

**Олимпиада студентов и выпускников «Высшая лига» – 2021 г.
Решения заданий заключительного этапа по направлению
«100. Компьютерные системы и сети»**

Задание №1 (Технологии программирования)

Задание

Небольшая фирма, занимающаяся разработкой программного обеспечения под ключ, долгое время работала по классической водопадной методологии. В связи с ростом объёмов заказов коллектив работников фирмы был существенно расширен за счёт привлечения новых молодых сотрудников. Вскоре прежняя методология показала свою слабую эффективность на всех этапах жизненного цикла, в том числе на этапе динамического тестирования производимых продуктов.

Проконсультируйте руководство фирмы по следующим вопросам:

1. Какую конкретно методологию выбрать и почему? Изобразите связь этапов жизненного цикла разработки ПО по предложенной методологии.
2. Предложите и обоснуйте сочетание двух подходов обнаружения дефектов для эффективной борьбы с ними.
3. Постройте UML-диаграммы, демонстрирующие связь между сотрудниками фирмы и используемым ими CASE-средств (инструментальных средств) на всех этапах жизненного цикла разработки ПО по ролям: аналитик, программист, тестировщик, технический писатель.

Решение

1. Необходимо выбрать гибкую методологию SCRUM. Эта методология идеально подходит для небольшой и молодой команды, а также позволяет эффективно управлять большими коллективами, разделяя их на маленькие команды, в каждой из которых имеется свой лидер.

SCRUM — минимально необходимый набор мероприятий, ролей, на которых строится процесс SCRUM-разработки, позволяющий за фиксированные небольшие промежутки времени, называемые спринтами, предоставлять конечному пользователю работающий продукт с новыми бизнес-возможностями, для которых определён наибольший приоритет. Полный цикл разработки: анализ, проектирование, разработка, тестирование, внедрение, сопровождение). Связь этапов при скраме: все этапы связаны, к любому этапу можно вернуться в произвольной точке разработки.

2. Можно совместить, например, динамический и статический подходы тестирования. Такой вариант позволяет наиболее полно провести тестирование ПО.

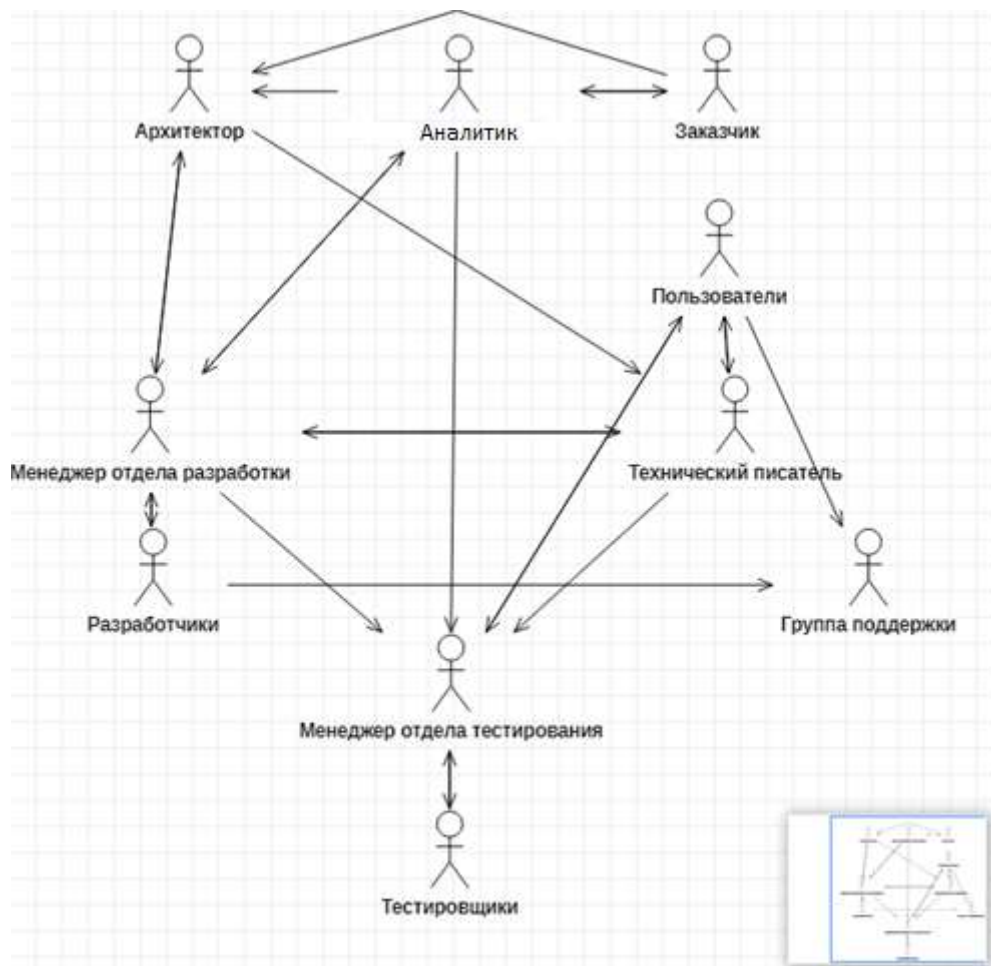
Динамическое тестирование – это методика, направленная на проверку функционала программы во время выполнения кода. Данный тип тестирования подразумевает фактическую эксплуатацию программы и определение того, как работает ее функционал – в соответствии с ожиданиями или нет.

