

**Критерии оценивания заданий заключительного этапа  
по направлению «Компьютерные системы и сети»**

Задания по направлению состояли только из инвариантной части. Для того, чтобы претендовать на статусы медалиста, дипломанта I, II, III степени, участникам необходимо набрать наибольшее число баллов за все задания.

Номер задания	Максимальный балл	Учёт в рейтинге по направлению
1. Технологии программирования	20	✓
2. Схемотехника	20	✓
3. Базы данных	20	✓
4. Вычислительные системы	20	✓
5. Компьютерные сети	20	✓

**Решения задания № 1**

**1) Моделирование нейронной сети**

Моделирование нейронной сети показано на рис. 1.

1.1 Инициализация входных сигналов  $inputs := [0,1,0]$

1.2 Инициализация весов от трех входных сигналов к первому слою из двух нейронов произвольными значениями от 0 до 1

1.3 Инициализация весов от первого слоя ко второму произвольными значениями от 0 до 1

1.4 Задание функции активации выходного нейрона:

Согласно заданию необходимо реализовать функцию сигмоид, которая даёт положительное значение на выходе (давать премию), если её значение больше и равно 0,5 и имеет следующую формулу

Выход := Sigmoid(x) :=  $1/(1+\exp(-x))$ .

1.5 Расчет нейронов скрытого слоя

Для каждого j-го нейрона скрытого слоя входной сигнал определяется как взвешенная сумма входных сигналов  $inputs[i]$  с учётом их весов ( $weight_{1\_ji}$ ) от входного слоя к скрытому

$input_{1\_1\_11} := weight_{1\_11} * inputs[1]$

$input_{1\_1\_12} := weight_{1\_12} * inputs[2]$

$input_{1\_1\_13} := weight_{1\_13} * inputs[3]$

$input_{1\_1} := input_{1\_1\_11} + input_{1\_1\_12} + input_{1\_1\_13}$

$input_{1\_1\_21} := weight_{1\_21} * inputs[1]$

$input_{1\_1\_22} := weight_{1\_22} * inputs[2]$

$input_{1\_1\_23} := weight_{1\_23} * inputs[3]$

$input_{1\_2} := input_{1\_1\_21} + input_{1\_1\_22} + input_{1\_1\_23}$

$output_{1\_1} := Sigmoid(input_{1\_1})$

$output_{1\_2} := Sigmoid(input_{1\_2})$



### 1.6 Расчет выходного нейрона

На два входа выходного нейрона поступает взвешенная сумма сигналов от скрытого слоя к выходному (output\_1\_1, output\_1\_2) с учётом их весов (weight\_2\_1, weight\_2\_2)

