

**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	✓

**Задание №1. Технологии программирования**

Таксопарк «Комфорт» планирует ввести в качестве помощника нейронную сеть для принятия решения о дальнейшей эксплуатации транспортного средства на основе диагностики. Пусть целью диагностики является выявление неисправностей со следующими критериями оценивания: 1) Двигатель транспортного средства неисправен – оценка «0», двигатель исправен – оценка «1»; 2) Ходовая часть транспортного средства неисправна – оценка «0», ходовая часть исправна – оценка «1»; 3) На кузове автомобиля есть царапины – оценка «0»; кузов не имеет царапин – оценка «1».

Необходимо представить в виде алгоритма моделирование искусственной нейронной сети, принимающей решение о допуске транспортного средства к эксплуатации:

- эксплуатация разрешена (значение выходного нейрона = 1) при выполнении всех критериев или при выполнении первых двух критериев и невыполнении критерия 3;

- эксплуатация запрещена (значение выходного нейрона = 0) при прочих условиях.

Сеть должна включать 2 ассоциативных элемента (нейроны скрытого слоя) в первом скрытом слое, 2 элемента во втором скрытом слое и 1 реагирующий элемент (выходной нейрон), использовать для принятия решения сигмоидную функцию нейрона. Предложить алгоритм обучения нейронной сети.

**Решение задания №1**

В качестве нейронной сети в этой задаче подойдет многослойный перцептрон. Для обучения нейронной сети воспользуемся алгоритмом обратного распространения ошибки. На вход сети поступают сигналы на основании количества критерий оценивания, на каждый ассоциативный элемент должно приходиться по 3 сигнала с разным весом, выходной нейрон должен принимать



однобитовое решение. Коэффициенты весов сигналов от нейронов расставим произвольным образом. При обучении веса будут скорректированы.

