

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт прикладной математики и компьютерных наук  
Кафедра «Прикладная математика и информатика»

Утверждено на заседании кафедры  
«Прикладная математика и информатика»  
24 января 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой

 М.В. Грязев

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ  
ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)  
«Приложения дискретной математики»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

с направленностью (профилем)  
**Прикладная математика и информатика**

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 010302-01-22

Тула 2022 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**фонда оценочных средств (оценочных материалов)**

**Разработчик:**

Баранов В.П., профессор кафедры ПМИИ, д.т.н., доцент



## 1. Описание фонда оценочных средств (оценочных материалов)

Фонд оценочных средств (оценочные материалы) включает в себя контрольные задания и вопросы, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Приложения дискретной математики». Указанные контрольные задания и (или) вопросы позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) «Приложения дискретной математики», установленных в соответствующей рабочей программе дисциплины (модуля), а также сформированность компетенций, установленных в соответствующей общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

## 2. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Текущий контроль успеваемости обучающегося осуществляется по результатам:

- посещения лекционных занятий;
- работы на практических занятиях;
- выполнения домашних заданий;
- выполнения контрольных работ №№ 1, 2.

**Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции – ПК-4.2)**

1. Бинарное отношение  $\{(x, y) \mid x, y \in R, x \leq y\}$  обладает следующими свойствами:

- а) рефлексивное, симметричное, не транзитивное;
- б) рефлексивное, антисимметричное, не транзитивное;
- в) рефлексивное, антисимметричное, транзитивное;
- г) не рефлексивное, антисимметричное, транзитивное.

2. Функция  $f(\tilde{x}^2) = x_1 \mid x_2$  называется

- 1) стрелка Пирса; 2) штрих Лукасевича; 3) штрих Шеффера; 4) функция запрета.

3. Какая из следующих формул является дизъюнктивной нормальной формой?

- 1)  $\bar{x}$ ; 2)  $\overline{x_1 \vee \bar{x}_1 \cdot x_2}$ ; 3)  $\overline{x_1 \cdot x_2}$ ; 4)  $\overline{x_1 \vee x_2}$ .

4. Метод Блейка построения сокращенной ДНФ для функции  $f$  состоит

- 1) в представлении  $f$  в виде СДНФ и правил обобщенного склеивания

$$\bar{x} \cdot K_1 \vee \bar{x} \cdot K_2 = \bar{x} \cdot K_1 \vee \bar{x} \cdot K_2 \vee K_1 \cdot K_2;$$

- 2) в представлении  $f$  в виде КНФ и правил

$$x \cdot \bar{x} \cdot K = 0, \quad x \cdot x \cdot K = x \cdot K, \quad K_1 \vee K_1 \cdot K_2 = K_1;$$

- 3) в представлении  $f$  в виде ДНФ и правил неполного склеивания

$$\bar{x} \cdot K \vee x \cdot K = \bar{x} \cdot K \vee x \cdot K \vee K.$$

- 1) первое; 2) второе; 3) третье; 4) первое и второе.

5. Сложностью СФЭ называется

- 1) число ФЭ в максимальной цепи, соединяющей входы и выходы СФЭ;
- 2) общее число ФЭ, входящих в СФЭ;
- 3) общее число входов и выходов СФЭ.

6. Какое из следующих утверждений справедливо?

- 1) для любого регулярного языка существует распознающий его автомат;
  - 2) язык, распознаваемый автоматом, является регулярным.
- 1) только первое; 2) только второе; 3) первое и второе.

7. Какое из следующих утверждений справедливо?

- 1) функция  $f^*(x_1, x_2, \dots, x_n)$  является двойственной функцией к функции  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , если  $f^*(x_1, x_2, \dots, x_n) = \bar{f}(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)$ ;
  - 2) функция  $f^*(x_1, x_2, \dots, x_n)$  является двойственной функцией к функции  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , если  $f^*(x_1, x_2, \dots, x_n) = f(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)$ ;
  - 3) функция  $f^*(x_1, x_2, \dots, x_n)$  является двойственной функцией к функции  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , если  $f^*(x_1, x_2, \dots, x_n) = \bar{f}(x_1, x_2, \dots, x_n)$ .
- 1) первое; 2) второе; 3) третье; 4) никакое.

8. Выяснить, является ли ДНФ  $R = x_1 \cdot x_2 \vee \bar{x}_2$  а) тупиковой, б) кратчайшей, в) минимальной.