$inputs\_2\_1 := output\_1\_1 * weight\_2\_1$

$inputs\_2\_2 := output\_1\_2 * weight\_2\_2$

$inputs\_2 := inputs\_2\_1 + inputs\_2\_2$

Выходной сигнал выходного нейрона формируется согласно сигмоидной функции

$output\_2 := Sigmoid(input\_2)$

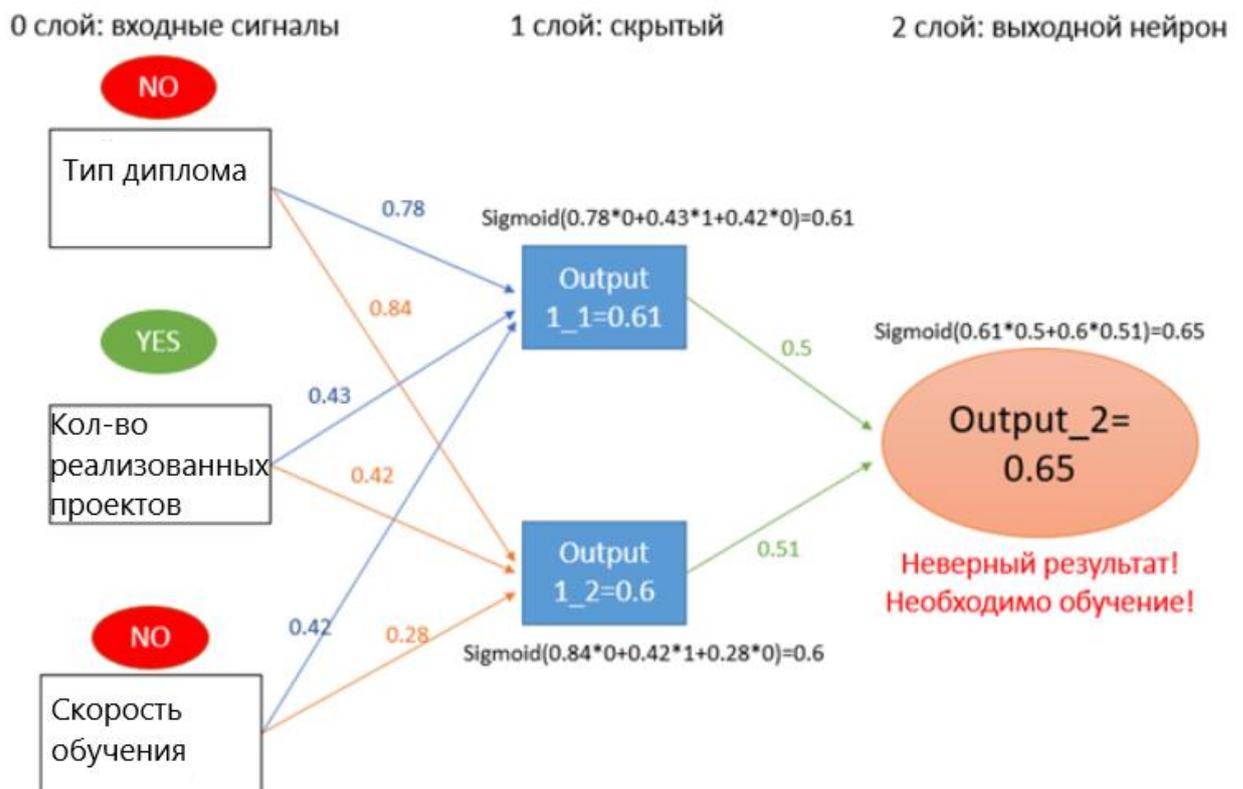


Рис. 1. Моделирование нейронной сети



## 2) Обучение нейронной сети

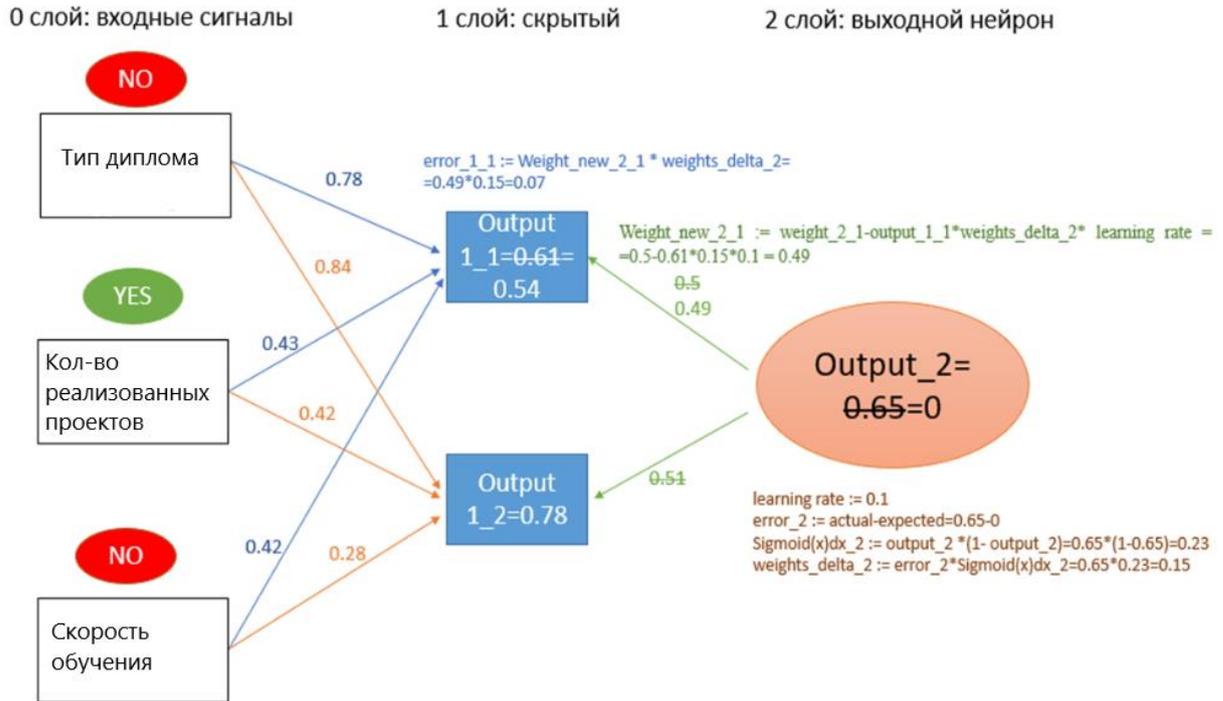


Рис. 2. Обучение нейронной сети

Для обучения нейронной сети (рис. 2) предлагается использовать алгоритм обратного распространения ошибки, который включает несколько итераций, повторяющихся пока не будет достигнута ожидаемая точность результата при выбранном методе оценки качества.

### 2.1 Инициализация скорости обучения:

Обучение начинается с конца схемы. Первое, мы задаем погрешность обучения – необходимую разницу между полученным и ожидаемым результатом. Эта величина должна стремиться к 0, если принципиальным является точность результата.

learning rate := 0,1

### 2.2 Корректировка весов от выходного нейрона к скрытому слою.

### 2.3 Корректировка весов от скрытого слоя к входным сигналам

## 3) Тренировка нейронной сети

### 3.1. Задание верной тренировочной выборки

Верной будет считаться выборка, содержащая верные входные сигналы для получения положительного выходного сигнала.

Train :=  
 [[(0,0,0),0],[(0,0,1),0],[(0,1,0),0],[(0,1,1),0],[(1,0,0),0],[(1,0,1),1],[(1,1,0),0],[(1,1,1),1]]

### 3.2 Введение метода оценки качества

Обозначим ожидаемые результат из выборки Train Y1, а полученный результат Y2. Тогда

Y2 := Output\_2



Выберем для оценки качества метод среднеквадратичной ошибки (Min Squared Error)

$$MSE := (Y1 - Y2)^2$$

3.3 Выбор числа тренировочных итераций

Выберем этот показатель равным 1000 итераций, что является достаточным для уточнения весовых коэффициентов.

