РГР по математической логике
и теории алгоритмов.

Вариант 1.

Задача №1.

Проверить полноту системы логических функций, используя критерий Поста. Заполнение таблицы Поста должно быть обоснованным. Если система не полна, то достроить до полной. (Запрещается использовать функции отрицание, конъюнкция, штрих Шеффера или стрелка Пирса) Используя функции полученной полной системы выразить константы 0,1, отрицание, конъюнкцию. (5б)

В варианте №1 используются булевы функции: 5, 8, 13.

5) $x_1 x_2 \vee x_2 x_3 \vee x_1 x_3$; 8) (01001000)

13) $x_1 | (x_2 \& x_3)$

Адова Анна ИП-916

Решение:

Запишем таблицы истинности для каждой функции, чтобы определить к каким классам Поста относятся.

5. $x_1x_2 \vee x_2x_3 \vee x_1x_3$

x_1	x_2	x_3	f_5
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

„+" $= \in$; „−" $= \notin$

	T_0	T_1	M	S	L
f_5	+	+	+	+	−

1) $f(0,0,0)=0$

Функция принадлежит классу T_0 (сохраняющий константу 0), т.к. на нулевом наборе значений функции $= 0$.

2) $f(1,1,1)=1$

Функция принадлежит классу T_1 (сохраняющий константу 1), т.к. на единичном наборе значений

Адова Анна ИП-916

(7)

функции = 1.

3) Функция принадлежит классу M (монотонных функций), если для любой пары наборов α и β таких, что $\alpha \leq \beta$, выполняется условие $f(\alpha) \leq f(\beta)$.

Сравним соседние наборы по 1-й переменной:

$+ \{0\} \leq \{0\}$ условие выполнено (далее пишем +)

$+ \{0\} \leq \{1\}$

$+ \{0\} \leq \{1\}$

$+ \{1\} \leq \{1\}$

Сравниваем соседние наборы по 2-й переменной:

$+ \{0,0\} \leq \{0,1\}$

$+ \{0,1\} \leq \{1,1\}$

Сравниваем соседние наборы по 3-й переменной:

$+ \{0,0,0,1\} \leq \{0,1,1,1\}$

Исходя из вышесказанного $f \in M$.

Нудова Анна ИП-916

4) Функция принадлежит классу S (самодвойственных функций), если на противоположных наборах она принимает противоположные значения:

$f(0,0,0)=0$ $\quad 0\neq1 \} f\in S$
$f(1,1,1)=1$

$f(0,0,1)=0$ $\quad 0\neq1 \} f\in S$
$f(1,1,0)=1$

$f(0,1,0)=0$ $\quad 0\neq1 \} f\in S$
$f(1,0,1)=1$

$f(0,1,1)=1$ $\quad 0\neq1 \} f\in S$
$f(1,0,0)=0$

Исходя из вышеизложенного, функция принадлежит классу S.

5) Функция принадлежит классу L (линейных функций), если её полином Жегалкина не содержит произведений

Сделаем построение полином

Адова Алена ИП-916

4.

Жегалкина методом треугольника.

1. Строится треугольник, первая строка - значения из таблицы истинности.
2. Каждую следующую строчку мы получаем по принципу: складываем по модулю 2 соседние ячейки предыдущей строки.

Если в левой части треугольника стоит единица, значит этот член присутствует в полиноме Жегалкина.

$$
\begin{array}{l}
0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 \\
0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \\
0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \\
1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \\
0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \\
1 \oplus 0 \oplus 1 \\
1 \oplus 1 \\
0
\end{array}
$$

Полином содержит произведения, поэтому функция не принадлежит классу L.

Адова Анна ИП-916

Адова Анна ИП-916

6

8. (0100 1000)

x_1	x_2	x_3	f_8
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

"+" = $\in$

"−" = $\notin$

T_0	T_1	M	S	L
+	−	−	−	−

1) $f(0,0,0)=0$ $f \in T_0$, т.к. на нулевом наборе значений функции $=0$.

