

Методические рекомендации и демонстрационная версия заключительного этапа
по направлению

НАПРАВЛЕНИЕ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ»

Общая информация о направлении

Олимпиада по направлению «КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ» ориентирована на поиск талантливых студентов, способных продемонстрировать умение решать задачи в сфере информационных технологий, владение базовыми инструментами указанных ниже предметных областей.

Тематика заданий

Алгоритмизация вычислений, информатика, программирование, технологии программирования, схемотехника, базы данных, вычислительные системы, компьютерные сети.

Информация о первом (отборочном) этапе

Продолжительность состязания – 100 минут.

Задание первого (отборочного) этапа включает 20 тестовых вопросов с автоматической проверкой ответов. Правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 6-10 баллов согласно принятой в ВШЭ шкале оценок. В сумме участник может набрать до 154 баллов, которые составляют 100% результат. Далее для удобства сумма баллов нормируется до 100.

Рекомендуемые источники информации

Программирование

Вопросы отборочного тура в части программирования на языке высокого уровня касаются основ алгоритмизации, алгоритмических структур, использования стандартных алгоритмов и применения указателей при работе с данными.

1. Керниган Б., Ритчи Д. Язык программирования Си. Пер. с англ., 3-е изд., испр. — СПб.: "Невский Диалект", 2001 (Главы 2-5)
2. Прата С. Язык программирования С. Лекции и упражнения, 6-е изд. : Пер. с англ. —М : ООО "И.Д. Вильямс", 2015 (Главы 8, 9, 10)

Можно использовать другие издания перечисленных книг.

Схемотехника

Вопросы отборочного тура касаются особенностей аналоговой схемотехники.

1. Харрис С.Л., Харрис Д. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера: RISC-V / пер. с англ. В. С. Яценкова, А. Ю. Романова; под ред. А. Ю. Романова. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 810 с.
2. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. 4-е изд., доп. – М.: «ДМК-Пресс», 2018. – 636 с.
3. Угрюмов Е. П. У27 Цифровая схемотехника: учеб. пособие для вузов. — 3-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 816 с.

Базы данных

Вопросы отборочного тура в части баз данных касаются проектирования реляционных баз данных, операций реляционной алгебры, языка SQL и вопросов защиты данных от несанкционированного доступа. Для подготовки в качестве учебной литературы рекомендуются следующие источники:

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. 4. "Реляционная алгебра и реляционное исчисление"; гл. 5. "Язык SQL: манипулирование данными").
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>

(Разделы 3.1. "Операции реляционной алгебры", 3.5. "Извлечение данных из таблиц", 5.5.2. "Индексирование данных", 8.3.4. "Примеры использования методов оптимизации запросов", глава 9. "Проектирование баз данных").

3. PostgreSQL. Документация. URL: <https://postgrespro.ru/docs/postgresql/9.6/sql-grant>, <https://postgrespro.ru/docs/postgresql/9.6/queries-table-expressions>
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.: 2020. – 34 с. URL: http://rema44.ru/resurs/study/dblab/lab1_4.pdf

Вычислительные системы

Вопросы отборочного тура касаются микроархитектуры процессора и основных типов запоминающих устройств.

1. Д. М. Харрис и С. Л. Харрис Цифровая схемотехника и архитектура компьютера <https://microelectronica.pro/wp-content/uploads/books/digital-design-and-computer-architecture-russian-translation.pdf> (Разделы 5.5 Матрицы памяти, 7.5 Конвейерный процессор)
2. Анатомия RAM. <https://habr.com/ru/post/506470/>
3. Принципы функционирования SRAM. <http://citforum.ru/book/optimize/sdram.shtml>
4. HDD vs SSD. <https://blog.eldorado.ru/publications/bitva-za-pamyat-hdd-vs-ssd-kakaya-raznitsa-i-cto-luchshe-dlya-pk-i-noutbuka-20421>
5. SSD: устройство, компоненты и принципы работы. <https://dtf.ru/hard/46510-ssd-ustroystvo-komponenty-i-principy-raboty>
6. Описание микроархитектуры ядра CPU на сайте wikichip.org (например, [https://en.wikichip.org/wiki/intel/microarchitectures/skylake_\(client\)](https://en.wikichip.org/wiki/intel/microarchitectures/skylake_(client)))

Компьютерные сети

Вопросы отборочного тура касаются физического и сетевого уровня, вопросов маршрутизации и модели OSI.

