

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 01.03.02 Прикладная математика и информатика**

**Наименование образовательной программы: Математическое и программное обеспечение  
вычислительных машин и компьютерных сетей**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Теория графов и комбинаторика**

**Москва  
2021**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Алексиадис Н.Ф.
	Идентификатор	Rbbf7859b-AlexiadisNF-00e41c26

(подпись)

Н.Ф.

Алексиадис

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Маран М.М.
	Идентификатор	R7be141f2-MaranMM-804b01e2

(подпись)

М.М. Маран

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Варшавский П.Р.
	Идентификатор	R9a563c96-VarshavskyPR-efb4bbd

(подпись)

П.Р.

Варшавский

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен проектировать и реализовать базы данных, разработать интерфейсы пользователя к базам данных

ИД-1 Выбирает современные инструментальные средства проектирования структуры базы данных

ИД-2 Формирует логическую и физическую модели данных

2. ПК-4 Способен разрабатывать компоненты системного программного обеспечения

ИД-4 Демонстрирует умение разрабатывать алгоритмы трансляции, выполнять их реализацию и проверку

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 "Основные правила (принципы) комбинаторики" (Контрольная работа)

2. КМ-2 "Основные формулы комбинаторики" (Контрольная работа)

3. КМ-3 "Основные свойства графов" (Контрольная работа)

4. КМ-4 "Алгоритмы на графах" (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Комбинаторика					
Основные правила и формулы комбинаторики		+			
Бином Ньютона			+		
Теория графов					
Основные понятия теории графов				+	+
Алгоритмы на графах				+	+
	Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Выбирает современные инструментальные средства проектирования структуры базы данных	Знать: базовые понятия комбинаторики Уметь: эффективно и результативно пользоваться банками задач по программированию	КМ-1 "Основные правила (принципы) комбинаторики" (Контрольная работа)
ПК-2	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Формирует логическую и физическую модели данных	Знать: комбинаторные методы Уметь: применять комбинаторные методы в решении практических задач, в построении математических моделей	КМ-2 "Основные формулы комбинаторики" (Контрольная работа)
ПК-4	ИД-4 <sub>ПК-4</sub> Демонстрирует умение разрабатывать алгоритмы трансляции, выполнять их реализацию и проверку	Знать: алгоритмы на графах базовые понятия теории графов Уметь: применять алгоритмы на графах в решении практических задач, в	КМ-3 "Основные свойства графов" (Контрольная работа) КМ-4 "Алгоритмы на графах" (Контрольная работа)

		построении математических моделей	
--	--	--------------------------------------	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. КМ-1 "Основные правила (принципы) комбинаторики"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится на практическом занятии, продолжительность выполнения работы 90 минут. Студентам выдаётся несколько вариантов заданий

#### Краткое содержание задания:

В работе проверяется знание основных принципов комбинаторики и умение применять эти принципы для решения прикладных задач

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: базовые понятия комбинаторики	1.Правило суммы 2.Правило произведения 3.Правило равенства 4.Принцип Дирихле 5.Принцип двойного подсчета 6.Формула включений-исключений
Уметь: эффективно и результативно пользоваться банками задач по программированию	1.Сколько существует 25-значных чисел, сумма цифр которых равна трём? 2.Четыре мальчика и четыре девочки садятся на 8 расположенных подряд стульях, причем мальчики садятся на места с четными номерами, а девочки - на места с нечетными номерами. Сколькими способами это можно сделать? 3.Пусть есть колода карт (36 листов). Объект $X$ – карта червовой масти – может быть выбран 9 разными способами. Объект $Y$ – туз – может быть выбран 4 разными способами. Сколькими способами может быть выбран объект « $X$ или $Y$ » – «червовая карта или туз»? 4.В группе 17 человек знают английский язык, 14 человек знают китайский язык, 20 человек знают арабский язык и 19 человек знают польский язык. При этом 34 человека в группе знают ровно один язык из перечисленных, а остальные — ровно два языка из перечисленных. Сколько человек в группе? 5.Доказать, что при любом выборе пяти точек внутри единичного квадрата найдётся пара точек, удалённых одна от другой не более чем $\sqrt{2}/2$ .

