

## **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	✓

### **ЗАДАЧА № 1. Технологии программирования**

#### **Задание**

В частной компании «Альфа», производящей роботы-пылесосы, задумались о самодиагностике устройств с целью своевременного информирования потребителя о неисправностях. Руководство компании предлагает анализировать основные системы устройств со следующими критериями оценивания: 1) Аккумулятор неисправен – оценка «0», аккумулятор исправен – оценка «1»; 2) Колеса неисправны - оценка «0», колеса исправны - оценка «1»; 3) Датчики неисправны - оценка «0», датчики исправны - оценка «1»; 4) Демпфер неисправен – оценка «0», демпфер исправен – оценка «1».

Представьте алгоритм моделирования искусственной нейронной сети, принимающей решение о дальнейшей эксплуатации робота-пылесоса:

- эксплуатация разрешена (значение выходного нейрона = 1) при выполнении всех критериев или при выполнении первых трех критериев и невыполнении критерия 4;

- 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.

#### **Задача № 1. Решение**

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 критериев оценивания, на каждый ассоциативный элемент должно приходиться по 4 сигнала с разным весом, выходной нейрон должен принимать однобитовое решение. Коэффициенты весов сигналов от нейронов расставим произвольным образом. При обучении веса будут скорректированы.

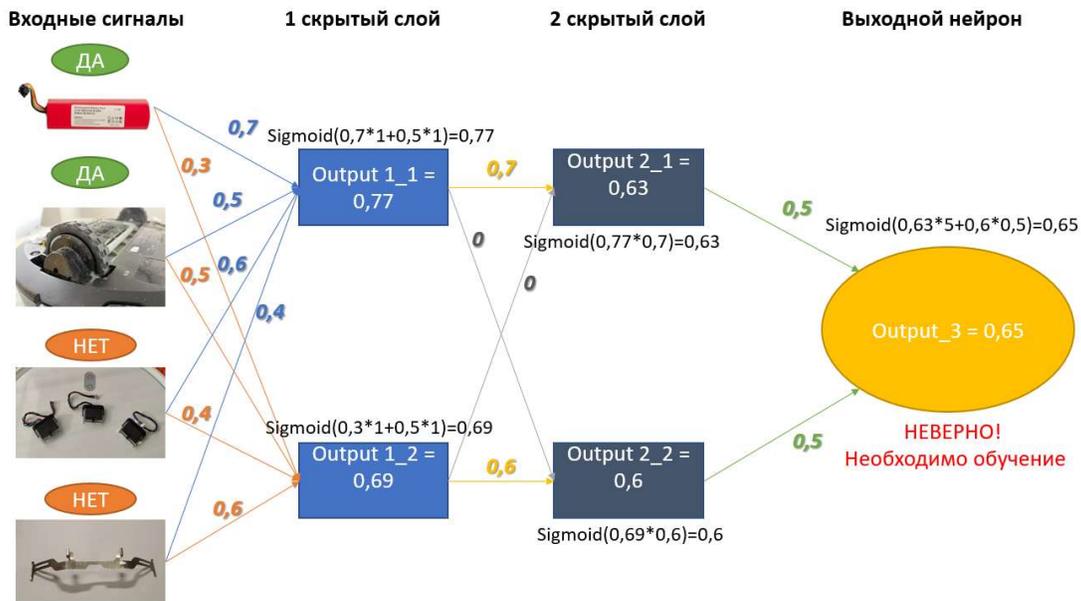


Рисунок 1 – Моделирование нейронной сети

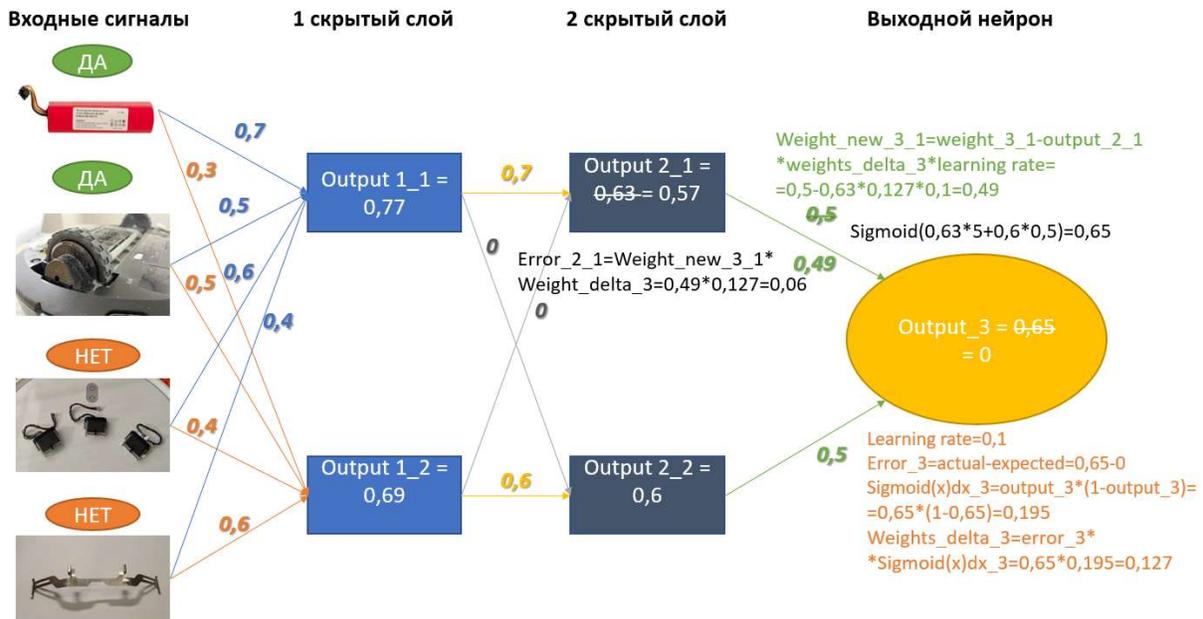


Рисунок 2 – Реализация алгоритма обратного распространения ошибки

## Алгоритм

Начало

1. Моделирование нейронной сети (см рис. 1)
  - 1.1 Инициализация входных сигналов  $\text{inputs} := [1, 1, 0]$

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:

$\text{weight\_1\_11} := 0.55$

Вес от второго входного сигнала к первому нейрону скрытого слоя:

$\text{weight\_1\_12} := 0.65$

Вес от третьего входного сигнала к первому нейрону скрытого слоя:

$\text{weight\_1\_13} := 0.73$

Вес от четвертого входного сигнала к первому нейрону скрытого слоя:

$\text{weight\_1\_14} := 0.75$