3.4 Проверка результата тренировки с помощью метода оценки качества.

### Критерии оценивания решения задания № 1

За полностью верное решение дается 20 баллов, которые начисляются по следующему правилу.

1. Ответ не представлен (0 баллов).
2. Ответ неверный, но предприняты попытки решения задачи (+1 балл).
3. Частично построены рисунки (+1 балл).
4. Верно построены рисунки (+2 балла).
5. Верно смоделирована искусственная нейронная сеть (+4 балла, за каждую ошибку снимается по 1 баллу).
6. Верно выбрана тренировочная выборка (+3 балла, за каждую ошибку снимается 1 балл).
7. Верно реализован алгоритм обратного распространения ошибки от выходного нейрона к скрытому слою (+4 балла, за каждую ошибку снимается по 1 баллу).
8. Верно реализован алгоритм обратного распространения ошибки от скрытого слоя к входным сигналам (+4 балла, за каждую ошибку снимается по 1 баллу).
9. Верно структурирован алгоритм обратного распространения ошибки (+3 баллов, за ошибку снимается 1 балл).

### Пример одного из способов решения задания № 2

На первом этапе необходимо выявить закономерности в переключении вентиляторов. Из результата анализа закономерностей будет предложена соответствующая схема. На втором этапе из собранных закономерностей реализуется схема управления системой вентиляторов.

В основе схемы управления предлагается использовать триггеры, в частности D-триггер, по сути, устройство памяти способное запоминать информацию и обновлять ее с поступлением на тактовый вход переднего фронта тактового сигнала. То есть состояние выходов D-триггера определяется комбинацией сигналов на его входе предыдущего такта. Как другой вариант решения использовать логические элементы формирующие сигнал на выходе сразу же при изменении сигнала на входе.