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

## **КМ-2. КМ-2 "Основные формулы комбинаторики"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится на практическом занятии, продолжительность выполнения работы 90 минут. Студентам выдаётся несколько вариантов заданий

### **Краткое содержание задания:**

В работе проверяется знание основных формул комбинаторики и умение применять эти формулы для решения прикладных задач

### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: комбинаторные методы	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Число перестановок</li><li>2. Число перестановок данной спецификации</li><li>3. Число сочетаний без повторений</li><li>4. Число сочетаний с повторениями</li><li>5. Число размещений без повторений</li><li>6. Число размещений с повторениями</li><li>7. Бином Ньютона</li><li>8. Треугольник Паскаля. Биномиальные коэффициенты</li></ol>
Уметь: применять комбинаторные методы в решении практических задач, в построении математических моделей	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Сколько различных буквосочетаний можно получить перестановкой карточек со следующими буквами: К, О, М, Б, И, Н, А, Т, О, Р, И, К, А?</li><li>2. Сколькими различными способами можно представить число 1 000 000 в виде произведения трех сомножителей? Представления, отличающиеся порядком сомножителей, считаются одинаковыми.</li><li>3. Найти наибольший биномиальный коэффициент разложения <math>(n+1/n)^n</math>, если произведение четвертого слагаемого от начала и четвертого слагаемого от конца равно 14400.</li><li>4. В выражении <math>(x-1)(x-2)(x-3)\dots(x-100)</math> раскрыты скобки и приведены подобные. Найти коэффициент при <math>x</math>.</li><li>5. Вычислить сумму <math>1 \cdot 1! + 2 \cdot 2! + 3 \cdot 3! + \dots + n \cdot n!</math></li></ol>

### **Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

### КМ-3. КМ-3 "Основные свойства графов"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится на практическом занятии, продолжительность выполнения работы 90 минут. Студентам выдается несколько вариантов заданий

**Краткое содержание задания:**

В работе проверяется знание базовых понятий теории графов и умение применять их в решении практических задач, в построении математических моделей

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: базовые понятия теории графов	1.Графы. Основные определения, терминология 2.Способы задания графов 3.Классификация графов. Изоморфизм графов 4.Деревья 5.Обходы графов. Эйлеровы графы. Гамильтоновы графы 6.Плоские графы. Графы. Критерии планарности (теорема Понтрягина-Куратоского)
Уметь: применять алгоритмы на графах в решении практических задач, в построении математических моделей	1.В графе все вершины имеют степень 3. Докажите, что в нём есть цикл. 2.Докажите, что среди любых шести человек есть либо трое попарно знакомых, либо трое попарно незнакомых. 3.Несколько Совершенно Секретных Объектов соединены подземной железной дорогой таким образом, что каждый Объект напрямую соединён не более чем с тремя другими и от каждого Объекта можно добраться под землей до любого другого, сделав не более одной пересадки. Каково максимальное число Совершенно Секретных Объектов? 4.Можно ли нарисовать на плоскости 9 отрезков так, чтобы каждый пересекался ровно с тремя другими? 5.Существует ли граф с $2n$ вершинами, степени которых равны $1, 1, 2, 2, \dots, n, n$ ?

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

**КМ-4. КМ-4 "Алгоритмы на графах"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится на практическом занятии, продолжительность выполнения работы 90 минут. Студентам выдаётся несколько вариантов заданий

**Краткое содержание задания:**

В работе проверяется знание алгоритмов на графах. и умение эффективно и результативно пользоваться банками задач по программированию