Динамический тип тестирования состоит из непосредственного тестирования программного обеспечения в реальное время, способом предоставления входной информации и исследования полученного результата поведения приложения.

Статический анализ позволяет проанализировать все возможные трассы исполнения, позволяет проанализировать все наборы входных данных, может быть полностью автоматизирован.

Возможны другие обоснованные варианты совмещения вариантов тестирования ПО.

3. Ниже представлен вариант UML-диаграммы:



Инструменты:

Аналитик: Excel и другие инструменты обработки данных, базы данных.

Технический писатель: редакторы текста (Word и др.), программные средства для разработки прототипа продукта.

Программист: среда, язык, фреймворки для разработки.

Тестировщик: среда, язык, фреймворки для разработки и тестирования.

Критерии оценивания

Вопрос 1 (7 баллов).

7 - Приведено корректное решение, доказательство, все шаги обоснованы, правильное решение (любым методом) и правильный ответ.

6 - Приведено корректное решение, доказательство, все шаги обоснованы, правильное решение (любым методом) и правильный ответ при допущенных описках.

5 - Приведено корректное решение, доказательство, все шаги обоснованы, правильное решение (любым методом) и правильный ответ при допущенных описках и неточностях.

4 - Приведено корректное решение, но обоснование неубедительное.

3 - Приведено корректное решение, но обоснование отсутствует.

2 - Приведено частично корректное решение, обоснование отсутствует.

1 - Ответ неверный, но предприняты попытки решения задачи.

0 - Ответ не представлен.

Вопрос 2 (6 баллов).

6 - Приведено корректное решение, доказательство, все шаги обоснованы, правильное решение (любым методом) и правильный ответ.

5 - Приведено корректное решение, доказательство, все шаги обоснованы, правильное решение (любым методом) и правильный ответ при допущенных описках.

- 4 - Приведено корректное решение, доказательство, все шаги обоснованы, правильное решение (любым методом) и правильный ответ при допущенных описках и неточностях.
- 3 – Приведено корректное решение, но обоснование отсутствует.
- 2 – Приведено частично корректное решение, обоснование отсутствует.
- 1 – Ответ неверный, но предприняты попытки решения задачи.
- 0 – Ответ не представлен.

Вопрос 3 (7 баллов).

- 7 - Приведено корректное решение, доказательство, все шаги обоснованы, правильное решение (любым методом) и правильный ответ.
- 6 - Приведено корректное решение, доказательство, все шаги обоснованы, правильное решение (любым методом) и правильный ответ при допущенных описках.
- 5 - Приведено корректное решение, доказательство, все шаги обоснованы, правильное решение (любым методом) и правильный ответ при допущенных описках и неточностях.
- 4 – Верно выбрана UML-диаграмма и построена частично верно (связи расставлены неверно).
- 3 – Выбрана неподходящая UML-диаграмма, но связи расставлены верно.
- 2 - Выбрана неподходящая UML-диаграмма, связи расставлены неверно.
- 1 – Ответ неверный, но предприняты попытки решения задачи.
- 0 – Ответ не представлен.

