Задача 14. Каждому множеству поставьте в соответствие высказывание, имеющее это множество своим множеством истинности, и, воспользовавшись таблицами истинности, определите, какие из следующих множеств пусты:

а) $(A \cup B) \cap (\overline{A} \cup \overline{B})$; **б)** $(A \cap B) \cup (\overline{B} \cup C)$; **в)** $(A \cap B) \setminus A$; **г)** $(A \cup C) \cap (\overline{A} \cup \overline{B})$.

Ответ: **(б)** и **(в)**.

Задача 15. Каждому множеству поставьте в соответствие высказывание, имеющее это множество своим множеством истинности, и, воспользовавшись таблицами истинности, определите, являются ли попарно различными следующие множества:

а) $A \cap (B \cup C)$; **б)** $(C \setminus B) \cup (B \cup C)$; **в)** $(C \cup B) \cap \overline{(C \cup B)}$; **г)** $(A \cap B) \cup (A \cap C)$; **д)** $(A \cap B \cap \overline{C}) \cup (A \cap \overline{B} \cap C) \cup (\overline{A} \cap B \cap \overline{C}) \cup (\overline{A} \cap \overline{B} \cap C)$.

Задача 16. Каждому множеству поставьте в соответствие высказывание, имеющее это множество своим множеством истинности, и, воспользовавшись таблицами истинности, определите, в каких из следующих пар множеств одно из множеств является подмножеством другого:

а) $A; A \cap B$; **б)** $A \cap \overline{B}; B \cap \overline{A}$; **в)** $A \setminus B; B \setminus A$; **г)** $\overline{A} \cap \overline{B}; A \cup B$.

Задача 17. Докажите, как с помощью таблиц истинности, так и с помощью диаграммы Эйлера–Венна, что высказывание $X \wedge (Y \vee Z)$ эквивалентно высказыванию $(X \wedge Y) \vee (X \wedge Z)$.

Задача 18. Проверьте все законы операций над множествами для объединения и пересечения с помощью диаграмм Эйлера–Венна. Переведите эти законы в законы для составных высказываний. Проверьте их с помощью таблиц истинности.

Задача 19. Проверьте все законы операций над множествами для дополнений и для разностей с помощью диаграмм Эйлера–Венна, переведите их в законы для составных высказываний и проверьте их с помощью таблиц истинности.

Задача 20. Из законов булевой алгебры над множествами получите следующие результаты:

а) $A = (A \cap B) \cup (A \cap \overline{B})$; **б)** $A \cup B = (A \cap B) \cup (A \cap \overline{B}) \cup (\overline{A} \cap B)$; **в)** $A \cap (A \cap B) = A$; **г)** $A \cup (\overline{A} \cap B) = A \cup B$.

9. Кортежи и декартово произведение множеств

Определение. Пусть даны множества $X_1, X_2, \ldots, X_n$. Кортежем длины n, составленным из элементов этих множеств, называется конечная последовательность $\alpha = \langle x_1, x_2, \ldots, x_n \rangle$, где для всех k, $1 \leqslant k \leqslant n$, имеем $x_k \in X_k$.

Элемент x_k называется k-й координатой или k-й компонентой кортежа α.

Два кортежа равны в том и только в том случае, когда они имеют одинаковую длину, причем их координаты, стоящие на местах с одинаковыми номерами, равны, т. е. кортежи $\alpha = \langle x_1, \ldots, x_m \rangle$ и $\beta = \langle y_1, \ldots, y_n \rangle$ равны только в том случае, когда $m = n$, причем $x_k = y_k$ для всех $1 \leqslant k \leqslant n$.

Кортежи длины два называют упорядоченными парами, длины три — упорядоченными тройками, ..., длины n — упорядоченными n-ками. Для краткости речи слово «упорядоченные» часто опускают.

Кортеж, не содержащий ни одной координаты, т. е. кортеж длины 0, называется пустым.

Основные отличия понятий кортежа и множества следующие:

а) в множестве порядок элементов не играет роли, а кортежи, отличающиеся порядком элементов, различны, даже в случае, когда они имеют одинаковый состав;

б) в множестве все элементы различны, а в кортеже координаты могут повторяться.

В дальнейшем, чтобы различать множества и кортежи, будем элементы множества заключать в фигурные скобки, а координаты кортежа — в угловые.