1. Олифер В., Олифер Н. - Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы (6-е издание) - 2021. (глава 5)
2. Таненбаум Э., Фимстер Н., Уэзерол Д. Компьютерные сети. (6-е издание) – СПб.: Питер, 2023. (глава 5)

Информация о втором (заключительном) этапе

Продолжительность состязания - 180 минут.

Задания второго (заключительного) этапа состоят только из инвариантной части.

В инвариантной части участнику предлагается решить 5 задач по темам: технологии программирования, схемотехника, базы данных, вычислительные системы, компьютерные сети (максимальная оценка за задачу - 20 баллов). Язык изложения – русский.

При выполнении задания участникам разрешено пользоваться дополнительными средствами:

- калькулятор,
- ПО для создания документов - можно использовать Word, LaTeX
- ПО для создания рисунков, диаграмм и схем - можно использовать специальные редакторы, например, Visio (входит в MsOffice).

Черновики работы могут быть предъявлены к проверке по желанию участника.

Демонстрационный вариант второго (заключительного) этапа

Пример Задания № 1 Технологии программирования

Крупная компания «N» занимается разработкой программного обеспечения. Руководством компании было принято решение премировать программистов в конце отчетного года на основе выполнения показателей эффективности KPI: 1) количество успешно завершенных проектов; 2)

количество написанных строк кода; 3) количество ошибок на 1000 строк кода. Показатели эффективности принимаются равным «1» при их выполнении или нулевыми в противном случае.

Необходимо представить в виде алгоритма моделирование искусственной нейронной сети, принимающей решение о назначении премии тем программистам, которые выполнили либо 1-й показатель, либо 2-й и 3-й показатели. Сеть должна включать 2 ассоциативных элемента (нейроны скрытого слоя) и 1 реагирующий (выходной нейрон) и использовать для принятия решения сигмоидную функцию нейрона. Предложить алгоритм обучения нейронной сети, выдающей результат с максимальной погрешностью до 10% и способ регулирования оценки качества обучения.

Решение

В качестве нейронной сети в этой задаче подойдет однослойный персептрон, которой самым очевидным образом позволяет решить задачу принятия однобитного решения (да/нет). Поскольку второй скрытый слой содержит два нейрона, то от каждого нейрона входного слоя требуется получить по 2 сигнала для ассоциативных элементов скрытого слоя с разным весом. На основании количества показателей КРІ входной слой нейронов содержит 3 элемента. На вход сети поступают двоичные сигналы. На каждый ассоциативный элемент второго слоя должно приходиться по 3 сигнала с разным весом, соответствующие информации о выполнении/не выполнении показателей. Выходной нейрон должен принимать однобитовое решение. Коэффициенты весов сигналов от нейронов расставим произвольным образом. При обучении веса будут скорректированы.

Рассмотрим пример. Пусть на вход нейронной сети поступают следующие сигналы:

- 1) количество успешно завершённых проектов =0, т.е. показатель не выполняется;
- 2) количество написанных строк кода =1, т.е. показатель выполняется;
- 3) количество ошибок на 1000 строк кода =0 т.е. показатель не выполняется.