Вес от первого входного сигнала ко второму нейрону скрытого слоя:

$\text{weight\_1\_21} := 0.45$

Вес от второго входного сигнала ко второму нейрону скрытого слоя:

$\text{weight\_1\_22} := 0.42$

Вес от третьего входного сигнала ко второму нейрону скрытого слоя:

$\text{weight\_1\_23} := 0.34$

Вес от четвертого входного сигнала ко второму нейрону скрытого слоя:

$\text{weight\_1\_24} := 0.35$

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:

$\text{weight\_2\_11} := 0.7$

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

$\text{weight\_2\_12} := 0$

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

$\text{weight\_2\_21} := 0.8$

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

$\text{weight\_2\_22} := 0$

Вес от первого нейрона второго скрытого слоя к выходному нейрону:

$\text{weight\_3\_1} := 0.6$

Вес от второго нейрона второго скрытого слоя к выходному нейрону:

$\text{weight\_3\_2} := 0.5$

1.4 Задание функции активации выходного нейрона:

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

### 1.5 Расчет нейронов скрытого слоя

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

$\text{input}_{1\_1\_11} := \text{weight}_{1\_11} * \text{inputs}[1]$

$\text{input}_{1\_1\_12} := \text{weight}_{1\_12} * \text{inputs}[2]$

$\text{input}_{1\_1\_13} := \text{weight}_{1\_13} * \text{inputs}[3]$

$\text{input}_{1\_1\_14} := \text{weight}_{1\_14} * \text{inputs}[4]$

$\text{input}_{1\_1} := \text{input}_{1\_1\_11} + \text{input}_{1\_1\_12} + \text{input}_{1\_1\_13} + \text{input}_{1\_1\_14}$

$\text{inputs}_{1\_2} :=$  Сумма умножение весов ( $\text{weight}_{1\_21}$ ,  $\text{weight}_{1\_22}$ ,  $\text{weight}_{1\_23}$ ) от входного слоя к скрытому на  $\text{inputs}$

$\text{input}_{1\_1\_21} := \text{weight}_{1\_21} * \text{inputs}[1]$

$\text{input}_{1\_1\_22} := \text{weight}_{1\_22} * \text{inputs}[2]$

$\text{input}_{1\_1\_23} := \text{weight}_{1\_23} * \text{inputs}[3]$

$\text{input}_{1\_1\_24} := \text{weight}_{1\_24} * \text{inputs}[4]$

$\text{input}_{1\_2} := \text{input}_{1\_1\_21} + \text{input}_{1\_1\_22} + \text{input}_{1\_1\_23} + \text{input}_{1\_1\_24}$