Пусть $A_1, A_2, \ldots, A_n$ — некоторые множества. Их декартовым произведением называют множество, состоящее из кортежей вида $\langle a_1, a_2, \ldots, a_n \rangle$, где $a_1 \in A_1$; $a_2 \in A_2$; ...; $a_n \in A_n$. Декартово произведение обозначается так: $A_1 \times A_2 \times \ldots \times A_n$.

Произведение

$$\underbrace{A \times A \times \ldots \times A}_{n \text{ раз}}$$

сокращенно обозначается как A^n и называется декартовой n-й степенью множества A.

10. Бинарные отношения

Пусть A и B два конечных множества. Декартовым произведением множеств A и B называют множество $A \times B$, состоящее из всех упорядоченных пар $\langle a, b \rangle$, где $a \in A$, $b \in B$.

Бинарным отношением между элементами множеств A и B называется любое подмножество R множества $A \times B$, т. е. $R \subset A \times B$.

По определению, бинарным отношением называется множество пар. Если R — бинарное отношение (т. е. множество пар), то говорят, что параметры x и y связаны бинарным отношением R, если пара $\langle x, y\rangle$ является элементом R, т. е. $\langle x, y\rangle \in R$.

Высказывание: «предметы x и y связаны бинарным отношением R» записывают в виде $x\,R\,y$.

Таким образом, $x\,R\,y \leftrightarrow \langle x, y\rangle \in R$.

Если $R \subset A \times A$, то говорят, что бинарное отношение определено на множестве A.

Областью определения бинарного отношения R называется множество, состоящее из таких x, для которых $\langle x, y\rangle \in R$ хотя бы для одного y.

Область определения бинарного отношения будем обозначать δ_R.

Областью значений бинарного отношения R называется множество всех y, для которых $\langle x, y\rangle \in R$ хотя бы для одного x.

Область значений бинарного отношения будем обозначать ρ_R.

Рассмотрим специальные бинарные отношения:

а) Бинарное отношение R на непустом множестве A называется **рефлексивным**, если $\langle x, x\rangle \in R$ для всех $x \in A$, и **иррефлексивным**, если $\langle x, x\rangle \notin R$ для всех $x \in A$.

б) Бинарное отношение R на непустом множестве A называется **симметричным**, если $\langle x, y\rangle \in R \Rightarrow \langle y, x\rangle \in R$, и **антисимметричным**, если $\langle x, y\rangle \in R$ и $\langle y, x\rangle \in R \Rightarrow x = y$.

в) Бинарное отношение R на непустом множестве A называется **транзитивным**, если $\langle x, y\rangle \in R$ и $\langle y, z\rangle \in R \Rightarrow \langle x, z\rangle \in R$.

Рефлексивное, транзитивное и симметричное бинарное отношение R на множестве A называется **эквивалентностью** на A.

11. Отображение множеств

Соответствие f, сопоставляющее каждому элементу x множеств X один и только один элемент множества Y, называется **отображением** множества X во множество Y.

Элемент множества Y, соответствующий при отображении f элементу x из X, обозначают $f(x)$ и называют **образом** элемента x при этом отображении.

Если $f(x) = y$, то элемент x называют **прообразом** элемента y при отображении f.

Совокупность всех прообразов элемента y при отображении f называется **полным прообразом** этого элемента и обозначается $f^{-1}(y)$, т. е. $f^{-1} = \{x : f(x) = y\}$.

Правая часть читается: «совокупность таких x, что $f(x) = y$».

Каждому подмножеству A множества X ($A \subset X$) соответствует его образ $f(A)$ при отображении f. Этот образ состоит из всех элементов множества Y, которые являются образами какого-нибудь элемента из A: $f(A) = \{y : y = f(a),\ a \in A\}$.

Каждому подмножеству B множества Y ($B \subset Y$) соответствует его полный прообраз $f^{-1}(B)$ при отображении f. Он состоит из всех элементов, образы которых принадлежат B: $f^{-1}(B) = \{x : f(x) \in B\}$.

Множество A называется областью определения отображения f, а множество $f(A)$ называется множеством значений этого отображения.

Частный случай отображения множества X в множество Y имеет место, если каждый элемент множества Y имеет прообраз. В этом случае отображение f называется **сюръективным.**

Если для каждого элемента $y \in Y$ существует не более одного прообраза, т. е. $f(x_1) \neq f(x_2)$ для любых $x_1, x_2 \in X$, если $x_1 \neq x_2$, то отображение f называется **инъективным.**

Если отображение f сюръективно и инъективно, то оно называется **биективным** (взаимно-однозначным).