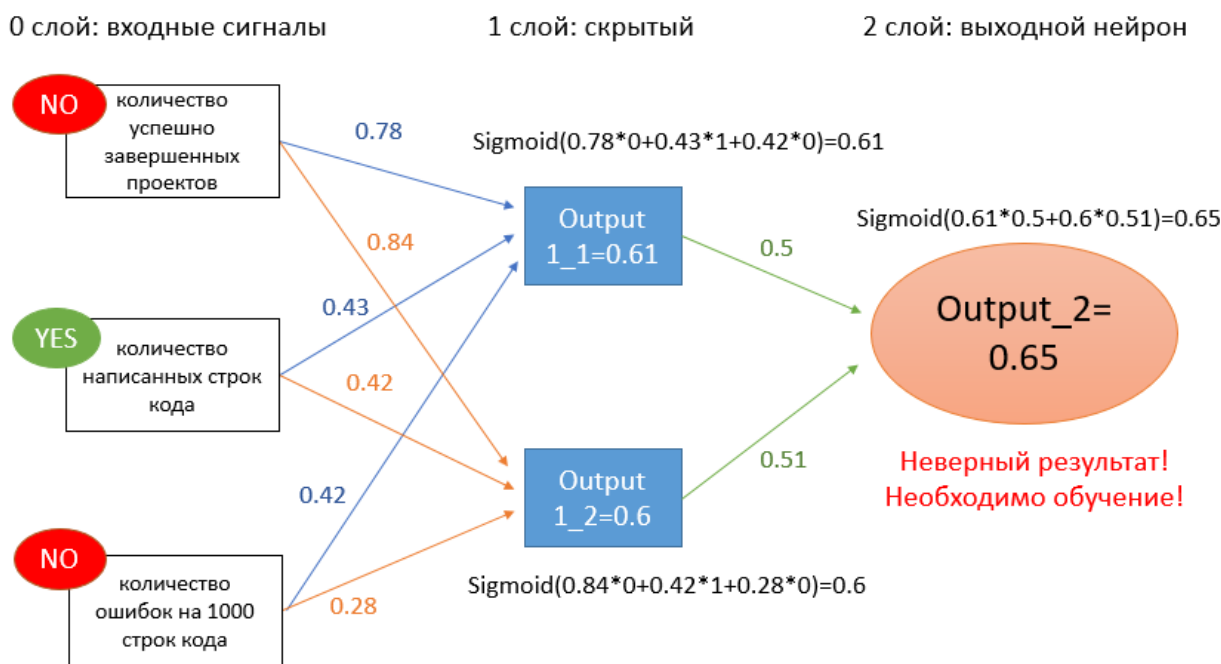


Рисунок 1 – Моделирование нейронной сети

Начало Алгоритма

1. Моделирование нейронной сети (см рис. 1)

1.1 Инициализация входных сигналов $\text{inputs} := [0,1,0]$

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

$\text{weight}_{1_11} := 0.78$

$\text{weight}_{1_12} := 0.43$

$\text{weight}_{1_13} := 0.42$

$\text{weight}_{1_21} := 0.84$

$\text{weight}_{1_22} := 0.42$

$\text{weight}_{1_23} := 0.28$

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

```
weight_2_1 := 0.5  
weight_2_2 := 0.51
```

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)
```

2. Обучение

Для обучения нейронной сети предлагается использовать алгоритмом обратного распространения ошибки (см рис. 2), 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.

Ошибка выходного нейрона на очередном i-ом шаге обучения вычисляется как разница актуального выходного значения (Output_2) и ожидаемого результата (в нашем примере это «0»):

```
error_2 := Output_2 – 0
```

Согласно алгоритму машинного обучения для дальнейшей корректировки весов необходимо

а) рассчитать производную функции выходного нейрона $F'(x)$:

```
Sigmoid(x)dx_2 := output_2 *(1- output_2)
```

б) величину сдвига весов от выходного нейрона к скрытому слою:

```
weights_delta_2 := error_2*Sigmoid'(x) = error_2*Sigmoid (x)dx_2
```

Теперь проведем корректировку весов:

```
Weight_new_2_1 := weight_2_1-output_1_1*weights_delta_2* learning rate
```

```
Weight_new_2_2 := weight_2_2-output_1_2*weights_delta_2* learning rate
```

Пример расчётов и коррекции для первого нейрона скрытого слоя показан на рисунке 2.

0 слой: входные сигналы

1 слой: скрытый

2 слой: выходной нейрон

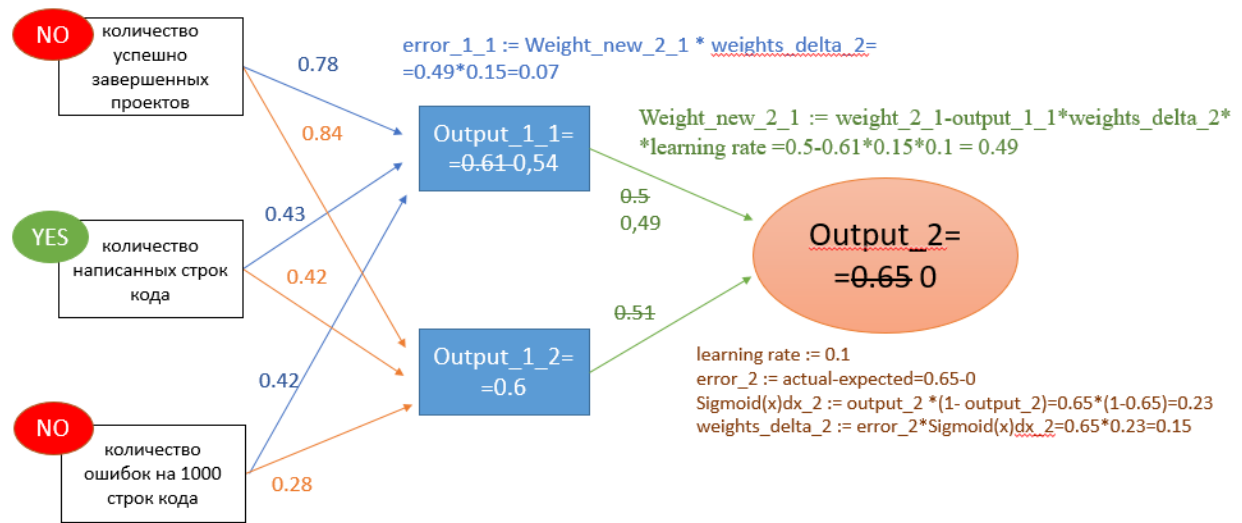


Рисунок 2 – Реализация алгоритма обратного распространения ошибки (от выходного нейрона к скрытому слою)

2.3 Корректировка весов от скрытого слоя к входным сигналам

Расчет ошибки первого нейрона скрытого слоя проведем аналогично:

$$error_1_1 := Weight_new_2_1 * weights_delta_2$$

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:

$$Weight_new_1_11 := weight_1_11 - inputs[1] * weights_delta_1_1 * learning_rate$$

$$Weight_new_1_12 := weight_1_12 - inputs[2] * weights_delta_1_1 * learning_rate$$

$$Weight_new_1_13 := weight_1_13 - inputs[3] * weights_delta_1_1 * learning_rate$$

Расчет ошибки второго нейрона скрытого слоя:

$$error_1_2 := Weight_new_2_2 * weights_delta_2$$

Производная сигмоидной функции второго 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:

$$Weight_new_1_21 := weight_1_21 - inputs[1] * weights_delta_1_2 * learning_rate$$

$$Weight_new_1_22 := weight_1_22 - inputs[2] * weights_delta_1_2 * learning_rate$$

$$Weight_new_1_23 := weight_1_23 - inputs[3] * weights_delta_1_2 * learning_rate$$

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),1],[1,0,0],0],[1,0,1],1],[1,1,0],1],[1,1,1],1]]

3.2 Введение метода оценки качества

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

$$Y2 := Output_2$$

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

$$\text{MSE} := (Y_1 - Y_2)^2$$

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

Конец Алгоритма

Критерии оценивания решения Задания № 1

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

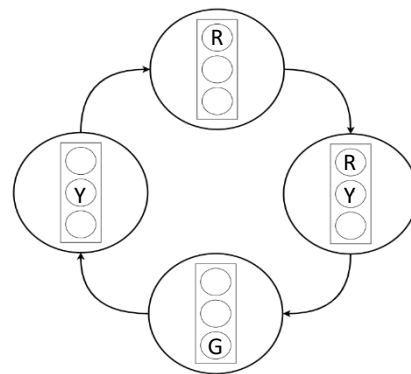
1. Ответ не представлен (0 баллов)
2. Ответ неверный, но предприняты попытки решения задачи (+1 балл)
3. Частично построены рисунки (+1 балл)
4. Верно построены рисунки (+2 балл)
5. Верно смоделирована искусственная нейронная сеть (+4 балла, за каждую ошибку снимается 1 балл)
6. Верно выбрана тренировочная выборка (+2 балл, за 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 (+2 баллов, за ошибку снимается 1 балл)
10. Верно выбран метод оценки качества тренировки (+2 балл, за ошибку снимается 1 балл)

Список рекомендуемой литературы для подготовки к решению задания № 1

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

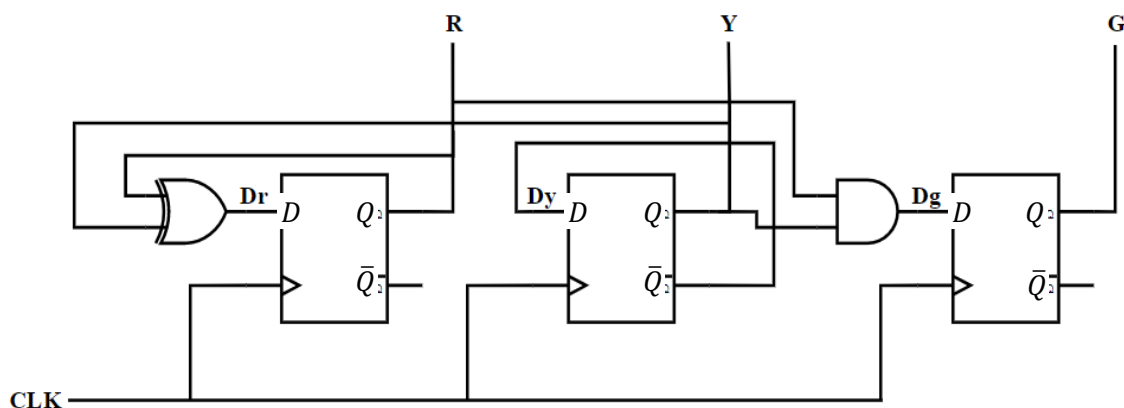
Пример Задания № 2 Схемотехника

На рисунке представлена схема переключения состояний сегментов светофора, состоящего из трех светодиодов: красного (R), желтого (Y) и зеленого (G). Стрелками обозначен порядок переключения. Составьте схему управления светофором на основе логических элементов и/или триггеров, символами R, Y и G обозначены выходы к соответствующим светодиодам. В качестве входного сигнала используется тактовый сигнал в форме меандра. Начальное состояние выходов R, Y и G принять как "0". На схеме каждый логический элемент или триггер должен быть обозначен соответствующим символом.



Пример решения задания № 2

Ответ:



Пояснения

1. Изучить все состояния светофора, выявить закономерности и понять логику переключения.