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: алгоритмы на графах	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Ввод, вывод и представление графа в памяти компьютера: матрица смежности, матрица инцидентности, массив ребер, FO и FI представления, MFO и MFI представления, Сокращенные FO- и MFO-представления (BFO и BMFO), списки смежности (списки инцидентности).</li> <li>2.Кратчайший путь (алгоритма Дейстры)</li> <li>3.Двудольные графы и паросочетания</li> <li>4.Алгоритм «Поиск в глубину»</li> <li>5.Алгоритм «Поиск в ширину»</li> </ol>
Знать: базовые понятия теории графов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Раскраска графов</li> </ol>
Уметь: применять алгоритмы на графах в решении практических задач, в построении математических моделей	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Все натуральные числа, больше единицы, раскрасили в два цвета – синий и красный, так, что сумма каждых двух синих (в том числе одинаковых) – синяя, а произведение каждых двух красных (в том числе одинаковых) – красное. Известно, что при раскрашивании были использованы оба цвета и что число 1024 покрасили в синий цвет. Какого цвета при этом могло оказаться число 2021?</li> <li>2.Все стороны и диагонали правильного 12-угольника раскрашиваются в 12 цветов (каждый отрезок – одним цветом). Существует ли такая</li> </ol>

	<p>раскраска, что для любых трёх цветов найдутся три вершины, попарно соединенные между собой отрезками этих цветов?</p> <p>3. На острове все страны треугольной формы (границы прямые). Если две страны граничат, то по целой стороне. Докажите, что страны можно раскрасить в 3 цвета так, что соседние по стороне страны будут покрашены в разные цвета.</p> <p>4. Написать программу, которая находит кратчайший путь между двумя заданными вершинами данного графа.</p> <p>5. Написать программу поиска в глубину графа, заданного матрицей смежности.</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 3 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

Вопрос 1. Бином Ньютона. Биномиальные коэффициенты.

Вопрос 2. Обходы графов. Эйлеровы графы. Гамильтоновы графы.

Задача 3. В классе 30 человек. Может ли быть так, что 9 человек имеют по 3 друга, 11 — по 4 друга, а 10 — по 5 друзей?

### Процедура проведения

Экзамен проводится в письменно-устной форме. На подготовку ответа дается 60 минут. Кроме ответа на вопросы билета, студент должен ответить на дополнительные вопросы.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1пк-2 Выбирает современные инструментальные средства проектирования структуры базы данных

### Вопросы, задания

1.1. Основные правила (принципы) комбинаторики ( правило суммы, правило произведения, правило равенства, принцип Дирихле, принцип двойного подсчета. Формула включений-исключений)

2.2. Основные величины комбинаторики (число перестановок, сочетаний, размещений (без повторов или с повторениями))

3.3. Основные формулы (тождества) комбинаторики

4.4. Основные константы комбинаторики (числа Фибоначчи, числа Бернулли, числа Стирлинга I рода, числа Стирлинга II рода, числа Белла, числа Каталана)

5.19. Найдите количество четырёхзначных чисел, у которых третья цифра меньше четвёртой на 2.

6.20. Сколькими способами можно выложить в ряд три красных, четыре синих и пять зелёных шаров так, чтобы никакие два синих шара не лежали рядом?

7.21. Сколько можно образовать семизначных чисел из цифр 1, 2, 3, ..., 8 с тем, чтобы цифра 2 входила в каждое число не меньше, чем три раза?

8.22. Сколькими различными способами можно посадить за круглый стол  $n$  человек, если два способа считаются одинаковыми, когда каждый человек имеет тех же соседей (левый и правый соседи не различаются)?

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Сколькими способами могут разместиться 8 человек в салоне автобуса на восьми свободных местах?

Ответы:

1. 8

2. 24

3. 1600

4. 40320

Верный ответ: Верный ответ: 4. 40320

2. Сколькими способами из 9 учебных дисциплин можно составить расписание учебного дня из 6 различных уроков?