1. Закономерности для каждого вентилятора.

**Первый вентилятор – Fan №1.** Первый вентилятор работает в режиме: два цикла



включен, два цикла выключен. Данный режим напоминает режим счета, но с переключением в два такта. Один из способов реализации такого режима это схема счетчика на двух D-триггеров. Обычный счетчик на основе одного D-триггера будет менять свое состояние на противоположное с каждым тактом. То есть схема счетчика на основе двух D-триггерах будет менять состояние на выходе каждый второй такт.

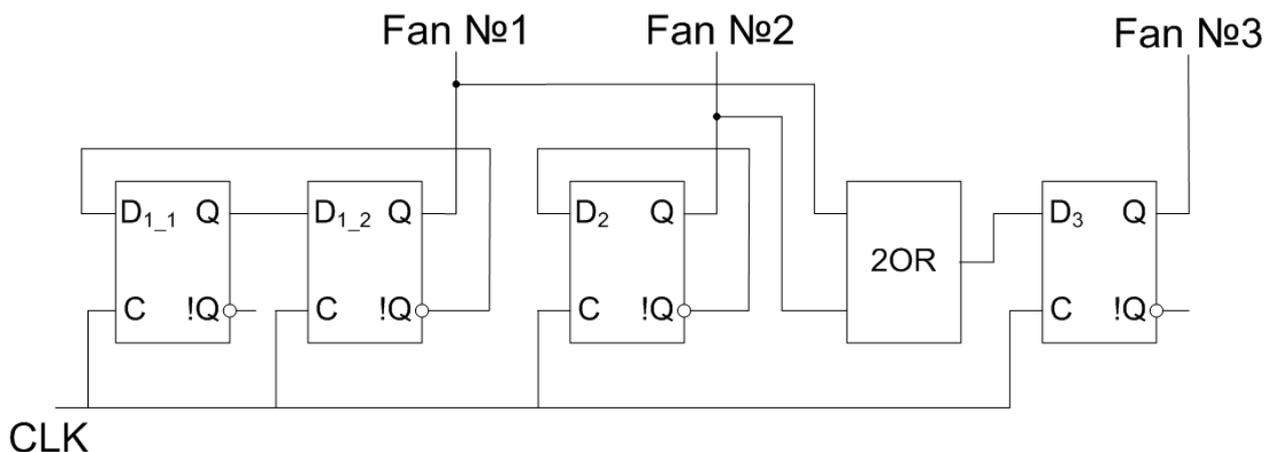
Другой способ – выявить закономерность переключения Fan №1 на основе состояний системы. В частности, можно заметить, что сигнал Fan №1 является результатом выполнения логической операции Эквивалентность для сигналов Fan №1 и Fan №2 предыдущего такта. После выполнения логической операции результат записывается в D-триггер и отображается при следующем такте.

**Второй вентилятор – Fan №2.** Второй вентилятор работает в режиме: цикл включен, цикл выключен, то есть состояния чередуются. По сути, ситуация аналогична первому вентилятору только проще – достаточно использовать один D-триггер в режиме счета.

**Третий вентилятор – Fan №3.** Третий вентилятор работает в постоянном режиме: три цикла включен, один цикл выключен. Для реализации такого режима предлагается рассмотреть закономерности переключения вентилятора на основе состояний системы. Можно заметить, что состояние вентилятора Fan №3 является дизъюнкцией сигналов с Fan №1 и Fan №2 предыдущего такта. После выполнения логической операции результат записывается в D-триггер и отображается при следующем такте.

## 2. Схема управления светофором.

Схема, реализующая вышеописанные закономерности, представлена на рисунке ниже.



Все триггеры подключаются к одному тактовому сигналу и переключаются одновременно.

Вход триггера  $D_{1_1}$  замкнут на инвертированный выход  $!Q$  триггера  $D_{1_2}$ , это позволяет реализовать переключение состояние триггера  $D_{1_2}$  раз в два такта.