Расчет нейронов 1 скрытого слоя:

$\text{output}_{1\_1} := \text{Sigmoid}(\text{input}_{1\_1})$

$\text{output}_{1\_2} := \text{Sigmoid}(\text{input}_{1\_2})$

Расчет нейронов 2 скрытого слоя:

$\text{output}_{2\_1} := \text{Sigmoid}(\text{output}_{1\_1} * \text{weight}_{2\_2})$

$\text{output}_{2\_2} := \text{Sigmoid}(\text{output}_{1\_2} * \text{weight}_{2\_1})$

### 1.6 Расчет выходного нейрона

$\text{output}_3 := \text{Sigmoid}(\text{output}_{2\_1} * \text{weight}_{3\_1} + \text{output}_{2\_2} * \text{weight}_{3\_2})$

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

### 2.1 Инициализация скорости обучения:

$\text{learning rate} := 0,1$

Расчет ошибки выходного нейрона:

$\text{error}_3 := \text{Output}_3 - 1/\text{error}_3 := \text{actual-expected}$

Производная сигмоидной функции выходного нейрона:

$\text{Sigmoid}(x)dx_3 := \text{output}_3 * (1 - \text{output}_3)$

Расчет величины сдвига весов от выходного нейрона к скрытому слою:

$\text{weights\_delta}_3 := \text{error}_3 * \text{Sigmoid}(x)dx_3$

### 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:

$Sigmoid(x)dx\_1\_1 := output\_1\_1 * (1 - output\_1\_1)$

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

$weights\_delta\_1\_1 := error\_1\_1 * Sigmoid(x)dx\_1\_1$

Корректировка весов от первого нейрона скрытого слоя к входным сигналам:

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

$Weight\_new\_1\_12 := weight\_1\_12 - inputs[2] * weights\_delta\_1\_1 * learning\ rate$

$Weight\_new\_1\_13 := weight\_1\_13 - inputs[3] * weights\_delta\_1\_1 * learning\ rate$

$Weight\_new\_1\_14 := weight\_1\_14 - inputs[4] * weights\_delta\_1\_1 * learning\ rate$

Расчет ошибки второго нейрона скрытого слоя:

$error\_1\_2 := Weight\_new\_2\_2 * weights\_delta\_2$

Производная сигмоидной функции первого нейрона скрытого слоя:

$Sigmoid(x)dx\_1\_2 := output\_1\_2 * (1 - output\_1\_2)$

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

$Weights\_delta\_1\_2 := error\_1\_2 * Sigmoid(x)dx\_1\_2$

Корректировка весов от второго нейрона скрытого слоя к входным сигналам:

$Weight\_new\_1\_21 := weight\_1\_21 - inputs[1] * weights\_delta\_1\_2 * learning\ rate$

$Weight\_new\_1\_22 := weight\_1\_22 - inputs[2] * weights\_delta\_1\_2 * learning\ rate$

$Weight\_new\_1\_23 := weight\_1\_23 - inputs[3] * weights\_delta\_1\_2 * learning\ rate$

$Weight\_new\_1\_24 := weight\_1\_24 - inputs[4] * weights\_delta\_1\_2 * learning\ rate$

3. Задание верной тренировочной выборки

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

3.1 Введение метода оценки качества

$Y1$  \\\ ожидаемые результат из выборки Train

$Y2 := \text{Output\_3}$  \\\ 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 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 балла, за ошибку снимается 1 балл).

## Рекомендуемая литература для подготовки к решению задания № 1

1. Michael Nielsen - Neural Networks and Deep Learning, chapter 2, 2015

## ЗАДАЧА № 2. Схемотехника

### Задание

В умном городе реализована система управления автоматическими шлюзами в водоканалах, обеспечивающая мониторинг и регулирование уровня воды в реальном времени. Одним из ключевых элементов системы являются три высокотехнологичных шлюзовых затвора, работающих в переменном режиме для оптимального распределения водных потоков. Стабильная работа затворов обеспечивается алгоритмом регулировки их положения, представленным в таблице. После завершения Четвертого цикла алгоритм запускается с Первого цикла.

Шлюзовой затвор находится в открытом положении (HIGH), когда на его вход подан сигнал логическая «1», и в закрытом положении (LOW), когда сигнал на входе логический «0». Переключение режимов происходит по срабатыванию тактового сигнала, меняющегося раз в секунду.

Составить схему управления шлюзовыми затворами на основе логических элементов и/или JK-/D-триггеров с синхронным управлением. В качестве входного сигнала используется тактовый сигнал в форме меандра. Начальное условие (состояние выходов триггеров в первый момент времени) указывается текстом, схему сброса не требуется реализовывать.