2) $f(1,1,1)=0$ $f \notin T_1$, т.к. на единичном наборе значений $\neq 1$.

3) Сравним соседние наборы по 1-й переменной:

+ $\{0\} \leq \{1\}$ условие монотонности выполнено (далее +)

+ $\{0\} \leq \{0\}$

− $\{1\} \geq \{0\}$ условие монотонности нарушено.

Значит функция не принадлежит классу М.

4) $f(0,0,0)=0$ $\quad 0=0 \}$ $f \notin S$
$f(1,1,1)=0$

Функция не принадлежит классу S.

5)

$0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0$
$1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0$
$0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0$
$1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1$
$1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0$
$0 \oplus 1 \oplus 0$
$1 \oplus 1$
0

Функция не принадлежит классу L, т.к. Полином содержит произведения.

13. $x_1 \mid (x_2 \& x_3)$

x_1	x_2	x_3	f_{13}
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

„+" = $\in$
„–" = $\notin$

T_0	T_1	M	S	L
–	–	–	–	–

1) $f(0,0,0)=1$ $\quad f \notin T_0$, т.к. на нулевом наборе значений функции = 1.

2) $f(1,1,1)=0$ $\quad f \notin T_1$, т.к. на единичном наборе значений функции = 0.

Чудова Анна ИП-916

3) $+ \ \{1\} \le \{1\}$ условие монотонности выполнено (далее +)

$+ \ \{1\} \le \{1\}$

$+ \ \{1\} \le \{1\}$

$- \ \{1\} > \{0\}$ условие нарушено.

Значит функция не принадлежит классу M.

4) $\left.\begin{matrix} f(0,0,0)=1 \\ f(1,1,1)=0 \end{matrix}\right\} 0 \ne 1 \ \ f \in S$

$\left.\begin{matrix} f(0,0,1)=1 \\ f(1,1,0)=1 \end{matrix}\right\} 1 = 1 \ \ f \notin S$

Значит функция не принадлежит классу S.

5)

$$
\begin{array}{cccccccccccccccc}
1 & \oplus & 1 & \oplus & 1 & \oplus & 1 & \oplus & 1 & \oplus & 1 & \oplus & 1 & \oplus & 0 \\
 & 0 & \oplus & 0 & \oplus & 0 & \oplus & 0 & \oplus & 0 & \oplus & 0 & \oplus & 1 & \\
 & & 0 & \oplus & 0 & \oplus & 0 & \oplus & 0 & \oplus & 0 & \oplus & 1 & & \\
 & & & 0 & \oplus & 0 & \oplus & 0 & \oplus & 0 & \oplus & 1 & & & \\
 & & & & 0 & \oplus & 0 & \oplus & 0 & \oplus & 1 & & & & \\
 & & & & & 0 & \oplus & 0 & \oplus & 1 & & & & & \\
 & & & & & & 0 & \oplus & 1 & & & & & & \\
 & & & & & & & 1 & & & & & & &
\end{array}
$$

Функция не принадлежит классу L, т.к. полином содержит произведения.

Адова Анна ИП-916

	T_0	T_1	M	S	L
f_5	+	+	+	+	−
f_8	+	−	−	−	−
f_{13}	−	−	−	−	−

Согласно критерию Поста: „Множество булевых функций полно тогда и только тогда, когда оно целиком не содержится ни в одном из классов Поста".

Глядя на таблицу, можно сделать вывод, что система полная.

Значит можно выражать константы 0, 1, отрицание и конъюнкцию.

• отрицание

$f_{13} \notin T_0$ и $f_{13} \notin T_1$, поэтому отрицание выражаем из f_{13}, т.к. $f_{13}(0,0,0)=1$, $f_{13}(1,1,1)=0$, то $f_{13}(x,x,x)=\overline{x}$

• константа 0

$f_8 \in T_0$, $f_8 \notin T_1$, поэтому константу 0 будем выражать из f_8.