Вход триггера  $D_2$  замкнут на инвертированный выход  $!Q$  этого же триггера, это означает, что при каждом переднем фронте сигнала синхронизации, значение триггера будет меняться на обратное состояние от текущего состояния на выходе



Q.

На вход триггера D<sub>3</sub> подключен элемент реализующий функцию логического сложения с двумя входами (2OR). На вход элемента 2OR подключаются прямые выходы с триггеров реализующие состояния Fan №1 и Fan №2.

### Критерии оценивания решения задания № 2

Что оценивается	Баллы
<b>А) Составление схемы, реализующей переключения</b>	<b>10</b>
<i>собранный схема реализует 4 последовательных состояния</i>	8 баллов
<i>собранный схема реализует 3 последовательных состояния</i>	6 баллов
<i>собранный схема реализует 2 последовательных состояния</i>	3 баллов
<i>схема реализована на основе JK-/D-триггерах с синхронным управлением</i>	+2 балла
<i>в схеме допущены ошибки разной значимости</i>	-(1÷5) баллов
<b>Б) Приведены пояснения/расчеты/формулы к схеме</b>	<b>10</b>
<i>приведено верное пояснения принципа работы схемы для 4 состояний</i>	10 баллов
<i>приведено верное пояснения принципа работы схемы для 3 состояний</i>	8 баллов
<i>приведено верное пояснения принципа работы схемы для 2 состояний</i>	5 баллов
<i>в описании допущены ошибки разной значимости</i>	-(1÷5) баллов



### Решение задания № 3

Схема БД:



**Запросы:**

- 1) `select * from Модели_оружия where стоимость = (select max(стоимость) from Модели_оружия);`
- 2) `select * from Клиенты where номер_абонемента IN (select T.абонемент from Тренировки T, Используемое_оружие И, Оружие О where T.идентификатор = И.id_тренировки and И.id_оружия = О.серия_номер and О.владелец is null);`

### Критерии оценивания решения задания № 3

Задание в части баз данных касается проектирования баз данных, реляционной модели данных и языка SQL. За полностью верное решение дается 20 баллов. Наличие нижеперечисленных ошибок в ответе снижает оценку следующим образом.

- 1) Неверное определение первичных ключей: снижение оценки на 2 балла за каждую ошибку.
- 2) Неверное определение внешних ключей: снижение оценки на 2 балла за каждую ошибку.
- 3) Отсутствие указания атрибутов, которые являются первичными и внешними ключами: снижение оценки на 1 балл за каждую ошибку.
- 4) Отсутствие указания обязательности/необязательности связей: снижение оценки на 2 балла.
- 5) Отсутствие указания кардинальности связей: снижение оценки на 2 балла.
- 6) Объединение любых двух связанных отношений в одно, нарушающее вторую или третью нормальные формы: снижение оценки на 2 балла за каждую ошибку.



- 7) Необоснованное разбиение любого из отношений на два, разрывающее функциональную зависимость 1:1: снижение оценки на 2 балла за каждую ошибку.
- 8) Неверное распределение атрибутов по отношениям: снижение оценки на 1 балл за каждую ошибку.
- 9) Оставление одного или всех составных атрибутов без изменений: снижение оценки на 2 балла.
- 10) Неверные SQL-запросы (не решающие поставленные задачи или содержащие ошибки): снижение оценки до 4-х баллов за каждый запрос в зависимости от характера ошибок:
  - a. Неверная логика – 4 балла.
  - b. Неправильные условия соединения таблиц или их отсутствие – 2 балла.
  - c. Нарушение условий группирования – 2 балла.
  - d. Использование неверных операторов сравнения или предикатов – 1 балл.
  - e. Другие синтаксические ошибки – 1 балл.

Схема БД: максимальная оценка 12 баллов.

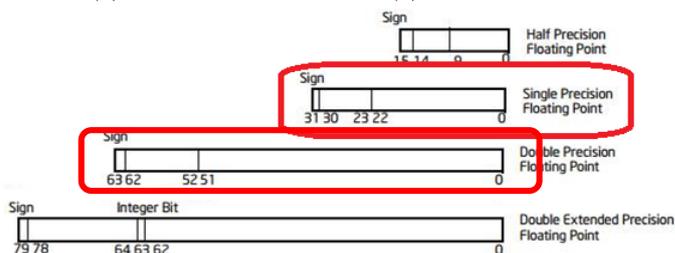
Запросы: максимальная оценка 8 баллов.