Номер затвора	Первый цикл	Второй цикл	Третий цикл	Четвертый цикл
Gate №1	HIGH	HIGH	LOW	LOW
Gate №2	LOW	HIGH	LOW	HIGH
Gate №3	LOW	LOW	LOW	HIGH

## Задача № 2. Решение

### Пример одного из способов решения

На первом этапе необходимо выявить закономерности в переключении затворов. 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 затвора.

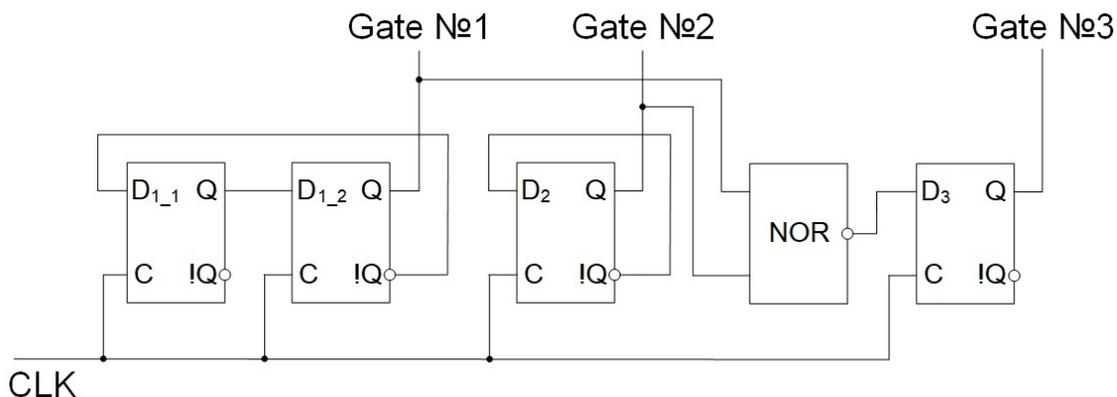
**Первый затвор.** Первый затвор работает в режиме: два цикла подряд HIGH, два цикла подряд LOW. Данный режим напоминает режим счета, но с переключением в два такта. Один из способов реализации такого режима — это схема на двух D-триггерах в режиме счета. Такая схема будет менять состояние на выходе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

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

**Третий затвор.** Третий затвор работает в следующем режиме: три цикла подряд LOW, один цикл HIGH. При рассмотрении системы в целом выявляется закономерность, что в рамках одного цикла состояние третьего затвора определяется результатом выполнения логической операции ИЛИ-НЕ для состояний первого и второго затворов предыдущего такта.

## 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<sub>1,1</sub> замкнут на инвертированный выход !Q триггера D<sub>1,2</sub>, это позволяет реализовать переключение состояние триггера D<sub>1,2</sub> раз в два такта. Выход Q триггера D<sub>2,2</sub> соответствует состоянию «Gate №1».

Вход триггера D<sub>2</sub> 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. Выход Q триггера D<sub>2</sub> соответствует состоянию «Gate №2».

Прямые выходы Q с триггеров D<sub>1,2</sub> и D<sub>2</sub> подключаются на элемент реализующий функцию логического сложения с инверсией (NOR). Результат этой операции подается на информационный вход триггера D<sub>3</sub> и записывается на выход Q при следующем такте. Таким образом, результат NOR приходит на «Gate №3» только на следующий такт.

Необходимо обратить внимание, что для корректной работы схемы перед началом работы необходимо установить на триггерах D<sub>1,1</sub>, D<sub>1,2</sub>, D<sub>2</sub> и D<sub>3</sub> начальные значения. К примеру, для начала работы схемы управления с Первого цикла: триггеры D<sub>2</sub> и D<sub>3</sub> устанавливается в значение логического «0». Триггеры D<sub>1,1</sub>, D<sub>1,2</sub> в значение логической «1».

## Критерии оценивания решения задания № 2

Максимальная оценка за задание – 20 баллов.

Что оценивается	Баллы
А) Составление схемы, реализующей переключения	10
• 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
Б) Приведены пояснения/расчеты/формулы к схеме	10
• 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
• в описании допущены ошибки разной значимости	–(1÷5) баллов

### Рекомендуемая литература для подготовки к решению задания № 2

1. Харрис Д.М., Харрис С.Л. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера – М.: «ДМК-Пресс», 2018. – 792 с. (Глава 2 и Глава 3).
2. Гаврилов С.А., Барташ А.И. Схемотехника. От азов до создания практических устройств. – СПб – Издательство «Наука и Техника СПб», 2020. – 528 с. (Глава 18).