С точки зрения отображений два множества называются количественно-эквивалентными, если между ними можно установить биективное отображение.

Если между элементами множеств A и B существует биективное отображение, то множества A и B называются равномощными.

Для конечных множеств A и B понятие равномощности означает, что они имеют одно и то же число элементов. Таким образом, если A — конечное множество, содержащее n элементов, то **мощностью множества** A называется число n и обозначается $|A|$, т. е. $|A| = n$.

Очевидно, что отношение равномощности является отношением эквивалентности, поэтому **равномощные** множества часто называют **эквивалентными.**

12. Функции

В основе всех разделов дискретной математики лежит понятие функции.

Функцией называется бинарное отношение f, если из $\langle x, y\rangle \in f$ и $\langle x, z\rangle \in f$ следует, что $y = z$.

Две функции f и g равны, если они состоят из одних и тех же элементов. Область определения функции и область ее значений задается так же, как и для бинарных отношений. Если область определения $\delta_f = X$ и область значений $\rho_f \subset Y$, то говорят, что функция f задана на множестве X со значениями во множестве Y, при этом f отображает множество X во множество Y. Это отображение обозначается как $f : X \to Y$.

Если f — функция, то вместо $\langle x, y \rangle \in f$ пишут $y = f(x)$ и говорят, что y — значение, соответствующее аргументу x, или y — образ элемента x при отображении f. При этом x называют прообразом элемента y.

Назовем f — n-местной функцией из X в Y, если $f : X^n \to Y$. Тогда записываем $y = f(x_1, \ldots, x_b)$ и говорим, что y — значение функции при значении аргументов $x_1, \ldots, x_n$.

Пусть $f : X \to Y$. Функция f называется инъективной, если для любых x_1, x_2, y из $y = f(x_1)$ и $y = f(x_2)$ следует, что $x_1 = x_2$.

Функция f называется сюръективной, если для любого элемента $y \in Y$ существует элемент $x \in X$ такой, что $y = f(x)$.

Функция f называется биективной, если f одновременно сюръективна и инъективна.

Если существует биективная функция $f : X \to Y$, то говорят, что f осуществляет взаимно-однозначное соответствие между множествами X и Y.

Если $f : X \to Y$, а $g : Y \to Z$, то функция $F : X \to Z$, определенная для каждого $x \in X$ формулой $F(x) = g(f(x))$, называется композицией (суперпозицией) функции f и g, или **сложной функцией**.

Пусть задана функция $f : X \to Y$ и ρ_f — множество ее значений. Совокупность всевозможных упорядоченных пар вида $\langle y, f^{-1}(y) \rangle$, $y \in \rho_f$ образует функцию, которая называется **обратной функцией** для функции f и обозначается f^{-1}.

Обратная функция f^{-1} ставит в соответствие каждому элементу $y \in \rho_f$ его прообраз $f^{-1}(y)$, т. е. некоторое множество элементов. Заметим, что для того, чтобы f^{-1} являлась функцией, достаточно, чтобы функция f была инъективной.

Четвертое практическое занятие по теме «Отношения. Отображения. Функции»

Задача 1. Из множеств $\{a, b, c\}$ и $\{1, 2\}$ составьте кортежи.
Решение. Из данных множеств можно составить 6 кортежей длины 2. $\langle a, 1 \rangle$; $\langle a, 2 \rangle$; $\langle b, 1 \rangle$; $\langle b, 2 \rangle$; $\langle c, 1 \rangle$; $\langle c, 2 \rangle$.

Задача 2. Сравните кортежи:

а) $\langle 1^2, 2^2, 3^2 \rangle$ и $\left\langle \sqrt{1}, \sqrt{16}, \sqrt{81} \right\rangle$; **б)** $\langle 1, 2, 3 \rangle$ и $\langle 3, 1, 2 \rangle$;

в) $\langle 1, 2, 3 \rangle$ и $\langle 1, 2, 3, 4 \rangle$.

Решение. **а)** Кортежи $\langle 1^2, 2^2, 3^2\rangle$ и $\left\langle \sqrt{1}, \sqrt{16}, \sqrt{81}\right\rangle$ равны, поскольку $1^2 = \sqrt{1}$; $2^2 = \sqrt{16}$; $3^2 = \sqrt{81}$;

б) кортежи $\langle 1, 2, 3\rangle$ и $\langle 3, 1, 2\rangle$ различны. Хотя имеют одинаковую длину и одно и то же множество координат, но эти координаты располагаются в разном порядке;

в) кортежи $\langle 1, 2, 3\rangle$ и $\langle 1, 2, 3, 4\rangle$ различны, так как имеют разную длину.