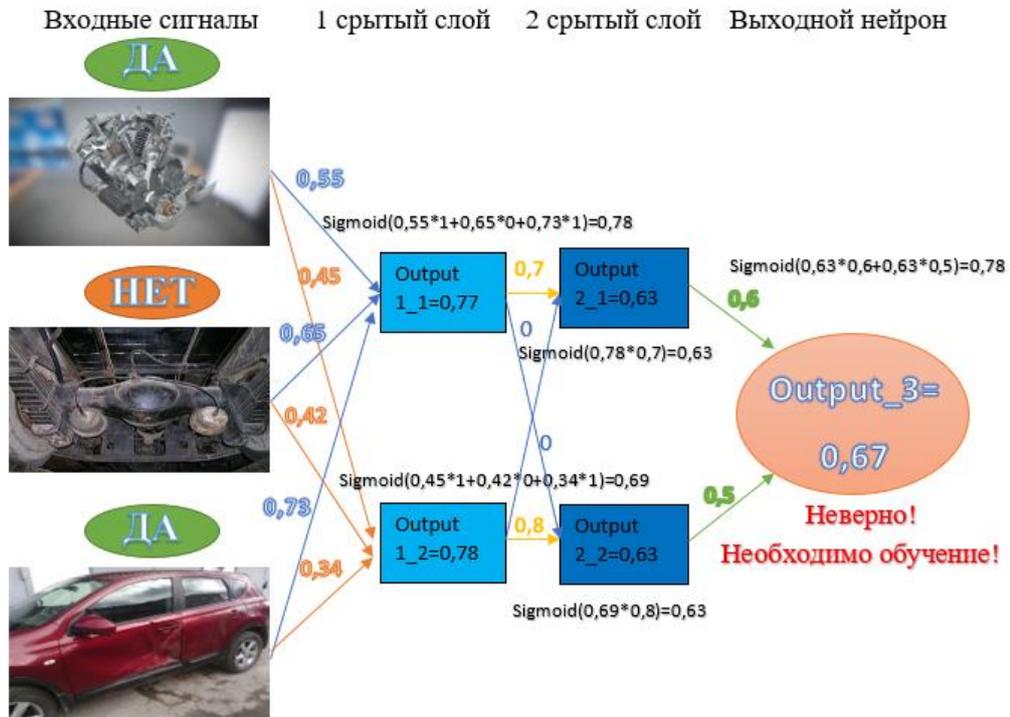


Рисунок 1 – Моделирование нейронной сети

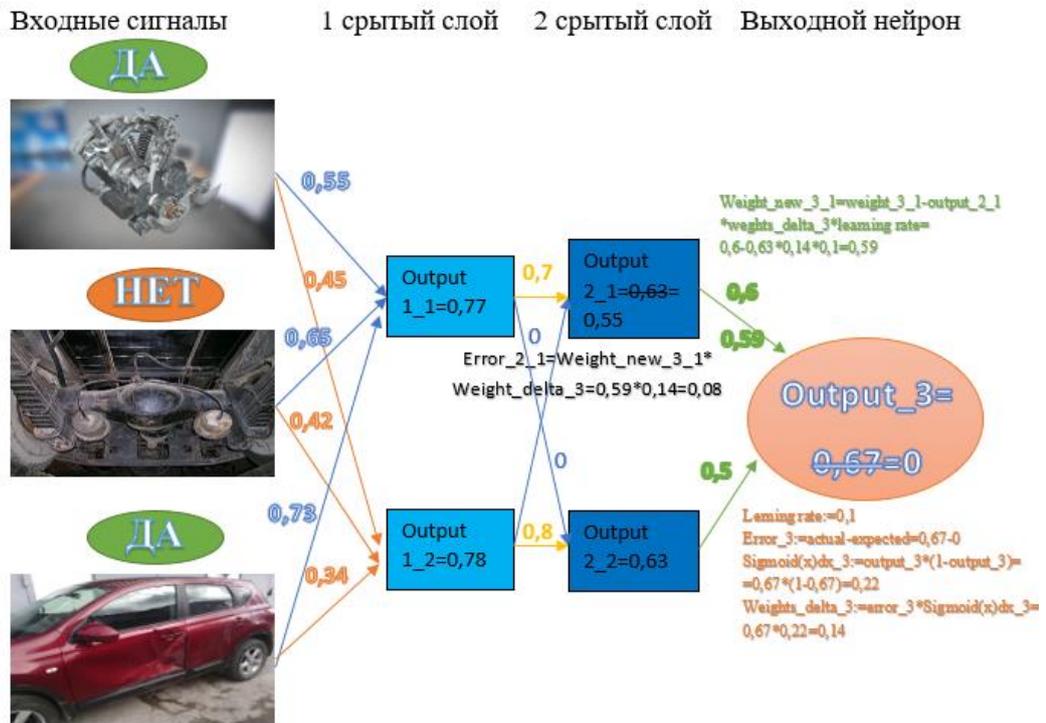


Рисунок 2 – Реализация алгоритма обратного распространения ошибки



## Алгоритм

Начало

1. Моделирование нейронной сети (см рис. 1)

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

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

Вес от первого входного сигнала к первому нейрону скрытого слоя:

$$weight_{1\_11} := 0.55$$

Вес от второго входного сигнала к первому нейрону скрытого слоя:

$$weight_{1\_12} := 0.65$$

Вес от третьего входного сигнала к первому нейрону скрытого слоя:

$$weight_{1\_13} := 0.73$$

Вес от первого входного сигнала ко второму нейрону скрытого слоя:

$$weight_{1\_21} := 0.45$$

Вес от второго входного сигнала ко второму нейрону скрытого слоя:

$$weight_{1\_22} := 0.42$$

Вес от третьего входного сигнала ко второму нейрону скрытого слоя:

$$weight_{1\_23} := 0.34$$

1.3 Инициализация весов от первого слоя ко второму и от второго к третьему произвольными значениями от 0 до 1

Вес от первого нейрона скрытого слоя к первому нейрону второго скрытого слоя:

$$weight_{2\_11} := 0.7$$

Вес от первого нейрона скрытого слоя ко второму нейрону второго скрытого слоя:

$$weight_{2\_12} := 0$$

Вес от второго нейрона скрытого слоя ко второму нейрону второго скрытого слоя:

$$weight_{2\_21} := 0.8$$

Вес от второго нейрона скрытого слоя к первому нейрону второго скрытого слоя:

$$weight_{2\_22} := 0$$

Вес от первого нейрона второго скрытого слоя к выходному нейрону:

$$weight_{3\_1} := 0.6$$

Вес от второго нейрона второго скрытого слоя к выходному нейрону:

$$weight_{3\_2} := 0.5$$

1.4 Задание функции активации выходного нейрона:

$$\text{Sigmoid}(x) := 1/(1+\exp(-x))$$

1.5 Расчет нейронов скрытого слоя

Сумма умножения весов ( $weight_{1\_11}, weight_{1\_12}, weight_{1\_13}$ ) от входного слоя к скрытому на  $inputs$

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

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

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

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



$inputs_{1_2} :=$  Сумма умножение весов ( $weight_{1_21}$ ,  $weight_{1_22}$ ,  $weight_{1_23}$ ) от входного слоя к скрытому на  $inputs$

$input_{1_1_21} := weight_{1_21} * inputs[1]$

$input_{1_1_22} := weight_{1_22} * inputs[2]$

$input_{1_1_23} := weight_{1_23} * inputs[3]$

$input_{1_2} := input_{1_1_21} + input_{1_1_22} + input_{1_1_23}$

Расчет нейронов 1 скрытого слоя:

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

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

Расчет нейронов 2 скрытого слоя:

$output_{2_1} := Sigmoid(output_{1_1} * weight_{2_2})$

$output_{2_2} := Sigmoid(output_{1_2} * weight_{2_1})$

1.6 Расчет выходного нейрона

$output_{3} := Sigmoid(output_{2_1} * weight_{3_1} + output_{2_2} * weight_{3_2})$

Обучение на основе обратного распространение ошибки (см рис. 2)