## ЗАДАЧА № 3. Базы данных

### Задание

Для предметной области "Видеотека" приведите к третьей нормальной форме отношение "Кинофильмы", включающее следующие атрибуты: Название фильма, Год выхода, Жанры, Режиссеры (ФИО, дата рождения), Сценаристы (ФИО, дата рождения), Актеры (ФИО, дата рождения, роли), Композиторы (ФИО, дата рождения), Аннотация.

Особенности предметной области:

- У одного фильма может быть несколько жанров.
- У одного фильма может быть несколько режиссеров, сценаристов, композиторов и т.д.
- Актер может сыграть несколько ролей в одном фильме.

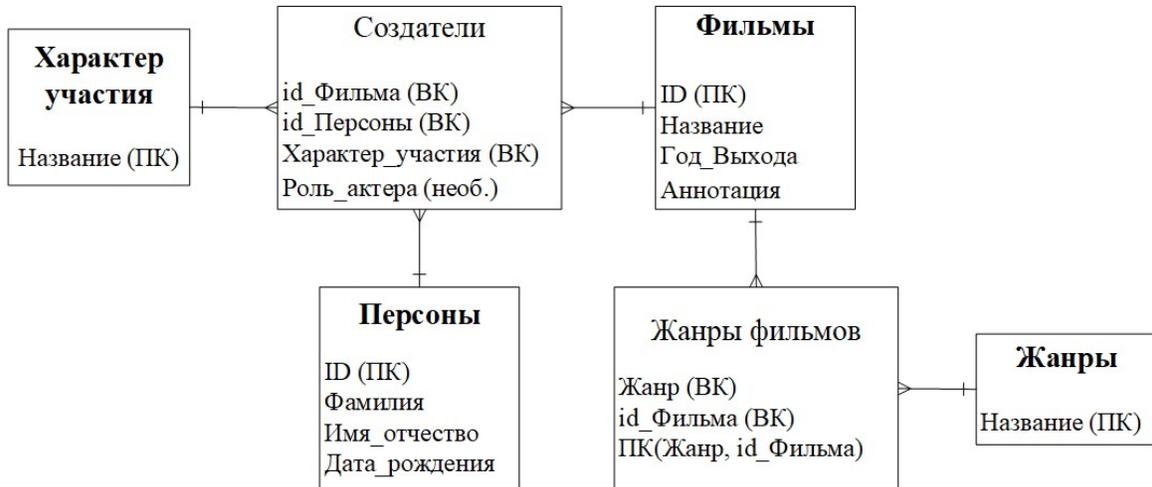
Результат представьте в виде схемы базы данных в одной из общеупотребительных нотаций. Для каждого отношения приведите перечень атрибутов с указанием первичных ключей (ПК) и внешних ключей (ВК).

Напишите на SQL следующие запросы:

- 1) Актеры, которые в одном фильме сыграли несколько ролей.
- 2) Фильмы, не относящиеся к жанру "триллер".

### Задача № 3. Решение

#### 1) Схема БД:



#### Пояснения:

- 1) в таблице "Жанры фильмов" составной ПК(Жанр, id\_Фильма) гарантирует, что каждый жанр для каждого фильма будет указан только один раз, и оба внешних ключа являются обязательными;
- 2) в таблице "Создатели" нет ПК, т.к. на нее не ссылается никакая другая таблица, и в ней нет уникального атрибута (или уникальной комбинации обязательных атрибутов);
- 3) для гарантии того, что роль будет указана только для актера (актрисы), можно добавить ограничение:

```

check((характер_участия like 'акт%' and роль_актера is not null)
or (характер_участия not like 'акт%' and роль_актера is null))
    
```

#### 2) Запросы:

- 1) Актеры, которые в одном фильме сыграли несколько ролей:

```

select *
from Персоны
where id in (select id_Персоны from Создатели
where характер_участия like 'акт%'
group by id_Персоны, id_Фильма
having count(*)>1);
    
```

- 2) Фильмы, не относящиеся к жанру "триллер":

```

select *
from Фильмы f
where not exists (select * from Жанры_Фильмов g
where f.id = g.id_Фильма and g.Жанр = 'триллер');
    
```