Задача 3. Равны ли следующие кортежи:

1) $\langle a, \{a, b, c\}, b, c\rangle$ и $\langle a, \{a, b, c\}, \{b, c\}\rangle$;
2) $\langle a, \{a, b, c\}, b, c\rangle$ и $\langle a, \{a, b, c\}, b, c\rangle$;
3) $\langle a, \{a, b, c\}, b, c\rangle$ и $\langle a, \{a, b, c\}, c, b\rangle$;
4) $\langle a, \{a, b, c\}, b, c\rangle$ и $\langle a, \{a, b, c\}, a, b, c\rangle$?

Задача 4. Пусть $A = \{1, 2, 3\}$, $B = \{x, y\}$.

Выписать все элементы декартова произведения $A \times B$ и $B \times A$.

Решение.

$$A \times B = \{\langle 1, x\rangle ; \langle 2, x\rangle ; \langle 3, x\rangle ; \langle 1, y\rangle ; \langle 2, y\rangle ; \langle 3, y\rangle\},$$
$$B \times A = \{\langle x, 1\rangle ; \langle x, 2\rangle ; \langle x, 3\rangle ; \langle y, 1\rangle ; \langle y, 2\rangle ; \langle y, 3\rangle\}.$$

Задача 5. Пусть $A = \{1, 2\}$. Выписать все элементы декартова произведения $A \times A$.
Решение. $A \times A = \{\langle 1, 1\rangle ; \langle 1, 2\rangle ; \langle 2, 1\rangle ; \langle 2, 2\rangle\}$.

Задача 6. Из цифр 1, 2, 3, 4, 5 составьте все двузначные числа. Как связано получившееся множество с декартовым произведением $A \times A$, где $A = \{1, 2, 3, 4, 5\}$?

Задача 7. Рассмотрим два множества $A = \{a, b, c, d, e, f, g, h\}$ и $B = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$.

Составьте множество пар $\langle x, y\rangle \in A \times B$. Что это множество представляет?
Ответ: множество клеток шахматной доски.

Задача 8. Найдите правую и левую область отношения $R = \{\langle 1, 5\rangle ; \langle 1, 6\rangle ; \langle 1, 7\rangle\}$.
Решение. $D_{\text{пр.}} = \{5, 6, 7\}$; $D_{\text{лев}} = \{1\}$.

Задача 9. Если $A = \{2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$, запишите бинарное отношение $R = \{\langle x, y\rangle$: $x, y \in A$, x делит y, и $x \leqslant 3\}$.
Решение. $R = \{\langle 2, 2\rangle ; \langle 2, 4\rangle ; \langle 2, 6\rangle ; \langle 2, 8\rangle ; \langle 3, 3\rangle ; \langle 3, 6\rangle\}$.

Задача 10. Рассмотрим множество шахматных клеток $S = A \times B$ из задачи 7. Определите бинарное отношение R: ход ладьи на множестве S по следующему правилу: $\langle c_1, c_2\rangle \in R$ тогда и только тогда, когда $\langle c_1, c_2\rangle \in S$ и ладья может пройти с клетки c_1 на клетку c_2 одним ходом на пустой доске (напомним, что ладья за один ход может изменить либо горизонтальную координату, либо вертикальную, но не обе координаты одновременно).
Решение. $R = \{\langle c_1, c_2\rangle$: $c_1 = \langle s_1, t_1\rangle$; $c_2 = \langle s_2, t_2\rangle$; $s_1, s_2 \in A$; $t_1, t_2 \in B$ и $\langle s_1 = s_2$ и $t_1 \neq t_2\rangle$ или $\langle s_1 = s_2$ и $t_1 = t_2\rangle\}$.

Задача 11. Каждому алгебраическому уравнению ставится в соответствие его степень. Укажите множество значений для этого отображения.
Ответ: Множество N.

Задача 12. Пусть X — множество пальто в гардеробе, Y — множество крючков. В каком случае отображение множества пальто X в множество крючков Y будет инъективным, сюръективным, биективным?
Решение. Отображение, при котором каждому пальто сопоставляется крючок, на котором оно висит, является инъективным, если на каждом крючке висит не более одного пальто (некоторые крючки могут быть пустыми).