2.1 Инициализация скорости обучения:

$learning\ rate := 0,1$

Расчет ошибки выходного нейрона:

$error_{3} := Output_{3} - 1 / error_{3} := actual - expected$

Производная сигмоидной функции выходного нейрона:

$Sigmoid(x)dx_{3} := output_{3} * (1 - output_{3})$

Расчет величины сдвига весов от выходного нейрона к скрытому слою:

$weights\_delta_{3} := error_{3} * Sigmoid(x)dx_{3}$

2.2 Корректировка весов от выходного нейрона ко второму скрытому слою:

$Weight\_new_{3_1} := weight_{3_1} - output_{2_1} * weights\_delta_{3} * learning\ rate$

$Weight\_new_{3_2} := weight_{3_2} - output_{2_2} * weights\_delta_{3} * learning\ rate$

2.3 Корректировка весов от второго к первому скрытому слою.

Расчет ошибки первого нейрона второго скрытого слоя:

$Error_{2_1} = Weight\_new_{3_1} * Weight\_delta_{3}$

Расчет величины сдвига весов от второго скрытого слоя к первому:

$weights\_delta_{2} := error_{2_1} * Sigmoid(x)dx_{2}$

Корректировка весов от второго скрытого слоя к первому: по аналогии с шагом 2.3

2.4 Корректировка весов от скрытого слоя к входным сигналам

Расчет ошибки первого нейрона скрытого слоя:

$error_{1_1} := Weight\_new_{3_1} * weights\_delta_{2}$



Производная сигмоидной функции первого нейрона скрытого слоя:

$$\text{Sigmoid}(x)dx_{1_1} := \text{output}_{1_1} * (1 - \text{output}_{1_1})$$

Расчет величины сдвига весов от первого нейрона скрытого слоя к входным сигналам:

$$\text{weights\_delta}_{1_1} := \text{error}_{1_1} * \text{Sigmoid}(x)dx_{1_1}$$

Корректировка весов от первого нейрона скрытого слоя к входным сигналам:

$$\text{Weight\_new}_{1_11} := \text{weight}_{1_11} - \text{inputs}[1] * \text{weights\_delta}_{1_1} * \text{learning rate}$$

$$\text{Weight\_new}_{1_12} := \text{weight}_{1_12} - \text{inputs}[2] * \text{weights\_delta}_{1_1} * \text{learning rate}$$

$$\text{Weight\_new}_{1_13} := \text{weight}_{1_13} - \text{inputs}[3] * \text{weights\_delta}_{1_1} * \text{learning rate}$$

Расчет ошибки второго нейрона скрытого слоя:

$$\text{error}_{1_2} := \text{Weight\_new}_{2_2} * \text{weights\_delta}_2$$

Производная сигмоидной функции первого нейрона скрытого слоя:

$$\text{Sigmoid}(x)dx_{1_2} := \text{output}_{1_2} * (1 - \text{output}_{1_2})$$

Расчет величины сдвига весов от второго нейрона скрытого слоя к входным сигналам:

$$\text{Weights\_delta}_{1_2} := \text{error}_{1_2} * \text{Sigmoid}(x)dx_{1_2}$$

Корректировка весов от второго нейрона скрытого слоя к входным сигналам:

$$\text{Weight\_new}_{1_21} := \text{weight}_{1_21} - \text{inputs}[1] * \text{weights\_delta}_{1_2} * \text{learning rate}$$

$$\text{Weight\_new}_{1_22} := \text{weight}_{1_22} - \text{inputs}[2] * \text{weights\_delta}_{1_2} * \text{learning rate}$$

$$\text{Weight\_new}_{1_23} := \text{weight}_{1_23} - \text{inputs}[3] * \text{weights\_delta}_{1_2} * \text{learning rate}$$

Задание верной тренировочной выборки

$$\text{Train} := [([0,0,0],0),([0,0,1],0),([0,1,0],0),([0,1,1],0),([1,0,0],0),([1,0,1],0),([1,1,0],1),([1,1,1],1)]$$

3.1 Введение метода оценки качества

Y1 \ \ ожидаемые результат из выборки Train

Y2 := Output\_3 \ \ полученный результат

$$\text{MSE} := (Y1 - Y2)^2$$

3.2 Тренировка нейронной сети за 1000 итераций

3.3 Проверка результата тренировки с помощью метода оценки качества

Конец

### Критерии оценивания решения задания №1

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

1. Ответ не представлен (0 баллов).