#### Решение задания № 4

Правильный ответ:  $C < B < A$

##### Объяснение.

Формат long signed integer предполагает, что число A - целое со знаком (знак=старший бит), имеет размер 4 байта (32 двоичных разряда), и кодируется у Intel в дополнительном коде.



Type	Approximate Size in Bits	Minimal and Maximal Range
signed short int	16	-32768 to +32767
signed long int	32	-2147483648 to +2147483647

Формат single precision floating point (или стандартизированный binary32) предполагает, что число C действительное, со знаком (в старшем бите), имеет размер 4 Байт (32 двоичных разряда) и кодируется согласно стандарту представления дробных чисел в прямом коде. Согласно формату double precision floating point (или стандартизированный binary64) число B действительное, со знаком (в старшем бите), имеет размер 8 Байт (64 двоичных разряда) и кодируется согласно стандарту представления дробных чисел в прямом коде. Найдём эти числа в дампе памяти.



Адреса байтов

00403000 00403001 00403002

Число В 00403011

Число С 00403029

Число А 0040300С

Address	Hex dump
00403000	DC 00 14 00 F0 E5 E7 F3 EB FC F2 FE FF FF FF 01
00403010	EE 00 00 00 00 00 00 F0 3F E8 F1 EB EE 20 CC C5
00403020	CC 31 20 EA F0 E0 F2 ED EE 00 00 50 C0 32 00 F7
00403030	E8 F1 EB EE 20 CC C5 CC 31 20 ED E5 20 EA F0 E0
00403040	F2 ED EE 20 CC C5 CC 32 00 00 00 00 00 00 00 00

На рисунке в задании представлен шестнадцатеричный код байтов памяти, где пары шестнадцатеричных цифр задают содержимое одного байта. Тогда, согласно заданию, надо сравнить числа со следующими кодами

- А по адресу 0x0040300С - FF FF FF 01
- В по адресу 0x00403011 - 00 00 00 00 00 00 F0 3F
- С по адресу 0x00403029 - 00 00 50 C0.

Согласно архитектуре процессоров Интел они используют «Little Endian» принцип размещения многобайтовых величин, что означает расположения числа, начиная с младших его байтов и адресом числа является адрес его младшего байта. Т.е. правильная привычная нам запись шестнадцатеричных кодов заданных чисел будет следующая:

- А = 01 FF FF FF  
или в двоичном представлении 0000 0001 11111111 11111111 11111111,
- В = 3F F0 00 00 00 00 00 00  
или в двоичном представлении 0011 1111 1111 0000 00 ... .. 00,
- С = C0 50 00 00  
или в двоичном представлении 11000000 01010000 00000000 00000000.

Число А представлено дополнительным кодом, который имеет следующую структуру разрядов. Первым слева (старшим) разрядом числа является его знак: («+» кодируется двоичным нулём, «-» кодируется двоичной единицей).

31	30	0
Знак числа	Дополнительный код значения	
0	000 0001 11111111 11111111 11111111	

Переведем его в прямой код и десятичную систему счисления: **A<sub>10</sub> = +33 554 431.**

Структура формата ЧПЗ (число В и С) предполагает, что первым слева (старшим) разрядом числа является его знак: («+» кодируется двоичным нулём, «-» кодируется двоичной единицей). Первая двоичная цифра числа «1», значит число С отрицательное. Формат binary32 предполагает следующую структуру разрядов:

Число	Знак числа	Экспонента (смещенный порядок)	Мантисса без целой части	Мантисса с целой частью
С	C[31]=1	C[30÷23]=10000000	C[22÷0]=10100... .. ...00	1,101



B	$B[63]=0$	$B[62:52]=011\ 1111$ 1111	$B[51:0]=0000\ 00\ \dots\ \dots$ ... 00	1,0
---	-----------	------------------------------	--	-----

Как видим, число B – положительное, а C – отрицательное.