Ответы:

1. 1. 258
2. 2. 1000
3. 3. 60480
4. 4. 78356

Верный ответ: Верный ответ: 3. 60480

3. Сколько существует трехзначных чисел, все цифры которых нечетные и различные

Ответы:

1. 10
2. 30
3. 60
4. 120

Верный ответ: Верный ответ: 3. 60

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-2 Формирует логическую и физическую модели данных

### Вопросы, задания

- 1.5. Бином Ньютона (формула бинома, треугольник Паскаля, полиномиальные коэффициенты, полиномиальная формула)
- 2.6. Формула обращения Мебиуса (функция Мебиуса, формула Мебиуса)
- 3.7. Рекуррентные соотношения (Основные понятия, примеры (числа Фибоначчи), линейные рекуррентные соотношения)
- 4.8. Производящие функции (аппарат формальных степенных рядов, производящие функции для сочетаний, производящие функции для размещений)
- 5.9. Асимптотика (О символика, оценки, асимптотики, формула Стирлинга)
- 6.23. Найти алгебраическую сумму коэффициентов многочлена относительно  $x$ , получаемого в разложении бинома  $(5x - 4)$ .
- 7.24. Сколько членов разложения бинома  $(\sqrt[5]{3} + \sqrt[3]{7})$  являются целыми числами?
- 8.25. В биномиальном разложении  $(x + \frac{1}{x})$  найти член разложения, не содержащий  $x$ .

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Сколько различных пятизначных чисел можно составить из цифр 1, 2, 3, 4, 5?

Ответы:

1. 1. 5
2. 2. 20
3. 3. 120
4. 4. 3150

Верный ответ: Верный ответ: 3. 120

2. Если объект А можно выбрать  $n$  способами, а объект В –  $m$  способами, то каким количеством способов можно выбрать объект «А и В»

Ответы:

1. 1.  $n+m$
2. 2.  $n-m$
3. 3.  $nm$

Верный ответ: Верный ответ: 3. nm

3. Какое количество способов больше: а) выбрать 5 человек из 17 или б) выбрать 12 человек из 17

Ответы:

1. а)
2. б)
3. равны

Верный ответ: Верный ответ:

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-4<sub>ПК-4</sub> Демонстрирует умение разрабатывать алгоритмы трансляции, выполнять их реализацию и проверку

### Вопросы, задания

- 1.10. Основные определения теории графов (понятие графа (простой граф, мультиграф, псевдограф), неориентированные и ориентированные графы, путь, цепь, простая цепь, цикл, простой цикл)
- 2.11. Способы задания графов (алгебраический способ, геометрический способ, матрица смежности, матрица инцидентности, FO и FI представления)
- 3.12. Операции над графами (объединение, пересечение, дополнение, соединение, произведение, удаление вершины, удаление ребра, добавление ребра)
- 4.13. Классификация графов, основные классы графов (деревья, двудольные графы)
- 5.14. Плоские графы (основные определения, теорема Понтрягина-Куратовского (критерий планарности))
- 6.15. Обходы графов (Эйлеровы графы, Гамильтоновы графы)
- 7.16. Раскраски графов (раскраска вершин графа, хроматическое число, внутренние устойчивые множества вершин графа, внешне устойчивые множества вершин графа)
- 8.17. Алгоритмы на графах (Поиск кратчайшего пути (алгоритм Дейкстры), паросочетания в двудольных графах)
- 9.18. Ввод, вывод и представление графа в памяти компьютера (матрица смежности, матрица инцидентности, массив ребер, FO и FI представления, MFO и MFI представления, сокращенные FO- и MFO-представления (BFO и BMFO))
- 10.26. Найдите все значения  $n$ , при которых какие-либо три последовательных коэффициента разложения бинома  $(x + a)$  являются тремя последовательными членами арифметической прогрессии.
- 11.27. Докажите, что не существует графа с пятью вершинами, степени которых равны 4, 4, 4, 4 и 2 соответственно.
- 12.28. В школе 953 ученика. Одни из них знакомы, другие - не знакомы друг с другом. Доказать, что хотя бы у одного из них число знакомых среди учеников этой школы чётно.
- 13.29. Докажите, что число людей, живших когда-либо на Земле и сделавших нечетное число рукопожатий, четно.
- 14.30. Можно ли нарисовать на плоскости 8 отрезков так, чтобы каждый пересекался ровно с тремя другими?
- 15.31. В стране Цифра есть 9 городов с названиями 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Путешественник обнаружил, что два города соединены авиалинией в том и только в том случае, если двузначное число, образованное названиями городов, делится на 3. Можно ли долететь по воздуху из города 1 в город 9?
- 16.32. В графе каждая вершина имеет степень 3, а число ребер заключено между 16 и 20. Сколько вершин в этом графе?
- 17.33. Сколько ребер в связном графе с  $n$  вершинами, если в нем имеется единственный цикл?