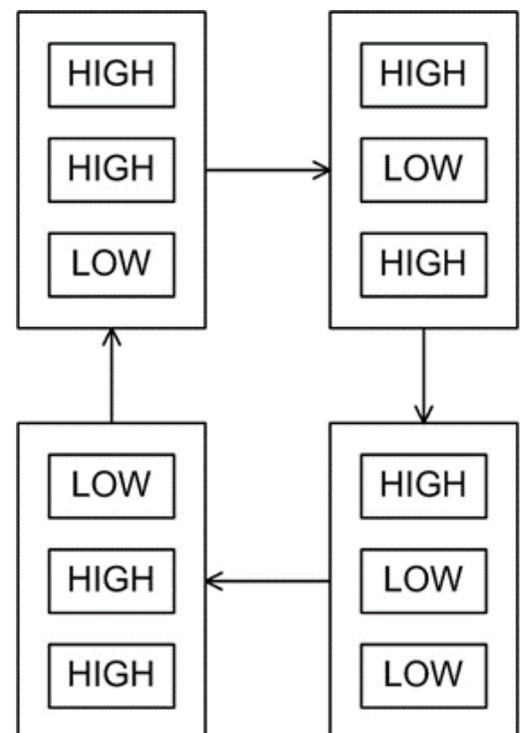


2. Ответ неверный, но предприняты попытки решения задачи (+1 балл).
3. Частично построены рисунки (+1 балл).
4. Верно построены рисунки (+2 балла).
5. Верно смоделирована искусственная нейронная сеть (+4 балла, за каждую ошибку снимается 1 балл).
6. Верно выбрана тренировочная выборка (+3 балла, за каждую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

## Задание № 2. Схемотехника

Завод по производству упаковок для сока оснащен системой, обеспечивающей мониторинг и управление производственными процессами в реальном времени. Одним из элементов системы является три высокотехнологических насоса для перекачивания клея и красок, работающих в переменном режиме. Стабильная работа насосов обеспечивается алгоритмом регулировки частоты вращения их моторов, представленным на рисунке. Насос работает в режиме высокой мощности (HIGH), когда на его вход подан сигнал логическая «1» и работает в режиме малой мощности (LOW) когда сигнал на входе логический «0». Переключение режимов происходит по срабатыванию тактового сигнала, меняющегося раз в секунду.

Составить схему управления насосами на основе логических элементов и/или JK-/D-триггерах с синхронным управлением. В качестве входного сигнала используется тактовый сигнал в форме меандра.





## Пример одного из способов решения задания №2

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

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 насоса.

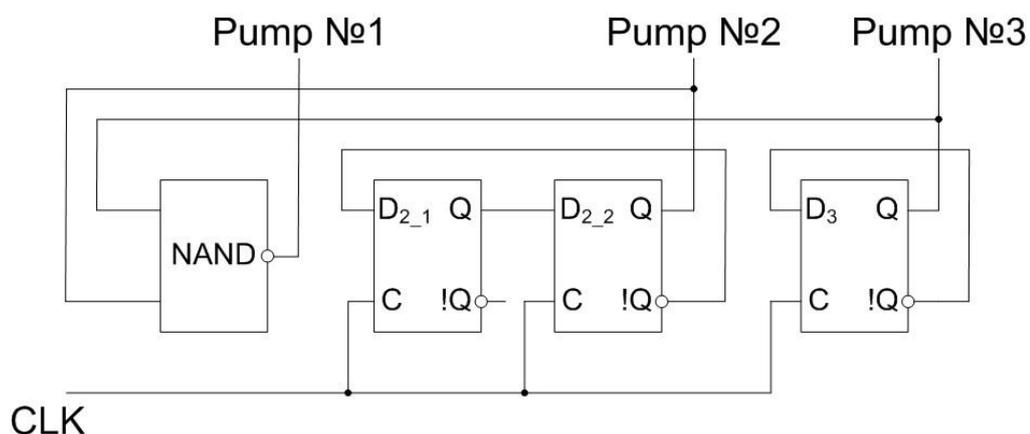
**Первый насос.** Первый насос работает в следующем режиме: три цикла подряд HIGH, один цикл LOW. При рассмотрении системы в целом выявляется закономерность, что в рамках одного цикла состояние первого насоса определяется результатом выполнения логической операции И-НЕ для состояния второго и третьего насосов.

**Второй насос.** Второй насос работает в режиме: два цикла подряд HIGH, два цикла подряд LOW. Данный режим напоминает режим счета, но с переключением в два такта. Один из способов реализации такого режима – это схема на двух D-триггерах в режиме счета. Такая схема будет менять состояние на выходе каждый второй такт.

**Третий насос.** Третий насос работает в режиме: цикл HIGH, цикл LOW, то есть состояния чередуются. По сути, ситуация аналогична второму насосу только проще – достаточно использовать один D-триггер в режиме счета.

### 2. Схема управления насосами.

Схема, реализующая вышеописанные закономерности, представлена на рисунке ниже.





Все триггеры подключаются к одному тактовому сигналу и переключаются одновременно.

Вход триггера  $D_{2,1}$  замкнут на инвертированный выход  $!Q$  триггера  $D_{2,2}$ , это позволяет реализовать переключение состояние триггера  $D_{2,2}$  раз в два такта.

Вход триггера  $D_3$  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  $Q$ .

Прямые выходы  $Q$  с триггеров  $D_{2,2}$  и  $D_3$  подключаются на элемент реализующий функцию логического умножения с инверсией (NAND). Выход данного элемента отображает состояние первого насоса.