Основная закономерность переключения сегментов светофора – это чередование желтого сигнала светофора. Это означает, что на его переключение влияет только его состояние, далее на схеме это будет разобрано подробнее.

Красный свет, выключается только, когда на предыдущем состоянии был только желтый светофор, а при наличии двух одинаковых значений на желтом и красном фонаре, переключение не наступает, соответственно управляющий элемент для красного сигнала – «исключающее ИЛИ» (XOR).

Переключение зеленого сигнала завязано на одновременной работе красного и желтого сигналов, значит, на вход триггера зеленого сигнала будет подан результат выполнения логического умножения (AND), между желтым и красным светофором.

2. Составить схему управления светофора.

На рисунке выше представлена схема управления светофора, состоящая из триггеров (D_r , D_y , D_g). Символами R, Y, G обозначены выходные сигналы на светофоре (светодиоды).

Рассмотрим работу схемы подробнее, CLK – тактовый сигнал схемы, данные микросхемы D-триггеров работают на передний фронт тактового сигнала, соответственно все переключения будут происходить при нажатии на кнопку, подключенную к источнику входного сигнала.

Триггер D_y замкнут на инвертированный выход \bar{Q} , это означает что при каждом сигнале синхронизации, значение триггера будет меняться на обратное от текущего.

Сигнал триггера D_r – «исключающее ИЛИ» для сигналов R и Y. Это определяет, что "1" на нем будет достигнута в случаях "1" на одном из выходов, и "0" при одинаковых значениях.

D_g является выходом логического И, от сигналов R и Y, значит "1" на G можно получить только при входных "1" на обоих входах.

Критерии оценивания решения Задания № 2

Максимальная оценка за задание – 20 баллов.

- 1) 5 баллов – собранная схема реализует два последовательных состояния.
- 2) 7 баллов – собранная схема реализует два последовательных состояния и приведено пояснения принципа работы схемы.
- 3) 10 баллов – собранная схема реализует три последовательных состояния.
- 4) 13 баллов – собранная схема реализует три последовательных состояния и приведено пояснения принципа работы схемы.
- 5) 15 баллов – собранная схема реализует все четыре последовательных состояния.
- 6) 20 баллов – собранная схема реализует все четыре последовательных состояния и приведено пояснения принципа работы схемы.

Список рекомендуемой литературы 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).

Пример Задания № 3 Базы данных

Приведите к третьей нормальной форме отношение "Книги", включающее следующие атрибуты: ISBN (первичный ключ), Название, Авторы (ФИО), Издательство, Город, Год издания, Количество страниц.

Особенности предметной области:

- каждое издательство расположено в одном городе, в одном городе может быть несколько издательств;
- каждый автор может написать несколько книг;
- каждую книгу могут написать несколько авторов.

Результат представьте в виде схемы базы данных в одной из общепотребительных нотаций.

Напишите на SQL следующие запросы:

- 1) Авторы, которые написали единственную книгу.
- 2) Книги, у которых нет авторов (например, у справочников нет авторов, только составители).

Пример решения задания № 3

Схема БД:



Запросы:

- 1) Авторы, которые написали единственную книгу:

```
select a.*
from Authors a, A_B b
where a.ID = b.Автор
group by a.ID, Фамилия, Имя, Отчество
having count(*)=1;
```

- 2) Книги, у которых нет авторов:

```
select *
from Books
where ISBN not in (select Книга from A_B);
```

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:
- Неверная логика – 4 балла.
 - Неправильные условия соединения таблиц или их отсутствие – 2 балла.
 - Нарушение условий группирования – 2 балла.
 - Использование неверных операторов сравнения или предикатов – 1 балл.
 - Другие синтаксические ошибки – 1 балл.

Схема БД: максимальная оценка 12 баллов.

Запросы: максимальная оценка 8 баллов.

Список рекомендуемой литературы 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 реляционной базы данных: Методические указания к домашнему заданию по курсу "Базы данных" // М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2017. – 33 с. URL: <https://publications.hse.ru/books/212747333>
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.: 2020. – 34 с. URL: http://rema44.ru/resurs/study/dblab/lab1_4.pdf

Пример Задания № 4 Вычислительные системы

Сравнить в десятичной системе счисления два числа А (double precision floating point) и В (long signed integer), представленных HEX-кодами и расположенных по адресам (см. рис.):

А по адресу 0x00403025,
В по адресу 0x00403009.

Address	Hex dump
00403000	DC 00 14 00 F0 E5 E7 F3 EB FB FF FF FF 20 EF F0
00403010	EE E3 F0 E0 EC EC FB 00 F7 E8 F1 EB EE 20 CC C5
00403020	CC 31 20 EA F8 00 00 00 00 00 04 14 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
00403050	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

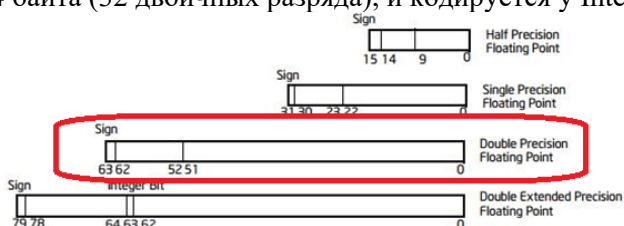
Считайте, что на рисунке отображается дамп памяти вычислительной системы на базе процессора с архитектурой Intel. Запишите ответ в виде $A > B$, $A < B$, $A = B$. Объясните свои выводы и ход решения.

Пример решения задания № 4

Правильный ответ: $A < B$

Объяснение.

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



Type	Approximate Size in Bits	Minimal Range
signed long int	32	0 to 4,294,967,295

Формат double precision floating point (или стандартизированный binary64) предполагает, что число действительное, со знаком (старший бит), имеет размер 8 Байт (64 двоичных разряда) и кодируется согласно стандарту представления дробных чисел в прямом коде.

Адреса байтов

Address	Hex dump	Число В	Число А
00403000	DC 00 14 00 F0 E5 E7 F3 EB FB FF FF FF 20 EF F0		
00403010	EE E3 F0 E0 EC EC FB 00 F7 E8 F1 EB EE 20 CC C5		
00403020	CC 31 20 EA F8 00 00 00 00 00 04 14 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		
00403050	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00		

На рисунке в задании представлен 16-ричный код байтов памяти, где пары 16-ричных цифр задают содержимое одного байта. Тогда согласно заданию надо сравнить числа со следующими кодами