18.34. В дереве имеется 40 вершин степени 4, все остальные вершины – листья. Сколько листьев в этом дереве?

19.35. Каково наибольшее число ребер в двудольном графе с  $n$  вершинами?

20.36. Найти хроматическое число графа  $G$ , если

а)  $G = K_n^n$ ;

б)  $G = K_{p,q}$ .

### Материалы для проверки остаточных знаний

1.

1. Могут ли степени вершин в графе быть равны: 8, 6, 5, 4, 4, 3, 2, 2?

Ответы:

1. да  
2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 2. нет

- 2.2. Могут ли степени вершин в графе быть равны: 7, 7, 6, 5, 4, 2, 2, 1?

Ответы:

1. да  
2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 2. нет

- 3.3. Могут ли степени вершин в графе быть равны: 6, 6, 6, 5, 5, 3, 2, 2?

Ответы:

1. да  
2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 2. нет

- 4.4. Можно ли нарисовать на плоскости 9 отрезков так, чтобы каждый пересекался ровно с тремя другими?

Ответы:

1. да  
2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 2. нет

- 5.5. Можно ли расположить на плоскости 6 точек и соединить их непересекающимися отрезками так, чтобы из каждой точки выходило ровно 4 отрезка?

Ответы:

1. да  
2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 1. да

- 6.6. Сколько рёбер в полном графе с 20 вершинами?

Ответы:

1. 120  
2. 180  
3. 190  
4. 200

Верный ответ: Верный ответ: 3. 190

- 7.7. Сколько всего рёбер в графе, степени вершин которого равны 3, 4, 5, 3, 4, 5, 3, 4, 5?

Ответы:

1. 10  
2. 18  
3. 20  
4. 24

Верный ответ: Верный ответ: 2. 18

8.8. Какое минимальное количество рёбер нужно убрать из полного графа с 20 вершинами, чтобы он перестал быть связным?

Ответы:

1. 15
2. 16
3. 18
4. 19
5. 20

Верный ответ: Верный ответ: 4. 19

9.9. Может ли в государстве, в котором из каждого города выходит 3 дороги, быть ровно 100 дорог?

Ответы:

1. да
2. нет

Верный ответ: Верный ответ: 2. нет

10.10. Какое минимальное число висячих вершин может иметь дерево, обладающее 9 вершинами?

Ответы:

1. 1
2. 2
3. 3
4. 6

Верный ответ: Верный ответ: 2. 2

11.11. Какое максимальное число висячих вершин может иметь дерево, обладающее 9 вершинами?

Ответы:

1. 2
2. 6
3. 7
4. 8

Верный ответ: Верный ответ: 4. 8

12.12. Какой связный граф обладает минимальным количеством ребер?

Ответы:

1. полный
2. дерево
3. цикл

Верный ответ: Верный ответ: 2. дерево

13.13. В графе 30 вершин и 80 ребер, каждая вершина имеет степень 5 или 6. Сколько в нем вершин степени 5?

Ответы:

1. 20
2. 24
3. 25
4. 27

Верный ответ: Верный ответ: 1. 20

14.14. Сколько ребер в связном графе с  $n$  вершинами, если в нем имеется единственный цикл?

Ответы:

1.  $n-1$
2.  $n$
3.  $n+1$
4.  $n+2$

Верный ответ: Верный ответ: 2. п

15.15. В дереве имеется 40 вершин степени 4, все остальные вершины – листья. Сколько листьев в этом дереве?

Ответы:

1. 60
2. 78
3. 82
4. 96

Верный ответ: Верный ответ: 3. 82

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированы особенности практических решений.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные ошибки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.