$f_8(0,0,0)=f_8(1,1,1)=0 \Longrightarrow f(x,x,x)\equiv 0.$

Агова Анна ИП-916

• константа 1.

$f_8 \notin S$. Тогда найдём такой набор $\alpha = (\alpha_1, \ldots, \alpha_n)$, что $f_8(\bar{\alpha}) = f_8(\alpha)$

$f_8(0,0,1) = f_8(1,0,0) = 1$

введем $g(x)$

$g(x) = f_8(x^0, x^0, x^1) = f_8(\bar{x}, \bar{x}, x) =$

$= f_2(f_2(x,x,x), f_1(x,x,x), x) = 1$

$f_2(f_1(0,0,0), f_1(0,0,1), 1) = f(0,0,1) = 1$

$f_2(f_1(0,1,1), f_1(0,0,0), 0) = f(1,0,0) = 1$

• конъюнкция

$f_5 \notin L$, реализуем конъюнкцию

$f_5(x_1, x_2, x_3) = x_1 x_2 \oplus x_2 x_3 \oplus x_1 x_3$

$f_5(x_1, x_2, 0) = x_1 x_2$

$x_1 \& x_2 = f_5(x_1, x_2, 0)$

Исчисление высказываний

Задача 2.

Записать рассуждение в логической символике, обосновать выбор логических связок. (3б)

Адова Анна ИП-916

1. Если бы он бегал по утрам, то у него было бы крепкое здоровье. Он бегает только в том случае, если на улице тепло. Сегодня было тепло, но он заболел. Значит, сегодня он не бегал.

Обозначим следующие высказывания:

B – „бег"

H – „здоровье"

P – „погода"

1) Если бы он бегал по утрам, то у него было бы крепкое здоровье.

B	H	(B → H)	B → H
0	0	1	не бегает → нет здоровья = истина
0	1	1	не бегает → есть здоровья = истина
1	0	0	бегает → нет здоровья = ложь
1	1	1	бегает → есть здоровье = истина

2) Он бегает только в том случае, если на улице тепло.

Азарова Анна СИП-916

B	P	B→P	B→P
0	0	1	не бегает → холодно = истина
0	1	1	не бегает → тепло = истина
1	0	0	бегает → холодно = ложь
1	1	1	бегает → тепло = истина

3) Сегодня было тепло, но он заболел. Значит, сегодня он не бегал.

P	H	B	$(P \& \overline{H}) \to \overline{B}$	"+" - истина; "–" - ложь
0	0	0	1	не тепло и нет здоровья = не бегал +
0	0	1	1	не тепло и нет здоровья = бегал +
0	1	0	1	не тепло и есть здоровье = не бегал +
0	1	1	1	не тепло и есть здоровье = бегал +
1	0	0	1	тепло и нет здоровья = не бегал +
1	0	1	0	тепло и нет здоровья = бегал –
1	1	0	1	тепло и есть здоровье = не бегал +
1	1	1	1	тепло и есть здоровье = бегал +

Ответ: Высказывание выпишем следующим образом в логической символике: $((B\to H)\&(B\to P))\to((P\&\overline{H})\to\overline{B})$

Адова Анна ИП-97б

12

Задача 3.

Проверить правильность рассуждения методом Куайна. (3б)

$$((B\to H)\&(B\to P))\to((P\&\overline{H})\to\overline{B})$$

1) Возьмём первую переменную, к примеру, B и придадим ей истинное значение. Подставляем в формулу, и выполним вычисления при такой подстановке.

Получаем:

$$((1\to H)\&(1\to P))\to((P\&\overline{H})\to 0)$$

1) Для полученной формулы, аналогичным образом, рассмотрев множество высказывательных переменных (H и P) поступаем также, возьмем переменную H и придадим ей истинное значение, проводим вычисления:

Получаем: $((1\to 1)\&(1\to P))\to((P\&0)\to 0)$, является тавтологией, т.к.