### 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:

Характер ошибки	Снижение оценки
<b>схема БД (максимальная оценка 12 баллов)</b>	
Неверное определение первичного ключа	на 1 балл за каждую ошибку
Неверное определение внешнего ключа	на 1 балл за каждую ошибку
Отсутствие указания атрибутов, которые являются первичными и внешними ключами	на 1 балл за каждую ошибку
Объединение любых двух связанных отношений в одно, нарушающее вторую или третью нормальные формы	на 1 балл за каждую ошибку
Необоснованное разбиение любого из отношений на два, разрывающее функциональную зависимость 1:1	на 1 балл за каждую ошибку
Необоснованное разбиение любого из отношений на два, приводящее к дублированию данных	на 1 балл за каждую ошибку
Неверное распределение атрибутов по отношениям	на 1 балл за каждую ошибку
Исчезновение из финальной схемы атрибутов, которые есть в задании	на 1 балл за каждую ошибку
Наличие на схеме связей многие-ко-многим	на 1 балл
Оставление составных атрибутов без изменений	на 1 балл
Наличие на схеме связей, обязательных в обе стороны	на 1 балл
Наличие многозначного внешнего ключа	на 2 балла за каждую ошибку
Избыточность схемы: наличие 3-х и более односхемных таблиц (Режиссеры, Композиторы, Сценаристы), которые могут быть объединены в одну	на 2 балла
<b>SQL-запросы (максимальная оценка 8 баллов)</b>	
Неверная логика	на 4 балла в каждом запросе
Неверные условия соединения таблиц или их отсутствие	на 2 балла в каждом запросе
Нарушение условий группирования	на 2 балла в каждом запросе
Неверные операторы сравнения или предикаты	на 1 балл в каждом запросе
Другие синтаксические ошибки	на 1 балл в каждом запросе

За правильные пояснения к схеме и запросам можно получить дополнительные баллы (не более 2-х).

### Рекомендуемая литература для подготовки к решению задания № 3

1. Коннолли Т., Бегг К. Базы данных: проектирование, реализация, сопровождение. Теория и практика, 3-е изд.: Пер. с англ.: Уч. пос.– М.: Изд. дом "Вильямс", 2017. – 1439 с.  
гл. 5. "Язык SQL: манипулирование данными", гл.14. "Методология концептуального проектирования баз данных", гл.15. "Методология логического проектирования баз данных".
2. Карпова И.П. Базы данных. Курс лекций и материалы для практических занятий. – Учебное пособие. – Издательство "Питер", 2013. – 240 с.  
URL: <https://publications.hse.ru/books/79801962>  
Раздел 3.5. "Извлечение данных из таблиц", глава 9. "Проектирование баз данных".
3. Карпова И. П. Проектирование реляционных баз данных: Методические указания к домашнему заданию по курсу "Базы данных" // М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2025. – 37 с. URL: <http://www.hse.ru/pubs/share/direct/document/1031393910.pdf>

4. Изучение основ языка SQL [электронное издание]. – Метод. указания к лабораторным работам 1–4 по курсу "Базы данных" // Сост.: Карпова И.П., Вендин А.С. – Московский институт электроники и математики им. Тихонова НИУ ВШЭ. – М.: 2025. – 35 с. <http://www.hse.ru/pubs/share/direct/document/1031391352.pdf>

## ЗАДАЧА № 4. Вычислительные системы

### Задание

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

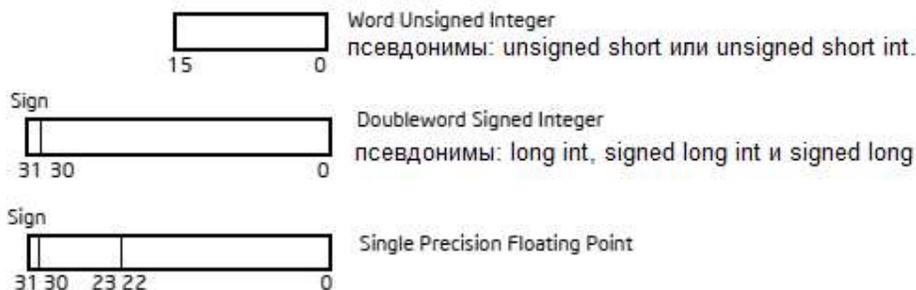
А по адресу 0x77562DF8,            В по адресу 0x77562DC5,    С по адресу 0x77562DCD.

Address	Hex dump
77562DC0	F6 D8 1A C0 00 F6 FF FF FF 00 CC CC CC 00 00 4A
77562DD0	C1 FF FB FF FF F3 EC 14 F3 8B 5D 0C 56 57 8B 7D
77562DE0	08 33 F6 8D 4B 2E C7 45 EC 08 00 00 00 89 4D F4
77562DF0	66 39 37 0F 84 F1 74 03 FF FF FD FF 00 00 8B CE
77562E00	8B C6 89 4D FC 89 45 F0 66 85 57 08 75 0F BA 5E

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.