У числа B истинный порядок вычисляется как разность экспоненты, которая хранится в разрядах 62÷52 и константы +1023 и равен  $11\ 1111\ 1111\ (1023) - 11\ 1111\ 1111\ (1023) = 0$ .

Согласно стандарту хранения ЧПЗ в нормализованном формате его целая часть всегда равна единице, которая не хранится в разрядах числа (но подразумевается). Потому мы допишем её к дробной части, которая храниться в разрядах 51÷0.

В результате мы получим следующее число ЧПЗ (в двоичной системе):

$$B_2 = +1,00000000\ 00000000\ 00000000 \times 2^0 = +(1,0)_2$$

$$B_{10} = +1,0$$

Экспонента числа C для binary32 формируется как истинный порядок со смещением на +127 (111 1111).

У числа C истинный порядок вычисляется как разность экспоненты, которая хранится в разрядах 30÷23 и константы +127 и равен  $1000\ 0000 - 111\ 1111 = +1$ .

Согласно стандарту хранения ЧПЗ в нормализованном формате его целая часть всегда равна единице, которая не хранится в разрядах числа (но подразумевается). Потому мы допишем её к дробной части, которая храниться в разрядах 22÷0.

В результате мы получим следующее число ЧПЗ (в двоичной системе):

$$C_2 = -1,10100000\ 00000000\ 00000000 \times 2^{+1} = -(11,01)_2 = -(1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-2}) = -3,25.$$

$$C_{10} = -3,25$$

Сравнивая три числа, получим, что  $C(-3,25) < B(+1,0) < A(+33\ 554\ 31)$ .

**Ответ: C<B<A**

#### Критерии оценивания решения задания № 4

Оценивается знание архитектуры компьютера (память и система команд); понятность изложения хода решения, полнота ответов. За полностью верное решение дается 20 баллов.

Что оценивается	Баллы
<b>А) Поиск числа в памяти по указанному адресу</b>	<b>6</b>
<i>Все числа найдены верно</i>	6 баллов
<i>Есть ошибка в определении адреса одного числа</i>	-1 балл
<i>Есть одна ошибка в определении длины кода числа</i>	-1 балл
<i>Все числа найдены неверно</i>	0
<b>Б) Запись байтов числа из памяти согласно архитектуре процессора</b>	<b>3</b>
<i>Числа представлены верно</i>	3 балла
<i>Допущена ошибка при определении порядка байтов в одном числе</i>	-1 балл
<i>Представление чисел не выполнено</i>	0
<b>В) Представление чисел согласно формату представления разных</b>	<b>6</b>



<b>ТИПОВ ДАННЫХ</b>	
Числа представлены верно	6 баллов
Допущена ошибка при представлении ЧПЗ	-2 балла
Допущена ошибка при представлении одного целого числа	-2 балла
Перевод чисел не выполнен	0
<b>Г) Вычисление десятичного значения чисел согласно стандарту представления данных</b>	<b>4</b>
Числа представлены верно	4
Допущена ошибка при вычислении десятичного значения ЧПЗ	-2 балл
Допущена ошибка при вычислении десятичного значения в одном целом числе	-1 балл
Перевод чисел не выполнен	0
<b>Д) Сравнение чисел согласно правилам машинной арифметики</b>	<b>1</b>
Сравнение выполнено верно	1 балл
Сравнение выполнено с ошибками или не выполнено	0

### Решение задания № 5

- Здесь и далее значок  $\cap$  означает метрику соединения между двумя роутерами. Тогда:
 
$$R_1 \cap R_2 = \frac{100 \text{ Мб/с}}{1 \text{ Гб/с}} = 0,1; R_1 \cap R_7 = \frac{100 \text{ Мб/с}}{100 \text{ кб/с}} = 1000; R_1 \cap R_8 = \frac{100 \text{ Мб/с}}{1 \text{ Гб/с}} = 0,1;$$

$$R_2 \cap R_3 = \frac{100 \text{ Мб/с}}{100 \text{ Мб/с}} = 1; R_2 \cap R_7 = \frac{100 \text{ Мб/с}}{100 \text{ кб/с}} = 1000; R_3 \cap R_5 = \frac{100 \text{ Мб/с}}{10 \text{ Мб/с}} = 10;$$