Также необходимо обратить внимание, что для корректной работы схемы перед началом работы необходимо установить на триггерах  $D_{2,1}$ ,  $D_{2,2}$  и  $D_3$  начальные значения. Триггеры  $D_{2,1}$  и  $D_3$  устанавливается в значение логического «0». Триггер  $D_{2,2}$  в значение логической «1».

### Критерии оценивания задания №2

Максимальная оценка за задание – 20 баллов.

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

### Задание №3. Базы данных

Для предметной области «Театр» приведите к третьей нормальной форме отношение «Состав на представления», включающее следующие атрибуты: ФИО артиста, Название спектакля, Название роли, Дата и время представления. Состав определяет перечень артистов, участвующих в представлении. Например, если в



спектакле «Война и мир» на роль графа Ильи Андреевича Ростова назначены Андрей Ильин и Сергей Маковецкий, то в представлении этого спектакля, которое намечено на 20.03.2024, эту роль будет играть один из них.

Особенности предметной области:

1. В одном спектакле может быть одна или несколько ролей, каждая роль относится к одному спектаклю;
2. На каждую роль в одном спектакле может быть назначен один или несколько артистов;
3. Каждый артист может быть назначен на одну или несколько ролей в одном спектакле;
4. На каждом представлении исполняется один спектакль, каждый спектакль может быть сыгран много раз;
5. В одном представлении каждую роль исполняет один артист.

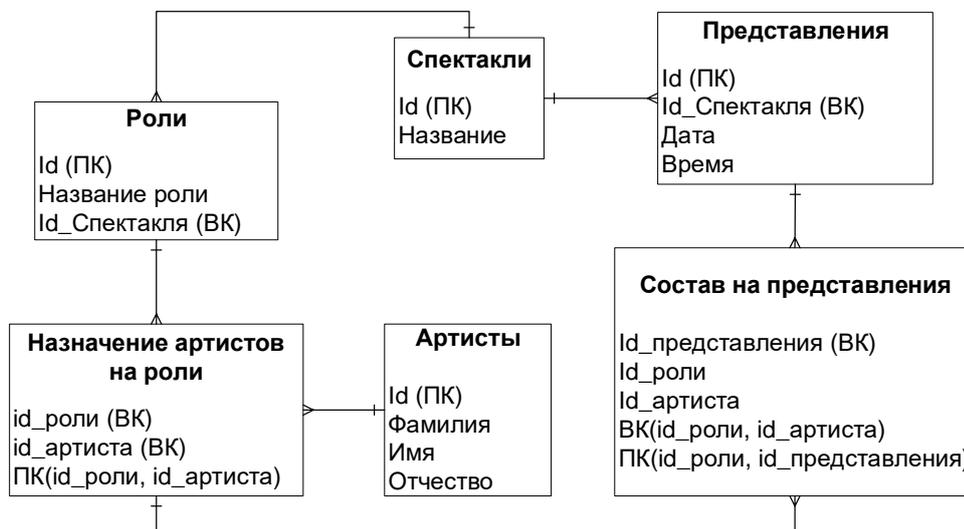
Результат представьте в виде схемы базы данных в одной из общеупотребительных нотаций. Для каждого отношения приведите перечень атрибутов с указанием первичных ключей (ПК) и внешних ключей (ВК).

Напишите на SQL следующие запросы:

- 1) Роли, на которые назначен единственный артист.
- 2) Спектакли, для которых нет представлений на следующую неделю (на следующие 7 дней, начиная с завтрашнего дня).

### Решение задания №3

Схема БД:



Запросы:

- 1) 

```
select id, Название_роли
from Роли, Назначение_артистов_на_роли
where id = id_роли
group by id, Название_роли
having count(*)=1;
```
- 2) 

```
select * from Спектакли
```



where id NOT IN (select id\_спектакля from Представления  
where Дата between current\_date+1 and current\_date+7);

### Критерии оценивания 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 или внешних ключей: снижение оценки на 1 балл за каждую ошибку.
- 2) Наличие многозначных 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) Объединение любых двух связанных отношений в одно, нарушающее вторую или третью нормальные формы: снижение оценки на 1 балл за каждую ошибку.
- 5) Отсутствие указания кардинальности связей или неверное указание: снижение оценки на 1 балл.
- 6) Необоснованное разбиение любого из отношений на два, разрывающее функциональную зависимость 1:1: снижение оценки на 1 балл за каждую ошибку.
- 7) Неверное распределение атрибутов по отношениям: снижение оценки на 1 балл за каждую ошибку.
- 8) Оставление составного атрибута без изменений: снижение оценки на 1 балл.
- 9) Отсутствие составного первичного или уникального ключа в таблице "Состав на представление", реализующее ограничение "в одном представлении каждую роль исполняет один артист": снижение оценки на 1 балл.
- 10) Наличие на схеме связей, обязательных в обе стороны, или связей многие-ко-многим: снижение оценки на 1 балл.
- 11) 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 – снижение оценки на 4 балла.
  - b. Грубая ошибка (например, использование агрегирующих функций в части where) – снижение оценки на 2 балла.
  - c. Нарушение условий группирования – снижение оценки на 1 балл.
  - d. Использование неверных операторов сравнения или предикатов, отсутствие некоторых условий селекции – снижение оценки на 1 балл.
  - e. Другие синтаксические ошибки – снижение оценки на 1 балл за каждую ошибку.