- 1) а) да, б) да, в) да; 2) а) нет, б) нет, в) нет; 3) а) нет, б) да, в) нет;
- 4) а) да, б) нет, в) да.

9. ДНФ называется минимальной для функции  $f$

- 1) если она содержит наименьшее число букв среди всех ДНФ, эквивалентных ей;
- 2) если она имеет наименьшее число элементарных конъюнкций среди всех ДНФ, эквивалентных ей;
- 3) если она является дизъюнкцией всех простых импликант функции  $f$ ;
- 4) если отбрасывание любой элементарной конъюнкции или буквы приводит к ДНФ, которая не эквивалентна исходной ДНФ.

10. Метод Нельсона построения сокращенной ДНФ для функции  $f$  состоит

- 1) в представлении  $f$  в виде СДНФ и правил обобщенного склеивания  $\bar{x} \cdot K_1 \vee \bar{x} \cdot K_2 = \bar{x} \cdot K_1 \vee \bar{x} \cdot K_2 \vee K_1 \cdot K_2$ ;
  - 2) в представлении  $f$  в виде КНФ и правил  $x \cdot \bar{x} \cdot K = 0$ ,  $x \cdot x \cdot K = x \cdot K$ ,  $K_1 \vee K_1 \cdot K_2 = K_1$ ;
  - 3) в представлении  $f$  в виде ДНФ и правил неполного склеивания  $\bar{x} \cdot K \vee x \cdot K = \bar{x} \cdot K \vee x \cdot K \vee K$ .
- 1) первое; 2) второе; 3) третье; 4) второе и третье.

11. Словарный оператор называется детерминированным, если он

- 1) сохраняет длину слова;
- 2) отображает слова с общим началом в слова с общим началом;
- 3) сохраняет длину слова и отображает слова с общим началом в слова с общим началом.

12. Перечислите алгоритмически неразрешимые задачи:

- 1) задача о полноте системы булевых функций;
- 2) задача о полноте автоматного базиса;
- 3) задача остановки машины Тьюринга;
- 4) задача о разрешимости диофантового уравнения.

- 1) первая, вторая и третья; 2) вторая, третья и четвертая;
- 3) третья и четвертая; 4) вторая и четвертая.

**13.** Конечный автомат  $A$  реализует ограниченно- детерминированный словарный оператор  $\varphi_A$ . Пусть  $s(A)$  – число состояний автомата, а  $r(\varphi_A)$  – число остаточных операторов оператора  $\varphi_A$ . Какое из следующих неравенств верно для каждого автомата?

- 1)  $s(A) < r(\varphi_A)$ ; 2)  $s(A) \leq r(\varphi_A)$ ; 3)  $s(A) \geq r(\varphi_A)$ ; 4)  $s(A) > r(\varphi_A)$ .

**14.** Деревом называется:

- 1) связный граф, не имеющий циклов;
- 2) граф, не имеющий циклов;
- 3) граф, цикломатическое число которого равно нулю.

**15.** Эйлеровым циклом в графе называется:

- 1) цикл, проходящий через все вершины графа по одному разу;
- 2) цикл, в котором содержатся все ребра по одному разу;
- 3) цикл, содержащий четное число ребер.

**Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции – ОПК-4.1)**

**1.** Определить количество конституент для множества  $A \setminus (B \setminus C)$ .

- 1) 2; 2) 3; 3) 6; 4) 4.

**2.** Какое из отношений имеет место для множеств  $X = (A \oplus B) \cap (A \oplus C)$  и  $Y = A \oplus (B \cap C)$ ?

- 1)  $X \subset Y$ ; 2)  $X \supset Y$ ; 3)  $X = Y$ ; 4) никакое из указанных в 1)-3).

**3.** Производящей функцией последовательности (1, 2, 1, 2, 1, 2, ...) является функция:

- 1)  $\frac{1+2 \cdot x}{1-x^2}$ ; 2)  $\frac{1}{1-x^2}$ ; 3)  $\frac{\ln(1+x)}{x}$ ; 4)  $\frac{1}{(1-x)^2}$ .

**4.** Пусть  $M = \{1, 2, \dots, 10\}$ . Сколькими способами можно распределить числа этого множества на 5 подмножеств, каждое из которых содержит по 2 числа?

- 1) 945; 2) 2480; 3) 420; 4) 1350.

