения для нахождения числа элементов, обладающих только k свойствами (безразлично какими)
20. Производящие функции и их применение
21. Основные определения теории графов
22. Степени вершин графа
23. Способы задания графов: графический и аналитические
24. Способы задания графов: графический и матричные
25. Изоморфизм графов
26. Отношения на множестве графов
27. Суграфы и подграфы
28. Операции на графах: дополнение по отображению, объединение, пересечение
29. Операции на графах: декартово произведение
30. Маршруты, цепи, циклы. Связность графов. Разбиение графа на связные подграфы
31. Деревья, Эйлеровы и Гамильтоновы графы
32. Задача о кратчайшем пути. Нахождение кратчайшего пути в графах с ребрами единичной длины
33. Нахождение кратчайшего пути в графах с ребрами произвольной длины
34. Нахождение графа минимальной длины