Агеева Анна ИП-916

при любом значении Р получаем формулу, которая всегда истинна.

2) Придадим высказывательной переменной В ложное значение, подставляем в формулу, и выполним вычисления при такой подстановке.

Получим: $((0 \to H) \& (0 \to P)) \to ((P \& \overline{H}) \to 1)$

По свойствам импликации данная формула является тавтологией при любом значении Р и Н.

Проверка методом Куайна завершена.

Ответ: проверка методом Куайна показала правильность рассуждения.

Задача 4.

Проверить правильность рассуждения методом редукции. (3б)

Адова Анна ИП-916

$((B \to H) \& (B \to P)) \to ((P \& \overline{H}) \to \overline{B})$

Согласно методу редукции для распознавания тождественной истинности формулы, следует рассмотреть формулу, имеющую вид: $F = X \to Y$.

В нашем случае: $X = (B \to H) \& (B \to P)$; $Y = (P \& \overline{H}) \to \overline{B}$.

Допустим, что в некоторой интерпретации формула F принимает ложное значение.

Тогда, по таблице истинности имеем: $X = 1$; $Y = 0$.

Проверим формулы X и Y.

Если проверив X и Y, получим противоречие с исходным предположением о ложном значении F, то мы докажем, что F — тавтология.

Для начала рассмотрим

$Y = (P \& \overline{H}) \to \overline{B}$

Оно ложно только при таких

Ядова Анна ИП-916

случаях:

$\begin{cases} P \& \overline{H} = 1 \\ \overline{B} = 0 \end{cases}$ А теперь раскроем для каждой переменной их значения:

$P=1$, $H=0$, $B=1$.

Аналогичным образом рассмотрим $X = (B \to H) \& (B \to D)$, учитывая то, что Y должен принимать ложное значение при $P=1$, $H=0$, $B=1$, можно рассмотреть X при данных значениях: $(1 \to 0) \& (1 \to 1)$, которое является ложной.

Что приводит к противоречию с изначальным предположением. Таким образом, F является тождественно истинной.

Ответ: проверка методом редукции показала правильность рассуждения.

Адова Анна ИП-916

16

Задача 5.

Проверить правильность рассуждения методом резолюций. (3б)

$((B \to H) \& (B \to P)) \to ((P \& \overline{H}) \to \overline{B})$

Согласно записи высказываний в логической символике из 2 задачи, были обозначены переменные:

B – „бег"

H – „здоровье"

P – „погода"

Для проверки правильности рассуждения методом резолюций примем гипотезы:

$B \to H$; $B \to P$

Также используем запись в логической символике высказывания из 2 задачи и запишем вывод:

$(P \& \overline{H}) \to \overline{B}$

Для проверки правильности

Абова Анна ИП-916

17

рассуждений методом резолюций, нам нужно провести проверку выводимости, соответствующего вывода из соответствующих гипотез, а записывается это следующим образом:

$B \to H,\ B \to P \vdash (P \& \overline{H}) \to \overline{B}$

Метод резолюций работает с формулами в виде предложений. Формулу можно привести к множеству предложений следующим образом:

1) Приводим к КНФ.

2) Конъюнкция дизъюнкций разбивается на множество предложений.

КНФ для гипотезы $(B \to P)$: $\underline{\overline{B} \vee P}$.

КНФ для гипотезы $(B \to H)$: $\underline{\overline{B} \vee H}$.

КНФ для отрицания вывода:

$\neg((P \& \overline{H}) \to \overline{B}) : \neg(\overline{P} \vee H \vee \overline{B}) \equiv \underline{P \& \overline{H} \& B}$

Адова Анна ИП-916

18

Таким образом, получилось множество предложений.