### Задача № 4. Решение

Формат short unsigned integer предполагает, что число А - целое без знака (не отрицательное), имеет размер 2 байта (16 двоичных разрядов), и кодируется у Intel в прямом коде. Формат long signed integer предполагает, что число В - целое со знаком (знак=старший бит), имеет размер 4 байта (32 двоичных разряда), и кодируется у Intel в дополнительном коде.



Формат single precision floating point (или стандартизированный binary32) предполагает, что число В 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

77562DC0    77562DC1

**Число В**  
00403019

**Число А**  
00403002

**Число С**  
00403025

Address	Hex	dump
77562DC0	F6 D8 1A C0	00 <b>F6 FF FF FF</b> 00 CC CC CC <b>00 00 4A</b>
77562DD0	<b>C1</b> FF FB FF	FF F3 EC 14 F3 8B 5D 0C 56 57 8B 7D
77562DE0	08 33 F6 8D	4B 2E C7 45 EC 08 00 00 00 89 4D F4
77562DF0	66 39 37 0F	84 F1 74 03 <b>FF FF</b> FD FF 00 00 8B CE
77562E00	8B C6 89 4D	FC 89 45 F0 66 85 57 08 75 0F BA 5E

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

- двухбайтовый код числа **A** по адресу 0x77562DF8 – FF FF,
- четырёхбайтовый код числа **B** по адресу 0x77562DC5 – F6 FF FF FF,
- четырёхбайтовый код числа **C** по адресу 0x77562DCD – 00 00 4A C1.

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 = FF FF или в двоичном представлении 1111 1111 1111 1111,
- B = FF FF FF F6  
или в двоичном представлении 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0110,
- C = C1 4A 00 00  
или в двоичном представлении 1100 0001 0100 1010 0000 0000 0000 0000.

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

15	0
1111 1111 1111 1111	

Прямой код без знака

Переведем его десятичную систему счисления:  $A_{10} = 65535$ .

**Число В** 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 1111 0110	

Как видим, число В – отрицательное.

Переведем его в прямой код  $[B_2]_{пр} = 00...001010$

и десятичную систему счисления с учетом знака:  $B_{10} = -10$

**Структура формата ЧПЗ (число 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)	Дробная часть мантиссы	Мантисса с целой частью
С	C[31]=1 («-»)	C[30÷23]= 10000010 (130)	C[22÷0]= 100 1010 .....00	1,100101

У числа С истинный порядок вычисляется как разность экспоненты, которая хранится в разрядах 30÷23 и константы +127 и равен 130 – 127 = 3.

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  $22 \div 0$ .

В результате мы получим следующее число ЧПЗ (в двоичной системе):  
 $C_2 = -1,100101000000000000000000 \times 2^3 = - (1100,101)_2 = - (1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-3}) = - (8+4+0,5+0,125) = -12,625$ .

$C_{10} = -12,625$ .

Сравнивая три числа, получим, что  $A(65535) > B(-10) > C(-12,625)$ .

**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>
• Все числа найдены верно	6 балла
• Есть ошибка в определении адреса одного числа	-1 балл
• Есть одна ошибка в определении длины кода числа	-1 балл
• Все числа найдены неверно	0
<b>Б) Запись байтов числа из памяти согласно архитектуре процессора</b>	<b>3</b>
• Числа представлены верно	3 балла
• Допущена ошибка при определении порядка байтов в одном числе	-1 балл
• Представление чисел не выполнено	0
<b>В) Представление чисел согласно формату представления разных типов данных</b>	<b>6</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
• Сравнение выполнено с ошибками или не выполнено	0

### Рекомендуемая литература для подготовки к решению задания № 4

1. IEEE 754 (2008/2019) – IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic [http://ali.ayad.free.fr/IEEE\\_2008.pdf](http://ali.ayad.free.fr/IEEE_2008.pdf)
2. Little endian and Big endian Concept with programming Examples. <https://aticleworld.com/little-and-big-endian-importance/>
3. Intel® 64 and IA-32 Architectures Software Developer's Manual/Volume 1: Basic Architecture (1.3.1 Bit and Byte Order; Chapter 4 Data Types) <https://www.intel.com/content/www/us/en/architecture-and-technology/64-ia-32-architectures-software-developer-vol-1-manual.html>

## ЗАДАНИЕ №5. Компьютерные сети

### Задание

Организация имела в своем составе 10 однотипных офисов с локальными сетями, построенными на технологии Fast Ethernet с одинаковыми параметрами QoS. Было принято решение объединить офисы в одном помещении, разместив серверы и рабочие станции в одной сети, построенной на технологии Gigabit Ethernet для увеличения пропускной способности.