**5.** Найти число целых положительных чисел, не превосходящих 1000 и не делящихся ни на одно из чисел 6, 10 и 15?

- 1) 580; 2) 425; 3) 734; 4) 240.

**6.** Пусть  $M = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ . Подсчитать количество таких подмножеств  $X$  множества  $M$ , что и в  $X$  и в  $M \setminus X$  входят как четные, так и нечетные цифры.

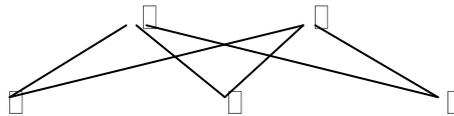
- 1) 16; 2) 24; 3) 32; 4) 36.

7. Подсчитать количество 3-значных десятичных чисел  $(abc)_{10}$ , цифры которых образуют возрастающую последовательность, то есть  $a < b < c$ .  
1) 60; 2) 75; 3) 84; 4) 120.
8. Сколько различных браслетов можно сделать из пяти одинаковых изумрудов, шести одинаковых рубинов и семи одинаковых сапфиров (в браслет входят все 18 камней)?  
1) 408408; 2) 28308; 3) 743108; 4) 134208.
9. Сколькими способами можно разделить колоду из 36 карт пополам так, чтобы в каждой пачке было по два туза?
10. Чему равен  $A_n = \text{Coef}_x^n \{A(x)\}$ , где  $A(x) = \sqrt{1-x}$ :  
1)  $A_n = (-1)^n \cdot C_n^{1/2}$ ; 2)  $A_n = (-1)^n \cdot C_{1/2}^n$ ; 3)  $A_n = C_n^{1/2}$ ; 4)  $A_n = C_n^{1/2}$ .
11. Общее решение линейного рекуррентного соотношения  $A_{n+2} + 2 \cdot A_{n+1} + A_n = 0$  имеет вид:  
1)  $A_n = C_1 \cdot (-1)^n + C_2 \cdot (-1)^n$ ; 2)  $A_n = C_1 \cdot (-1)^n + C_2 \cdot n \cdot (-1)^n$ ;  
3)  $A_n = C_1 \cdot 2^n + C_2 \cdot 2^n$ ; 4)  $A_n = C_1 \cdot 2^n + C_2 \cdot n \cdot 2^n$ .
12. Вершинами графа являются всевозможные двоичные слова длины 3. Ребра графа образованы парами слов, получающихся одно из другого циклической перестановкой разрядов. Сколько компонент связности имеет этот граф?  
1) 3; 2) 4; 3) 2; 4) 1.
13. Найти номер двоичного набора (11001101).  
1) 185; 2) 205; 3) 215; 4) 164.
14. Выяснить, какие из нижеперечисленных выражений являются формулами над множеством логических связок  $\sigma = \{\neg, \&, \vee, \rightarrow\}$ :  
а)  $x \rightarrow y$ ; б)  $(x \leftarrow y)$ ; в)  $(y \rightarrow (x))$ ; г)  $(x \rightarrow (y \& (\neg x)))$ ; д)  $(\neg x \rightarrow z)$ .  
1) а), в), г); 2) а), в), д); 3) г); 4) никакие.
15. Двойственной к функции  $f = x \cdot y \rightarrow z$  является функция  
1)  $\bar{x} \vee \bar{y} \vee \bar{z}$ ; 2)  $\bar{x} \cdot \bar{y} \cdot z$ ; 3)  $\bar{x} \cdot \bar{y} \cdot \bar{z}$ ; 4)  $(x \vee y) \rightarrow z$ .
16. Построить полином Жегалкина для функции  $f(\tilde{x}^2) = (1000)$ .  
1)  $x_1 \oplus x_2 \oplus 1$ ; 2)  $x_1 \cdot x_2 \oplus x_1 \oplus x_2$ ; 3)  $x_1 \cdot x_2 \oplus x_1 \oplus x_2 \oplus 1$ ; 4)  $x_1 \cdot x_2 \oplus x_1 \oplus 1$ .
17. Какие из следующих систем функций будут полными:  
1)  $A_1 = \{x \cdot y, x \vee y, x \oplus y, x \cdot y \vee y \cdot z \cdot x\}$ ;  
2)  $A_2 = \{x \cdot y, x \vee y, x \oplus y \oplus z \oplus 1\}$ ;  
3)  $A_3 = \{1, \bar{x}, x \cdot (y \square z) \oplus \bar{x} \cdot (y \oplus z), x \square y\}$ ;  
4)  $A_4 = \{0, \bar{x}, x \cdot (y \oplus z) \oplus y \cdot z\}$ .  
1)  $A_1$  и  $A_2$ ; 2)  $A_2$  и  $A_4$ ; 3)  $A_2$  и  $A_3$ ; 4)  $A_4$ .