$S = \{ \overline{B} \vee P, \overline{B} \vee H, P, \overline{H}, B \}$

1. $\overline{B} \vee H$
2. $\overline{B} \vee P$
3. P
4. $\overline{H}$
5. B
6. H пр. 1,5
7. $\varnothing$ пр. 6, 4.

Получили пустое множество, проверка методом резолюций окончена.

Ответ: проверка методом резолюций показала правильность рассуждения.

Задача 6.

На координатной плоскости даны множества A и B (A ограничено красным цветом, B – синим). Описать предикаты, определенные на координатной плоскости

$P_A(z) =$ „точка z принадлежит

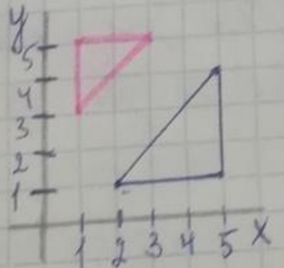
Юдова Анна ИП – 916

Адова Анна ИП-916

(20)

множеству А";

$P_B(z)$ = „точка z принадлежит множеству В" (границы включены в множества, можно использовать логические операции и сравнение ≤). С использованием полученных предикатов записать в виде формул логики предикатов высказывание о множествах А и В. (5б)



А и В не пересекаются.
А и В не пустые.

$P_A(z) = (y \le 5) \& (x \ge 1) \& (y \ge x+2)$

$P_B(z) = (y \le x-1) \& (y \ge 1) \& (x$ [illegible] $5)$

Задали множества А и В.

• A и B не пересекаются:

$\forall x \, (P_A(z) \to \overline{P_B(z)})$

• A и B не пустые:

$\exists x \; P_A(z) \;\&\; \exists y \; P_B(z)$

Ответ: предикаты описаны, высказывания выражены, множества определены.

Ядова Анна ИП-916

Задача 7.

Проверить общезначимость формулы методом резолюций. (5б)

$(\exists x \forall y A(x,y)) \to \neg(\forall x \exists y B(x,y))$

1) Приведение к предваренной форме: (для этого нужно исключить импликацию)

$\neg(\exists x \forall y A(x,y)) \vee \neg(\forall x \exists y B(x,y))$

Применим законы де Моргана:

$\forall x(\neg(\forall y A(x,y))) \vee \exists x(\neg(\exists y B(x,y)))$

$\forall x(\exists y(\neg A(x,y))) \vee \exists x(\forall y(\neg B(x,y)))$

Перенесем кванторы:

$\forall x \underline{\exists y}\ \underline{\exists m} \forall n (\neg A(x,y) \vee \neg B(m,n))$

получим предваренную форму

2) Элиминация кванторов существования:

$\forall x \forall n (\neg A(x,f(x)) \vee \neg B(f(n),n))$ –

– сколемовская стандартная форма (ССФ)

Адова Анна ИП-916

Адова Анна ИП-916

3) Элиминация кванторов всеобщности:

$\neg A(x, f(x)) \vee \neg B(f(n), n)$

получим мн-во предложений:

$S = \{ \neg A(x, f(x)) \vee \neg B(f(n), n) \}$

Будем доказывать выводимость так: $F \vdash \varnothing$.

$\neg(\exists x \forall y\, A(x, y)) \to \neg(\neg(\forall x \exists y\, B(x, y)))$

$\neg(\neg(\exists x \forall y\, A(x, y)) \vee \neg(\neg(\forall x \exists y\, B(x, y))))$

$\exists x \forall y\, A(x, y) \,\&\, \neg \forall x \exists y\, B(x, y) \equiv$

$\exists x \forall y\, A(x, y) \,\&\, \exists x \forall y\, \neg(B(x, y))$

Перенос кванторов по законам дистрибутивности:

$\exists x \forall y\, (A(x, y) \,\&\, \neg B(x, y))$

23

Элиминация квантора существования:

$\forall y\, (A(a, y) \,\&\, \neg B(a, y))$

элиминация кванторов всеобщности:

$A(a,y) \land \neg B(a,y)$

$S = \{A(a,y), \neg B(a,y)\}$

Теперь можно применить метод резолюций:

Среди данного множества предложений нет резольвирующих. Значит, формула не является общезначимой.