Отображение является сюръективным, если на каждом крючке висит хотя бы одно пальто (на некоторых крючках может быть несколько пальто).

Отображение является биективным, если на каждом крючке висит ровно одно пальто.

Заметим, что если существует биективное отображение конечного множества A в конечное множество B, то в множествах A и B поровну элементов. Если же существует инъективное отображение конечного множества A в конечное множество B, то можно сказать, что в B не меньше элементов, чем в A.

Если же в A больше элементов, чем в B, то не существует инъективного отображения A в B.

В случае, когда существует сюръективное отображение A в B, то в A не меньше элементов, чем в B.

Задача 13. Среди следующих отображений укажите сюръективные отображения:

1) X — множество кругов, Y — множество действительных чисел, каждому кругу сопоставляется его площадь;

2) X — множество кругов, Y — множество положительных действительных чисел, каждому кругу сопоставляется его площадь;

3) $X = \{x:\ -3 \leqslant x \leqslant 5\}$, $Y = R$, $f : x \to x^2$ (R — множество действительных чисел);

4) $X = \{x:\ -3 \leqslant x \leqslant 5\}$, $Y = \{x:\ 0 \leqslant x \leqslant 25\}$, $f : x \to x^2$.

Ответ: **2)** и **4)**.

Задача 14. Является ли отображением соответствие «Столицей государства X является город Y»?
Ответ: Да.

Задача 15. Являются ли следующие отношения функциями:

(1) $\{\langle 1,2\rangle ; \langle 2,3\rangle ; \langle 3,2\rangle\}$; **(2)** $\{\langle 1,2\rangle ; \langle 1,3\rangle ; \langle 2,3\rangle\}$;

(3) $\{x, x^2 - 2x - 3 : x \in R\}$?

Решение. Отношение **(1)** — функция; отношение **(2)** — не является функцией; отношение **(3)** — функция, которая обычно обозначается $y = x^2 - 2x - 3$.

Задача 16. Является ли отношение $\{\langle 1,a\rangle ; \langle 1,b\rangle ; \langle 2,a\rangle\}$, определенное на декартовом произведении множеств $A = \{1,2\}$ и $B = \{a,b\}$, функцией?

Решение. Не является, так как элементу $1 \in A$ ставятся в соответствие различные элементы $a, b \in B$.

Задача 17. Является ли функция $f(x) = x^2$ инъективной?
Решение. Не является, так как существуют такие различные значения x_1 и x_2, для которых $f(x_1) = f(x_2)$. Например, пусть $x_1 = 1$ и $x_2 = -1$. Тогда $f(x_1) = 1^2 = (-1)^2 = f(x_2)$.

Задача 18. Является ли отношение $\{\langle a_1, b_1\rangle ; \langle a_2, b_2\rangle ; \langle a_3, b_2\rangle\}$, определенное на декартовом произведении множеств $A = \{a_1, a_2, a_3\}$ и $B = \{b_1, b_2, b_3\}$, функцией?

Если да, то является ли данная функция сюръекцией, инъекцией?
Решение. Поскольку каждому элементу множества A соответствует единственный элемент множества B, то можно утверждать, что данное отношение является функцией. Данная функция не является инъекцией, поскольку существуют различные элементы множества A, которым соответствует один и тот же элемент из B. Так, различным элементам a_2 и a_3 соответствует элемент b_2. Данная функция также не является сюръекцией, поскольку элемент b_3 не входит ни в одну упорядоченную пару.

Задача 19. Является ли отношение $\{\langle 1, 4\rangle ; \langle 2, 3\rangle ; \langle 3, 2\rangle ; \langle 4, 1\rangle\}$, заданное на декартовом квадрате множества $A = \{1, 2, 3, 4\}$, биективным отображением?
Решение. Сначала проверим, является ли данное отношение отображением. Так как каждый элемент x из A входит в пары вида $\langle x, y\rangle$ лишь один раз, можно утверждать, что мы имеем дело с отображением. Это отображение инъективно, поскольку для различных первых элементов пар вторые элементы этих пар также различны. Отображение является сюръекцией, так как правая часть отношения совпадает с множеством A. Раз отношение является инъективным и сюръектиным, следовательно, оно является биективным.

Задача 20. Отношение R на множестве всех книг библиотеки определили следующим образом. Пара книг a и b принадлежат R, если и только если в этих книгах есть ссылка на одни и те же литературные источники. Является ли R

а) рефлексивным отношением;

б) симметричным отношением;

в) транзитивным отношением?