Схема БД: максимальная оценка 12 баллов.

Запросы: максимальная оценка 8 баллов.



### Задание №4. Вычислительные системы

На рисунке ниже изображен дамп памяти вычислительной системы на базе процессора с архитектурой Intel. Расположите по порядку (сравнив в десятичной системе счисления) три числа: A (short signed integer), B(single precision floating point), C (long signed integer), представленных HEX-кодами и расположенных по адресам (см. рис.):

A по адресу 0x00403002, B по адресу 0x00403019, C по адресу 0x00403025.

Address	Hex dump
00403000	32 00 F4 01 14 0C E9 FF FF 00 00 00 CC E0 E6 E0
00403010	ED EE E2 20 CC E0 EA F1 E8 00 00 A0 BF F0 E3 E5
00403020	E5 E2 E8 F7 2C FB FF FF FF F3 EF EA E0 20 E4 EE
00403030	EF F3 F1 F2 E8 EC E0 00 CF EE EA F3 EF EA E0 20
00403040	ED E5 E4 EE EF F3 F1 F2 E8 EC E0 2C 20 ED E5 F5

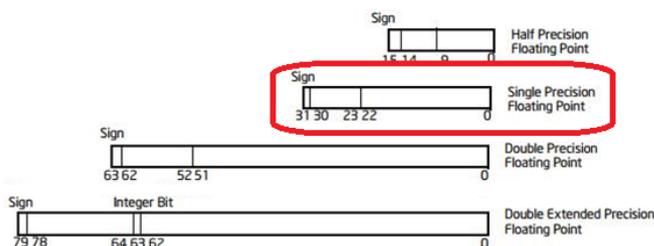
Запишите ответ в виде  $A=B>C$  или  $A<B<C$ . Объясните свои выводы и ход решения, комментируя: поиск чисел по адресу, определение длины чисел, преобразование согласно формату в десятичное представление, сравнение.

### Решение задания №4

Правильный ответ:  $A>B>C$

#### Объяснение.

Формат short signed integer предполагает, что число A - целое со знаком (знак=старший бит), имеет размер 2 байта (16 двоичных разрядов), и кодируется у Intel в дополнительном коде. Формат long signed integer предполагает, что число C - 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 B действительное, со знаком (в старшем бите), имеет размер 4 Байт (32 двоичных разряда) и кодируется согласно стандарту представления дробных чисел в прямом коде. Найдём эти числа в дампе памяти.



Адреса байтов

00403000    00403001    **Число А** 00403002    **Число С** 00403025    **Число В** 00403019

Address	Hex dump
00403000	32 00 <b>F4 01</b> 14 0C E9 FF FF 00 00 00 CC E0 E6 E0
00403010	ED EE E2 20 CC E0 EA F1 E8 <b>00 00 A0 BF</b> F0 E3 E5
00403020	E5 E2 E8 F7 2C <b>FB FF FF FF</b> F3 EF EA E0 20 E4 EE
00403030	EF F3 F1 F2 E8 EC E0 00 CF EE EA F3 EF EA E0 20
00403040	ED E5 E4 EE EF F3 F1 F2 E8 EC E0 2C 20 ED E5 F5

Длина строки 16 Байт

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

двухбайтовый код числа **A** по адресу 0x00403002 – F4 01

четырёхбайтовый код числа **B** по адресу 0x00403019 – 00 00 A0 BF

четырёхбайтовый код числа **C** по адресу 0x00403025 – FB FF FF FF.

Согласно архитектуре процессоров Intel 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:

- A = 01 F4  
или в двоичном представлении 0000 0001 1111 0100,
- B = BF A0 00 00  
или в двоичном представлении 1011 1111 1010 0000 0000.....0000,
- C = FF FF FF FB  
или в двоичном представлении 11111111 11111111 11111111 11111011.

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

15	14	0
Знак числа	Дополнительный код	
0 («+»)	000 0001 1111 0100	

Переведем его в прямой код (для положительного числа совпадает с дополнительным) и десятичную систему счисления:  $A_{10} = +500$ .

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



Число	Знак числа	Экспонента (смещенный порядок)	Дробная часть мантиссы	Мантисса с целой частью
В	$V[31]=1$ («-»)	$V[30÷23]=01111111$ (127)	$V[22÷0]=010\ 0000\ 00\dots00$	1,01

У числа В истинный порядок вычисляется как разность экспоненты, которая хранится в разрядах 30÷23 и константы +127 и равен  $0111\ 1111 - 111\ 1111 = 0$ .