Ответ: проверка формулы на общезначимость методом резолюций показала, что формула не является такой.

Задача 8.

Построить машину Тьюринга для вычисления функции. Внешний алфавит состоит только из 0 и 1, 0 - пустой

Ядова Анна ИП-916

(24)

символ. Пояснение по построению программы для МТ обязательны. Проверить работу машины Тьюринга для конкретных значений x, y и нарисовать граф, соответствующий построенной МТ. (8б)

$f(x,y)=2x+6y$

Логика решения поставленной задачи:

Я решила разбить данную задачу на 3 подзадачи:

1) умножение числа X (X любое положительное целое) на 2.

2) умножение числа y на 6 (y любое положительное целое)

3) сложение двух чисел (2X, 6y, целые положительные)

Агдова Анна ИП-916

25

При умножении 2 на x, много
было решено через 1 разделяющий
ноль влево от числа x дописывать
по две единицы на каждую
удаленную единицу с конца x.
После перемножения требуется
удалить лишнюю единицу,
полученную в результате до-
записи двух единиц при зати-
рании последней единицы x,
означающей число 0, вторая
лишняя единица будет высту-
пать в качестве „нулевой"
единицы числа. То же самое
для y, за исключением того,
что результат записывается
вправо от y, и затирание
числа y начинается с первой,
а не последней, единицы y.
И, соответственно, дорожка 6,

Ядова Анна ИП-916

а не 2 единиц, а также зати-
рание на последней итерации
5, а не 1 единицы.

Для сложения двух чисел, раз-
деленных неизвестным количест-
вом нулей, я решила перезапи-
сывать последнюю единицу пра-
вого (второго) числа на одну
позицию левее „нулевой" единица
этого числа, пока между двумя
числами не останется разде-
ляющих нулей.

Затем, передвигаем каретку
влево и затираем самую первую
единицу результирующего
числа, являющуюся мнимой
„нулевой" единицей в результате
сложения двух чисел.

; умножение 2 на x (влево резуль-
тат)

q_1 1
q_1 0
q_2 1
q_2 0
q_3
q_3
q_4
q_4
q_5

Агибова Анна ИП-916

27

$q_1 1 \to 1 R q_1$; проходим x вправо

$q_1 0 \to 0 L q_2$; пройдя x возвращаемся на его последнюю единицу.

$q_2 1 \to 0 L q_3$; если единица есть, затираем ее

$q_2 0 \to 0 L q_7$; если единицы нет, уходим в q_7

$q_3 1 \to 1 L q_3$; проходим x влево

$q_3 0 \to 0 L q_4$; оставляем 0 – разделитель x и x·2

$q_4 1 \to 1 L q_4$; проходим результат 2x влево

$q_4 0 \to 1 L q_5$; добавляем к результату первую из двух 1.

$q_5 0 \to 1 R q_6$; добавляем к результату вторую из двух 1

$q_6 1 \to 1 R q_6$; проходим результат вправо

$q_6 0 \to 0 R q_1$; перешагиваем 0 между 2x и x

$q_7 1 \to 0 R q_8$; убираем лишнюю 1 при умножении нуля на два (ноль – одна 1)