18. Построить кратчайший остов для графа, заданного матрицей расстояний между его вершинами:

$$\begin{pmatrix} 0 & 5 & 11 & 4 & 8 & 3 & 12 & 14 & 7 \\ 5 & 0 & 12 & 3 & 8 & 3 & 2 & 1 & 9 \\ 11 & 12 & 0 & 7 & 13 & 10 & 5 & 7 & 10 \\ 4 & 3 & 7 & 0 & 1 & 7 & 6 & 10 & 8 \\ 8 & 8 & 13 & 1 & 0 & 5 & 4 & 11 & 6 \\ 3 & 3 & 10 & 7 & 5 & 0 & 14 & 3 & 12 \\ 12 & 2 & 5 & 6 & 4 & 14 & 0 & 4 & 11 \\ 14 & 1 & 7 & 10 & 11 & 3 & 4 & 0 & 13 \\ 7 & 9 & 10 & 8 & 6 & 12 & 11 & 13 & 0 \end{pmatrix}.$$

19. Чему равно число различных остовных деревьев для графа?



1) 7; 2) 2; 3) 5; 4) 4.

20. Построить плоское корневое дерево по его коду  $\tilde{\alpha}$ :

$$\tilde{\alpha} = 00100010110111.$$

21. Чему равен словарный ранг матрицы?

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

1) 6; 2) 7; 3) 5; 4) 4.

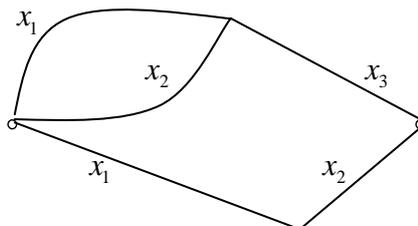
22. Для кода  $C = \{111100, 110011, 001111\} \subseteq B^n$  найти число обнаруживаемых им ошибок.

1) 2; 2) 3; 3) 4; 4) 1.

23. В какой из классов Поста входит функция  $f(\tilde{x}^3) = x_1 \oplus x_2 \cdot x_3$ ?

1)  $T_0$ ; 2)  $T_1$ ; 3)  $M$ ; 4)  $T_0/L$ .

23. Найти функцию, реализуемую контактной схемой



1)  $f = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \vee x_1 \cdot x_2$ ; 2)  $f = x_1 \cdot x_2 \vee x_2 \cdot x_3 \vee x_3 \cdot x_1$ ; 3)  $f = (x_1 \vee x_2) \cdot (x_1 \vee x_2 \vee x_3)$ .

24. Для функции  $f(\tilde{x}^3) = (01111100)$  построить минимальную ДНФ.

1)  $\bar{x}_1 \cdot x_3 \vee x_2 \cdot x_3 \vee \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2$ ; 2)  $x_1 \cdot x_2 \vee \bar{x}_2 \cdot x_3$ ; 3)  $\bar{x}_1 \cdot x_3 \vee \bar{x}_1 \cdot x_2 \vee x_1 \cdot \bar{x}_2$ ; 4)  $x_1 \cdot x_2 \vee \bar{x}_2 \cdot x_3 \vee x_1 \cdot x_3$ .

25. Пусть автоматы-распознаватели  $A_1 = (X, Q, \delta, q_1, F_1)$  и  $A_2 = (X, Q, \delta, q_1, F_2)$  таковы, что  $F_1 \cap F_2 = F_1$ . Как связаны распознаваемые ими языки  $L(A_1)$  и  $L(A_2)$ ?

1)  $L(A_1) \subseteq L(A_2)$ ; 2)  $L(A_2) \subseteq L(A_1)$ ; 3) ни 1), ни 2) не имеют места.

26. Из множества  $A = \{x_1, \bar{x}_3, x_1 \cdot x_2, x_2 \cdot \bar{x}_3\}$  элементарных конъюнкций выделить простые импликанты функции  $f(\bar{x}^3) = (00101111)$ .

1)  $x_1, \bar{x}_3$ ; 2)  $\bar{x}_3, x_1 \cdot x_2$ ; 3)  $x_1, x_2 \cdot \bar{x}_3$ ; 4)  $x_2 \cdot \bar{x}_3$ .