Запас пропускной способности в каждой сети до объединения составлял 10% при одинаковом соотношении кадров максимального и минимального размера: 80/20. Какой запас пропускной способности будет в объединенной сети? Поясните свой ответ, предоставив решение, рассуждения, расчеты.

### Задача № 5. Решение

Пропускная способность Fast Ethernet:

$$N_{\text{пр}} = 1024 \times 1024 \times 100 = 104\,857\,600 \text{ бит.}$$

**Минимальный кадр Fast Ethernet без преамбулы - 64 байт, с преамбулой 72 байта, межкадровый интервал 12 байт, передача одного кадра требует  $(72+12) * 8 = 672$  бит.**

Максимальный кадр Fast Ethernet без преамбулы (18(заголовок) + 8(преамбула) + 1500(поле данных) = 1526 байт. межкадровый интервал 12 байт, передача одного кадра требует  $(1526 + 12) * 8 = 12304$  бит.

Пропускная способность Gigabit Ethernet:

$$N_{\text{пр}} = 1024 \times 1024 \times 1000 = 1\,048\,576\,000 \text{ бит.}$$

**Минимальный кадр Gigabit Ethernet без преамбулы - 512 байт, с преамбулой 520 байт, межкадровый интервал 12 байт, передача одного кадра требует  $(520+12) * 8 = 4256$  бит.**

Максимальный кадр Gigabit Ethernet без преамбулы (18(заголовок) + 8(преамбула) + 1500(поле данных) = 1526 байт. межкадровый интервал 12 байт, передача одного кадра требует  $(1526 + 12) * 8 = 12304$  битовых интервала.

Вычисляем количество пакетов максимального и минимального объемов для сетей Fast Ethernet, взяв указанное соотношение 80/20 и запас пропускной способности 10 %.

Получим следующее соотношение:

$$12304 * X + 672 * 0,25 * X = 104857600 * (1 - 0,1);$$

$$12472 * X = 94\,371\,840;$$

$X = 7\,566$  - пакетов максимального размера,  $X * 0,25 = 1\,891$  - пакетов минимального размера.

**После объединения количество пакетов увеличилось в 10 раз**

$$N_{\text{max}} = 75\,660;$$

$$N_{\text{min}} = 18\,910;$$

$$V_{\text{max}} = 12304 \text{ бит};$$

$$V_{\text{min}} = 4256 \text{ бит.}$$

Вычисляем производительность:

$N_{\text{max}} * V_{\text{max}} + N_{\text{min}} * V_{\text{min}} = 75\,660 * 12304 + 18\,910 * 4256 = 930\,920\,640 + 80\,480\,960 = 1\,011\,401\,600$  - потребность в пропускной способности новой сети Gigabit Ethernet при том же соотношении пакетов.

Вычисляем коэффициент загрузки новой сети  $1\,011\,401\,600 / 1\,048\,576\,000 = 0,96$ .

**Итого:** запас пропускной способности будет:  $(1 - 0,96) * 100 = 4 \%$ .

**ОТВЕТ.** При объединении 10 сетей Fast Ethernet с запасом пропускной способности в 10 % каждая, в одну сеть Gigabit Ethernet запас пропускной способности уменьшается до 4%.

### **Критерии оценивания решения Задания № 5**

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. Верно представлены формулы для расчета пропускной способности (+4 балла), минус 1 балл за каждую ошибку
4. Верно описан алгоритм сравнения пропускной способности сетей Fast Ethernet и Gigabit Ethernet (+6 баллов)
5. Верно представлены количественные параметры для расчета пропускной способности сетей Fast Ethernet и Gigabit Ethernet (+ 6 баллов, за каждую ошибку снимается 1 балл)
6. Верно представлены кратности величин измерения количества информации (+4 балла, за ошибку снимается 3 балла)
7. Вычислительные ошибки в расчетах: минус 1 балл за каждую ошибку.

### **Рекомендуемая литература для подготовки к решению задания № 5**

1. Таненбаум Э., Фимстер Н., Уэзеролл Д. Компьютерные сети. 6-е изд. - СПб.: Питер, 2023. - 992 с.: ил. - (Серия «Классика computer science»). ISBN 978-5-4461-1766-6
2. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы (учебник для ВУЗ'ов). —СПб.: Питер, 2017. —992 с.
3. Борисов С.П. Сети и телекоммуникации [Электронный ресурс] Учебное пособие / Борисов С.П. – М.: МИРЭА — Российский технологический университет, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).