; идем до y

$q_8 0 \to 0 R q_8$; проходим все 0 до y

Ядова Анна ИП-916

29

Адова Анна ИП-916

$q_8 1 \rightarrow 0 R q_9$; затираем одну 1 у Y. начинаем умножение

; умножаем 6 на y

$q_9 1 \rightarrow 1 R q_9$; проходим y вправо

$q_9 0 \rightarrow 0 R q_{10}$; перешагиваем через 0 - разделитель между y и 6y

$q_{10} 1 \rightarrow 1 R q_{10}$; проходим результат 6 • y вправо

$q_{10} 0 \rightarrow 1 R q_{11}$; добавляем первую 1 при умножении

$q_{11} 0 \rightarrow 1 R q_{12}$; добавляем вторую 1

$q_{12} 0 \rightarrow 1 R q_{13}$; третью

$q_{13} 0 \rightarrow 1 R q_{14}$; четвертую

$q_{14} 0 \rightarrow 1 R q_{15}$; пятую

$q_{15} 0 \rightarrow 1 L q_{16}$; шестую и уходим влево

$q_{16} 1 \rightarrow 1 L q_{16}$; проходим результат влево

$q_{16} 0 \rightarrow 0 L q_{17}$; перешагиваем ноль между y и 6y

$q_{17} 1 \rightarrow 1 L q_{17}$; проходим y влево

$q_{17} 0 \rightarrow 0 R q_{18}$; устанавливаем каретку на первую 1 у Y

$q_{18}\ 1 \to 1Hq_8$; проверка не кончился ли y если нет, то продолжаем умножение

$q_{18}\ 0 \to 0Rq_{19}$; если y кончился, то начинаем

$q_{19}\ 1 \to 0Rq_{20}$; убираем первую машинную 1.

$q_{20}\ 1 \to 0Rq_{21}$; вторую

$q_{21}\ 1 \to 0Rq_{22}$; третью

$q_{22}\ 1 \to 0Rq_{23}$; четвертую

$q_{23}\ 1 \to 0Rq_{24}$; пятую

$q_{24}\ 0 \to 0Rq_{24}$; проходим до 6y

$q_{24}\ 1 \to 1Rq_{25}$;

; сложение 2x и 6y

$q_{25}\ 1 \to 1Rq_{25}$; проходим 6y вправо

$q_{25}\ 0 \to 0Lq_{26}$; устанавливаем каретку на последнюю единицу 6y

$q_{26}\ 1 \to 0Lq_{27}$; затираем последнюю единицу у 6y для переноса её вперед

$q_{27}\ 1 \to 1Lq_{27}$; проходим 6y влево

$q_{27}\ 0 \to 1Lq_{28}$; дописываем вперед ранее затертую единицу

Ядова Анна ИП-916

30

$q_{28}\ 0 \to 0Rq_{24}$; проверяем если перенос бу ещё не дошел, продолжаем перенос.