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 22÷0.

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

$$V_2 = -1,01000000\ 00000000\ 00000000 \times 2^0 = - (1,01)_2 = - (1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-2}) = -1,25.$$

$$V_{10} = -1,25$$

Число С 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	
1 («-»)	111 1111 11111111 11111111 11111011	

Как видим, число С – отрицательное.

Переведем его в прямой код инвертированием всех бит и добавлением «1»  $[C_2]_{пр} = 00\dots00101$  и десятичную систему счисления с учетом знака:  $C_{10} = -5$

Сравнивая три числа, получим, что  $A (+500) > B (-1,25) > C (-5)$ .

**Ответ:  $A > B > C$**

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

### Задание №5. Компьютерные сети

Включает 4 задания.

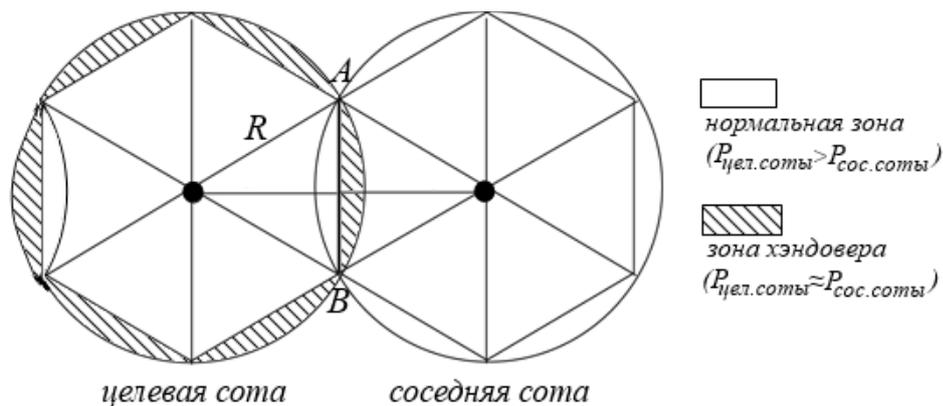
**Задание 1.** Эрланг - это единица измерения трафика в телекоммуникационных системах. 1 Эрланг (Эрл) равен использованию канала связи в течение одного часа. В городе Говорунов среднее время разговора по мобильному телефону равно 10 минутам. При этом жители совершают звонки с входной интенсивностью потока вызовов, равной 0,05 вызовов в секунду. Средняя удельная нагрузка от жителя города равна 0,015 Эрл.

**Вопрос 1.** Рассчитайте число  $N$  абонентов, проживающих в городе Говорунов?

**Задание 2.** Предположим, что покрытием целевой базовой станции, расположенной в городе Говорунов, является идеальная окружность с радиусом  $R$ . В радиусе действия базовой станции равномерно находится  $N$  абонентов (из предыдущей части).

Внутри соты формируются две зоны:

1. внутри вписанного правильного шестиугольника - нормальная, где мощность сигнала от целевой соты выше, чем от соседних сот.
2. за шестиугольником (см, рис.) - зона хэндовера, где мощности сигналов от нескольких базовых станций примерно равны, и устройство может перейти на обслуживание в соседнюю соту.



В случае, если мощности сигналов равны, мобильные устройства абонентов посылают запросы на хэндовер, и соседняя базовая станция удовлетворяет их. Предположим, что каждый второй абонент в зоне хэндовера запросил такой переход.

**Вопрос 2.** Рассчитайте число  $N_{\text{LEFT}}$  абонентов города Говорунов, ушедших на обслуживание в соседние соты?

**Задание 3.** До появления услуги VoLTE голосовые вызовы распространялись в домене коммутации каналов оператора. Объясните понятие «коммутации каналов». Назовите недостатки данного процесса.

**Задание 4.** Назовите преимущества передачи данных с помощью коммутации пакетов, а также основные параметры, характеризующие производительность передачи данных через пакетную сеть.

### Решение задания №5

**Задание 1.** Рассчитайте число  $N$  абонентов, проживающих в городе Говорунов.

*За час жители города создадут:  $0,05 \cdot 3600 = 180$  вызовов.*

*При этом займут каналы на  $180 \cdot 1/6 = 30$  часов (30 Эрл)*

*С другой стороны, общая нагрузка создается  $N$  удельными нагрузками, т. е. её создадут  $30/0,015 = 2000$  абонентов.*

**Задание 2.** Рассчитайте число  $N_{\text{LEFT}}$  абонентов города Говорунов, ушедших на обслуживание в соседние соты.