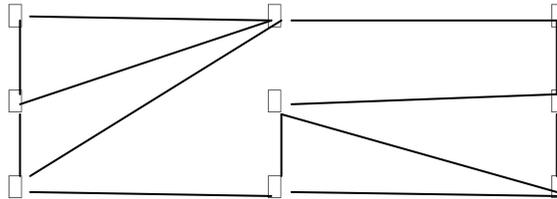
### Перечень контрольных заданий и вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции – ПК-4.3)

1. Приведите несколько примеров практического приложения задачи нахождения кратчайшего пути в нагруженном неориентированном графе.

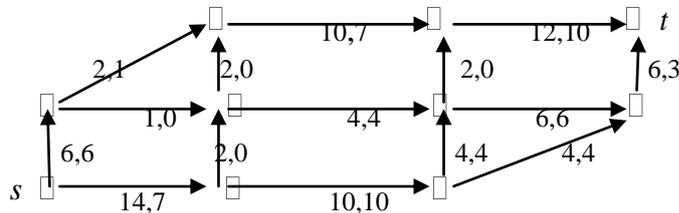
2. Проанализируйте, в каком случае число способов распределить 3 билета среди 20 студентов будет больше и во сколько раз, если:

- 1) распределяются билеты в разные театры, а каждый студент может получить не более одного билета;
- 2) распределяются равноценные билеты на вечер и каждый студент может получить не более одного билета.

3. Построить матрицы фундаментальных циклов и разрезов для графа:



4. Построить максимальный поток в транспортной сети:



5. Составьте перечень свойств, характеризующих бинарное отношение

$$\{(x, y) \mid x, y \in \mathbb{Z}, x \leq y \leq x^2\}.$$

6. Предложите транспортную сеть (на примере города, района, области и т.д.), поток в которой может быть увеличен. Укажите способ и найдите величину максимального потока в этой сети.

7. Определите, в каком отношении друг к другу состоят множества  
 $X = (A \oplus B) \cap (A \oplus C)$  и  $Y = A \oplus (B \cap C)$ .

8. Приведите примеры булевых функций, которые являются  
 1) сокращенными; 2) тупиковыми; 3) кратчайшими; 4) минимальными.

9. Пусть  $G$  – граф с  $n \geq 2$  вершинами. Доказать эквивалентность следующих утверждений:

- 1°.  $G$  – связный граф с  $n-1$  ребрами.
- 2°.  $G$  – связный граф, но после удаления любого ребра становится несвязным.
- 3°. Любая пара различных вершин графа  $G$  соединена единственной цепью.
- 4°.  $G$  – граф без циклов, но добавление ребра, соединяющего любые две вершины, приводит к появлению цикла.

10. Для заданной функции  $f$  с помощью таблицы Квайна построить все тупиковые д. н. ф.:

$$f(\tilde{x}^3) = (00011111).$$

11. Составьте перечень свойств, характеризующих бинарное отношение

$$\{(x, y) \mid x, y \in R, |x - y| \leq 1\}.$$

12. Получите регулярное выражение для языка  $L$ , распознаваемого автоматом Мура  $A = (X, Q, \delta, q_0, F)$ , где  $X = \{0, 1\}$ ,  $Q = \{1, 2, 3\}$ ,  $q_0 = 1$ ;  $F = \{3\}$ , а функция переходов задается следующей таблицей:

Вход	Состояние		
	1	2	3
0	1	3	3
1	2	2	3

13. Распределите алгоритмы синтеза СФЭ для функции  $f(\tilde{x}^n)$  по степени сложности:

- 1) основанный на совершенной ДНФ;
- 2) основанный на компактной реализации множества всех конъюнкций  $\{x_1^{\sigma_1} \& \dots \& x_n^{\sigma_n}\}$ .
- 3) основанный на разложении функции  $f(\tilde{x}^n)$  по переменной  $x_n$ .
  - 1) первый, второй, третий; 2) первый третий, второй;
  - 3) второй, первый третий; 4) третий, второй, первый.

14. Приведите пример алгоритмически неразрешимой задачи. Приведите обоснование проблемы с позиции теории алгоритмов.

### 3. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Испытание промежуточной аттестации студента по дисциплине проводится в форме письменного ответа и предусматривает возможность последующего собеседования.

Каждый билет включает 2 контрольных вопроса и задачу, осуществляющих в совокупности проверку знаний, умений и владений.