$q_{28}\ 1 \to 1Lq_{29}$; если 2х и бу сложить до 2х

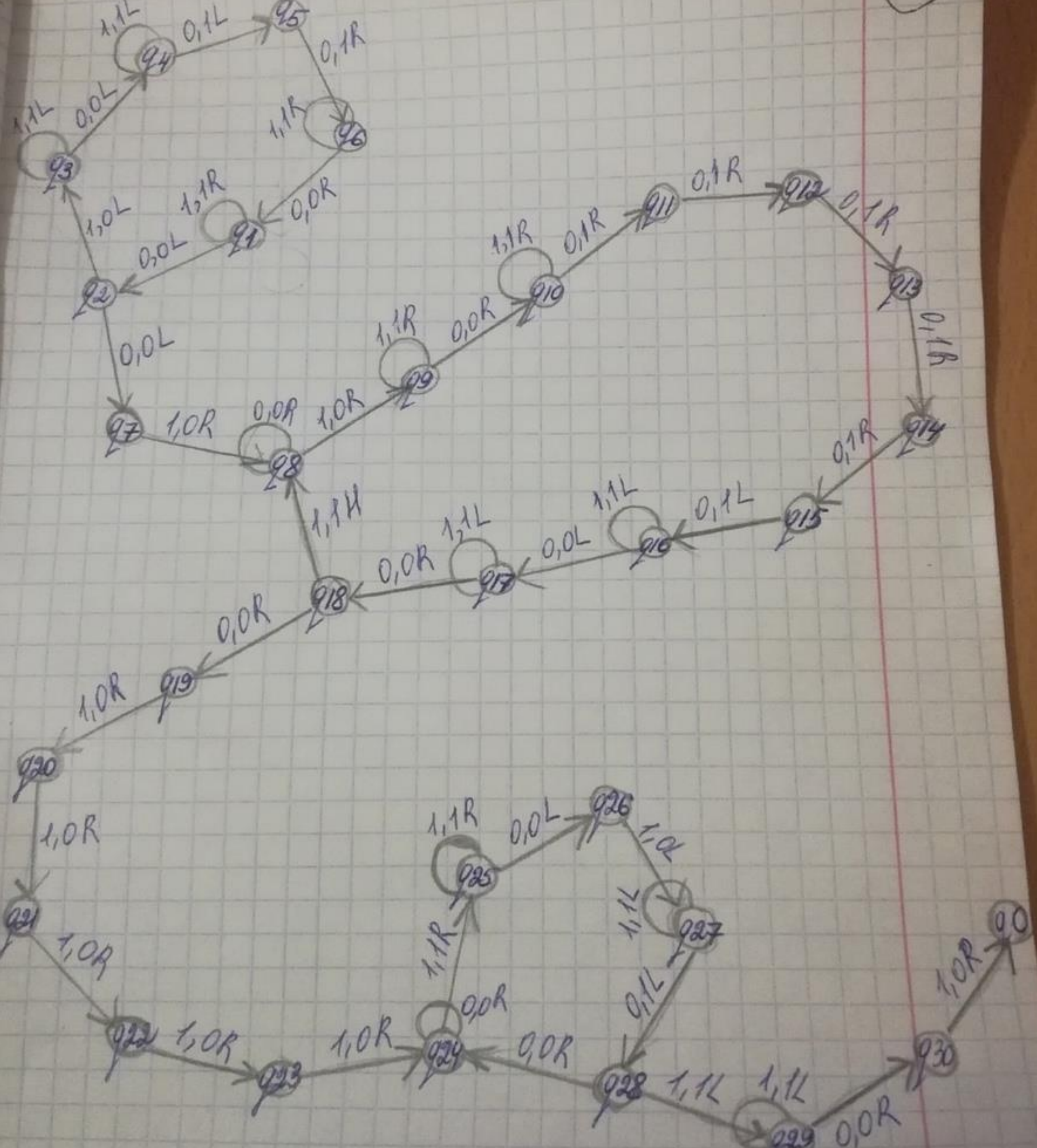
$q_{29}\ 1 \to 1Lq_{29}$; проходим сумму влево

$q_{29}\ 0 \to 0Rq_{30}$; устанавливаем каретку на первую единицу суммы

$q_{30}\ 1 \to 0Rq_{0}$; затираем лишнюю единицу при сложении двух чисел и устанавливаем каретку на первую единицу результирующего числа.

Агова Анна ИП-916

31


q1
q2
q3
q4
q5
q6
q7
q8
q9
q10
q11
q12
q13
q14
q15
q16
q17
q18
q19
q20
q21
q22
q23
q24
q25
q26
q27
q28
q29
q30
q0
1,1L
0,0L
1,1L
0,1L
0,1R
1,1R
0,0R
1,1R
1,0L
0,0L
0,0L
1,0R
0,0R
1,0R
1,1R
0,0R
1,1R
0,1R
0,1R
0,1R
0,1R
0,1R
0,1L
1,1L
0,0L
1,1L
0,0R
1,1H
0,0R
1,0R
1,0R
1,0R
1,0R
1,0R
1,1R
0,0R
1,1R
0,0L
1,0L
1,1L
0,1L
0,0R
1,1L
1,1L
0,0R
1,0R