*Пусть  $A$  – событие, заключающееся в нахождении абонента в зоне хэндовера, а  $p(A)$  – вероятность этого события;  $B$  – запрос хэндовера и переход, а, соответственно  $p(B)$  – вероятность перехода. Вопрос задачи заключается в вычислении числа  $N_{\text{LEFT}} = N \cdot p(A) \cdot p(B)$ . При этом  $p(B) = 0,5$ , и остается неизвестным только  $p(A)$ . Поскольку нахождение абонента в любой точке окружности равновероятно, то  $p(A)$  совпадает с геометрической вероятностью нахождения абонента в зоне хэндовера, т.е. в заштрихованной зоне.*

*Из рисунка видно, что площадь заштрихованной зоны равна разности площадей описанной вокруг шестиугольника окружности и самого шестиугольника.*



В правильном шестиугольнике со стороной  $AB$  радиус описанной окружности равен стороне:  $R = AB$ .

$$\text{Соответственно, } S_{\text{handover}} = S_{\text{circle}} - S_{\text{hexagon}} = \pi R^2 - \frac{3R^2\sqrt{3}}{2} = R^2 \left( \pi - \frac{3\sqrt{3}}{2} \right).$$

И, наконец, по отношению к общей площади покрытия целевой соты такая зона занимает:

$$p(A) = \frac{S_{\text{handover}}}{S_{\text{circle}}} = \frac{R^2 \left( \pi - \frac{3\sqrt{3}}{2} \right)}{\pi R^2} = 1 - \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} \approx 0,173,$$

или 17,3% площади покрытия соты, что и является геометрической вероятностью нахождения абонента в зоне хэндовера  $p(A)$ .

Далее имеем:  $N_{\text{LEFT}} = 2000 * 0,173 * 0,5 = 173$  абонента.

**Задание 3.** Объясните понятие «коммутации каналов». Назовите недостатки данного процесса.

При коммутации каналов коммутационная сеть образует между конечными узлами непрерывный составной физический канал из последовательно соединенных коммутаторов промежуточных канальных участков. Условием того, что несколько физических каналов при последовательном соединении образуют единый физический канал, является равенство скоростей передачи данных в каждом из составляющих физических каналов. Равенство скоростей означает, что коммутаторы такой сети не должны буферизовать передаваемые данные.

Недостатки процесса коммутации каналов:

- В сети с коммутацией каналов перед передачей данных всегда необходимо выполнить процедуру установления соединения, в процессе которой и создается составной канал. И только после этого можно начинать передавать данные.
- Нерациональное использование пропускной способности физических каналов. Та часть пропускной способности, которая отводится составному каналу после установления соединения, предоставляется ему на все время, т.е. до тех пор, пока соединение не будет разорвано.

**Задание 4.** Назовите преимущества передачи данных с помощью коммутации пакетов, а также основные параметры, характеризующие производительность передачи данных через пакетную сеть.

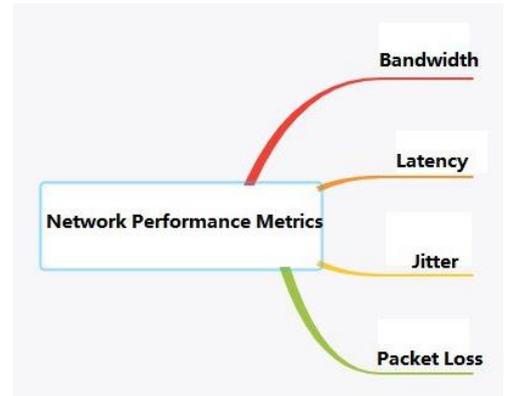
Достоинства коммутации пакетов:

1. Высокая общая пропускная способность сети при передаче пульсирующего трафика;
2. Возможность динамически перераспределять пропускную способность физических каналов связи между абонентами в соответствии с реальными потребностями их трафика.

Качество пакетной передачи данных характеризуют:



- пропускная способность - максимальное количество данных, которая она передает в единицу времени;
- задержка - промежуток времени, требуемый для передачи пакета через сеть;
- джиттер - задержка между двумя последовательными передачами пакетов;
- число(%) потерянных пакетов данных при передаче через сеть.



### Критерии оценивания задания №5

Задание 1 – максимум 5 баллов:

- правильные рассуждения – 2 балла;
- правильная итоговая формула для расчёта количества абонентов – 3 балла;
- механическая ошибка в вычислении количества абонентов: минус 1 балл.

Задание 2 – максимум 6 баллов:

- правильные рассуждения – 2 балла;
- правильная формула для расчета геометрической вероятности – 3 балла;
- правильная итоговая формула – 1 балл;
- механическая ошибка в вычислении количества абонентов: минус 1 балл.

Задание 3 – максимум 4 балла:

- объяснено понятие «коммутация каналов»: 2 балла;
- объяснены недостатки процесса коммутации каналов: 2 балла (частично – 1 балл);
- смысловые ошибки при объяснении любого термина: минус 1 балл за каждую, но не более 2 баллов.

Задание 4 – максимум 5 баллов:

- перечислены достоинства коммутации пакетов: 2 балла;
- названы характеристики производительности сетевого соединения – 2 балла (частично – 1 балл);
- даны краткие объяснения характеристикам – 1 балл;
- смысловые ошибки при объяснении любого термина: минус 1 балл за каждую, но не более 3 баллов.