$$R_3 \cap R_8 = \frac{100 \text{ Мб/с}}{10 \text{ Мб/с}} = 10; R_4 \cap R_5 = \frac{100 \text{ Мб/с}}{1 \text{ Гб/с}} = 0,1; R_4 \cap R_6 = \frac{100 \text{ Мб/с}}{1 \text{ Гб/с}} = 0,1;$$

$$R_6 \cap R_7 = \frac{100 \text{ Мб/с}}{100 \text{ кб/с}} = 1000; R_7 \cap R_8 = \frac{100 \text{ Мб/с}}{1 \text{ Мб/с}} = 100.$$
- Маршрут OSPF:  $LAN \rightarrow R_1 \rightarrow R_2 \rightarrow R_3 \rightarrow R_5 \rightarrow R_4 \rightarrow WAN$   
 Метрика RIP:  $R = R_1 \cap R_2 + R_2 \cap R_3 + R_3 \cap R_5 + R_5 \cap R_4 = 0,1 + 1 + 10 + 0,1 = 11,2$ .  
 Суммирование по остальным маршрутам дают большую метрику, начиная максимум со второго прыжка.
- Маршрут RIP:  $LAN \rightarrow R_1 \rightarrow R_7 \rightarrow R_6 \rightarrow R_4 \rightarrow WAN$   
 Метрика RIP:  $R = R_1 \cap R_7 + R_7 \cap R_6 + R_6 \cap R_4 = 1 + 1 + 1 = 3$ .  
 Все остальные маршруты состоят более чем из 3 прыжков.
- В пути, оптимальном согласно протоколу RIP, находятся каналы шириной 100 кб/с. Этой скорости недостаточно для современных услуг Интернета, создавая «узкое горлышко», поэтому при таком маршруте ухудшатся характеристики качества услуги. Несмотря на то, что протокол OSPF предлагает путь, который состоит из большего количества прыжков, этот маршрут проходит через высокоскоростные каналы и потому оптимален.
- На роутере  $R_4$  для выхода из частной во внешнюю сеть должна быть настроена технология преобразования сетевых адресов (NAT). Существует 3 базовых концепции трансляции адресов: статическая (Static Network Address



Translation), динамическая (Dynamic Address Translation), маскарадная (NAPT, NAT Overload, PAT).

Статический NAT – отображение незарегистрированного IP-адреса на зарегистрированный IP-адрес на основании один к одному. Особенно полезно, когда устройство должно быть доступным снаружи сети.

Динамический NAT – отображает незарегистрированный IP-адрес на зарегистрированный адрес из группы зарегистрированных IP-адресов.

Динамический NAT также устанавливает непосредственное отображение между незарегистрированными и зарегистрированными адресами, но отображение может меняться в зависимости от зарегистрированного адреса, доступного в пуле адресов, во время коммуникации.

Перегруженный NAT (NAPT, NAT Overload, PAT, маскарадинг) – форма динамического NAT, который отображает несколько незарегистрированных адресов в единственный зарегистрированный IP-адрес, используя различные порты. Известен также как PAT (Port Address Translation). При перегрузке каждый компьютер в частной сети транслируется в тот же самый адрес, но с различным номером порта.

#### **Критерии оценивания решения задания № 5**

П. 1 – максимум 4 балла. Механическая ошибка за ошибку в вычислении метрики: -1 балл.

П.2 – максимум 4 балла. Посчитана метрика: 2 балла. Доказано, что другие маршруты дают большую метрику: 2 балла.

П.3 – максимум 4 балла. Посчитана метрика: +2 балла. Доказано, что другие маршруты дают большую метрику: +2 балла.

П.4 – максимум 4 балла, в зависимости от широты ответа. Не указано, что самый короткий маршрут по прыжкам может быть не оптимален: -2 балла.

П.5 – максимум 4 балла, в зависимости от широты ответа. Не названа технология NAT – 0 баллов. Указана технология Port Forwarding вместо NAT – 1 балл. Названа технология, но не перечислены разновидности – 2 балла. Указана и технология, и разновидности – 4 балла.