- А по адресу 00403025 – 00 00 00 00 00 04 14 C0
- В по адресу 00403009 – FB FF FF FF.

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 следующей:

- $A = C0\ 14\ 04\ 00\ 00\ 00\ 00\ 00$
или в двоичном представлении 11000000 00010100 00000100 00000000 00000000 00000000 00000000 00000000,
- $B = FF\ FF\ FF\ FB$
или в двоичном представлении 11111111 11111111 11111111 11111011.

Структура формата ЧПЗ (число А) предполагает, что первым слева (старшим) разрядом числа является его знак: («+» кодируется двоичным нулём, «-» кодируется двоичной единицей). Первая двоичная цифра числа «1», значит число А отрицательное. Формат binary64 предполагает следующую структуру разрядов:

Список рекомендуемой литературы 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
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>

Пример Задания № 5 Компьютерные сети

Включает 4 задания.

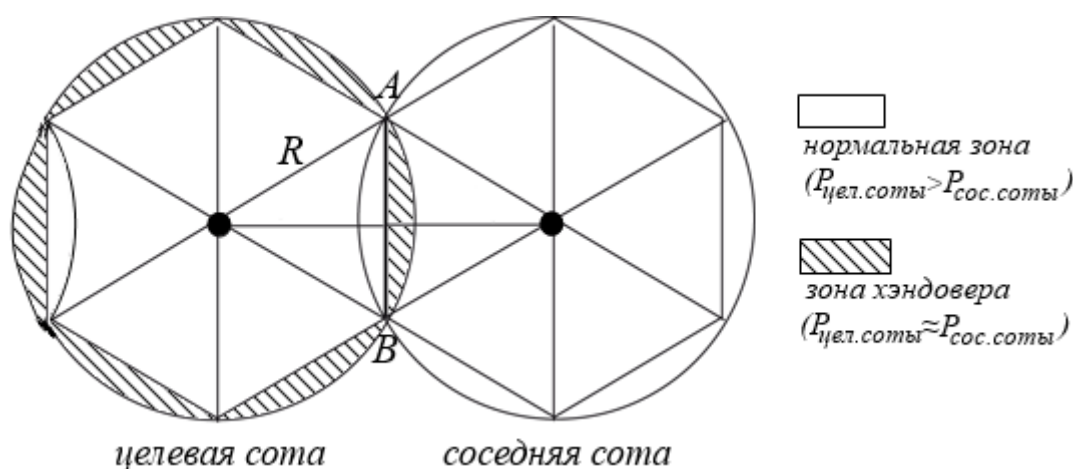
Задание 1. Эрланг – это единица измерения трафика в телекоммуникационных системах. 1 Эрланг (Эрл) равен использованию канала связи в течение одного часа. В городе Говорунов среднее время разговора по мобильному телефону равно 10 минутам. При этом жители совершают звонки с входной интенсивностью потока 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:

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



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_{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

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

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

При этом займут каналы на $180 * 1/6 = 30$ 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_{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 $N_{LEFT} = N * p(A) * p(B)$. При этом $p(B) = 0,5$, и

остаётся 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 коммутаторами 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.

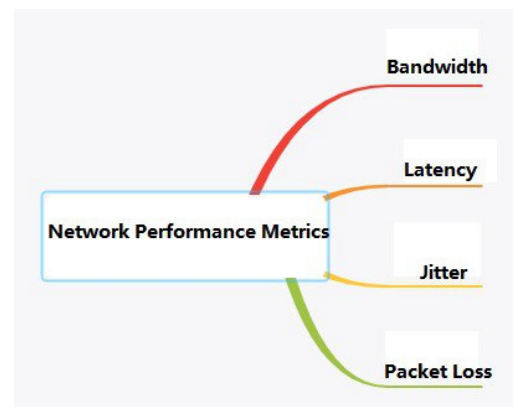
Задание 4. Назовите преимущества передачи данных с помощью коммутации пакетов, а также основные параметры, характеризующие производительность передачи данных через пакетную сеть.

Достоинства коммутации пакетов:

- Высокая общая пропускная способность сети при передаче пульсирующего трафика;
- 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

Задание 1 – максимум 5 баллов.

- правильные рассуждения – 2 балла
- правильная итоговая формула для расчёта количества абонентов – 3 балла

- Механическая ошибка за ошибку 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 за ошибку 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.

Список рекомендуемой литературы для подготовки к решению задания № 5

1. Олифер В., Олифер Н. - Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы (6-е издание) - 2021. (глава 5)
2. Таненбаум Э., Фимстер Н., Уэзерол Д. Компьютерные сети. (6-е издание) – СПб.: Питер, 2023. (глава 5)