Решение. Отношение R рефлексивно, раз две одинаковые книги содержат ссылки на одни и те же литературные источники. Данное отношение также симметрично, так как если в книгах a и b имеется ссылка на какой-либо литературный источник, то в книгах b и a, очевидно, есть ссылки на тот же литературный источник.

Свойство транзитивности, вообще говоря, не выполняется, поскольку возможны случаи, когда книги a и b содержат ссылки на общие литературные источники, книги b и c также ссылаются на общие литературные источники, а книги a и c не имеют общих ссылок. Отсюда можно сделать вывод, что для данного отношения не выполняются условия эквивалентности.

Задача 21. (Для самостоятельного решения.)

Пусть отношение R задано на декартовом произведении множеств K и P, где K — множество ключевых слов, а P — множество Web-страниц. Пара $\langle x, y\rangle$ принадлежит R, если и только если ключевое слово x содержится на странице y. Является или нет R функцией? Объясните почему.

Ответ: Нет.

Задача 22. (Для самостоятельного решения.)

Пусть отношение R задано на декартовом произведении множеств B и P, где B — множество всех книг в книжном магазине, P — множество цен. Пара $\langle x, y\rangle$ принадлежит R, если и только если книга x имеет цену y. Является ли R функцией? Если да, то является ли данная функция сюръективной, инъективной?

Ответ: Не инъективной, не сюръективной не является.

Задача 23. (Для самостоятельного решения.)

Пусть отношение R задано на декартовом произведении множеств D и N, где D — множество всех документов, содержащихся в папке «Входящие», а N — множество всех номеров, служащих для регистрации этих документов. Объясните, почему данное отношение является функцией и притом биективной.

Задача 24. Какая из указанных функций $f : [0, 1] \to [0, 3]$

а) $x \to 3\sin\dfrac{\pi x}{2}$; б) $x \to 3^x$; в) $x \to 12\left(x - \dfrac{1}{2}\right)^2$

инъективна, сюръективна или биективна?

Решение. а) Для произвольного $y \in [0, 3]$ уравнения $y = 3\sin\dfrac{\pi x}{2}$ имеем единственное решение

$$x = \frac{2}{\pi}\arcsin\frac{y}{3},$$

принадлежащее $[0, 1]$, поэтому функция $x \to 3\sin\dfrac{\pi x}{2}$ является биективной;

б) Если $y \in [0, 3]$, то уравнение $y = 3^x$ имеет не более одного решения $x \in [0, 1]$. При $y \in [1, 3]$ решением является $x = \log_3 y$, а при $y \in [0, 1]$ решений нет. Следовательно, $y = 3^x$ — инъективна;

в) Из уравнения

$$y = 12\left(x - \frac{1}{2}\right)^2, \quad y \in [0, 3],$$

находим

$$x_1 = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{y}{3}}, \quad x_2 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{y}{3}},$$

причем, если $0 \leqslant y \leqslant 3$, то оба корня принадлежат $]0, 1]$; если $y = 0$, то корни совпадают $x_1 = x_2 = \dfrac{1}{2}$ и принадлежат $[0, 1]$. Следовательно, для всех $y \in [0, 3]$ уравнение $y = 12\left(x - \dfrac{1}{2}\right)^2$ на $[0, 1]$ имеет хотя бы одно решение. Поэтому рассматриваемая функция сюръективна.

Контрольные вопросы

1. Какие основные символы, используемые в теории множеств, вы знаете?

2. Что такое множество? Как его обозначить? Как можно задать множество? Что такое подмножество?

3. Какие основные операции выполняются над множествами?

4. Какое множество можно назвать универсальным?

5. Что такое диаграмма Эйлера–Венна? Проиллюстрируйте с помощью диаграммы Эйлера–Венна объединение и пересечение трех множеств.

6. Каковы соотношения между множествами и составными высказываниями?

7. Сформулируйте и докажите основные тождества алгебры множеств.

8. Что называется кортежем и какие кортежи называются равными?

9. Что такое: декартово произведение множеств; декартова степень некоторого множества A; бинарное отношение, заданное на множестве A?

10. Назовите основные свойства бинарных отношений. Какое отношение называется рефлексивным, симметричным, антисимметричным, транзитивным? Какое отношение называется отношением эквивалентности?

11. Дайте определение отображения множества A во множество B. Поясните термин «мощность множества».

12. Что такое сюръекция, инъекция, биекция?

13. Дайте определение функции.