Задание № 2 (Схемотехника)

Задание

Передача импульсных сигналов в компьютерных системах сопровождается искажениями, вызванными электромагнитными процессами в линиях связи. В зависимости от расстояния передачи и параметров сигналов линии связи рассматриваются как электрически короткие или электрически длинные. Конструктивно линии связи выполняются в виде печатных проводников в электронных модулях или в виде изолированных проводников в электронных блоках. Для уменьшения искажений сигналов применяются специальные меры для согласования линий связи с источниками и приемниками сигналов.

Дайте ответы на следующие вопросы:

1. Каким критерием характеризуется электрически длинная линия?
2. Как выглядит распределение напряжения U_x по координате x электрически длинной линии в различные моменты времени при подаче на ее вход импульса напряжения (рис.1)? Распределение напряжения приведите на рисунке 2 (l – длина линии).

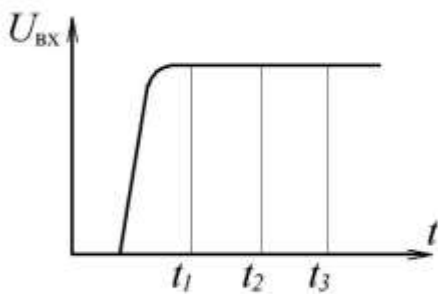


Рис. 1



Рис. 2

3. Как записывается соотношение для волнового сопротивления электрически длинной линии? Каково условие согласования источника сигнала, линии и приемника?
4. Какие процессы возникают в электрически длинной линии при отсутствии согласования источника сигнала, линии и приемника.
5. Предложите схему согласования электрически длинной линии с источником сигнала, который имеет малое выходное сопротивление, и приемником сигнала, который имеет большое входное сопротивление (источником и приемником являются элементы КМДП). Для согласования в схеме можно использовать дополнительные элементы.

Решение

1. Критерий электрически длинной линии выглядит следующим образом

$$\max\{t^{1,0}, t^{0,1}\} \leq 5l/v,$$

где $t^{1,0}$ и $t^{0,1}$ – длительности спада и нарастания передаваемого сигнала; l – длина линии связи; v – скорость распространения сигнала в линии связи.

2. Распределение напряжения U_x по координате x электрически длинной линии в различные моменты времени при подаче на ее вход импульса напряжения выглядит следующим образом (рис. 2)

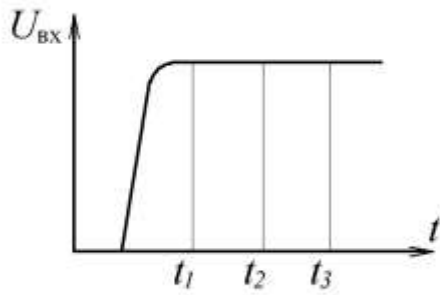


Рис. 1

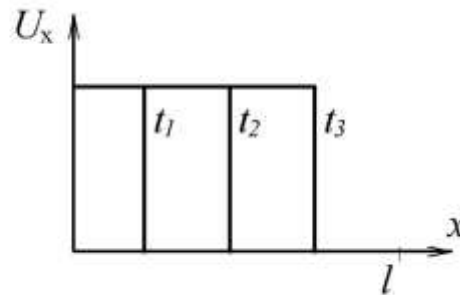


Рис. 2

3. Волновое сопротивление электрически длинной линии

$$Z_{\text{л}} = \sqrt{L/C},$$

где L – погонная индуктивность (индуктивность единицы длины) линии;

C – погонная емкость (емкость единицы длины) линии;

Условие согласования электрически длинной линии $R_{\Gamma} = Z_{\text{л}} = R_{\text{ВХ}}$,

где R_{Γ} – выходное сопротивление источника сигнала;

$R_{\text{ВХ}}$ – входное сопротивление приемника сигнала.

4. При отсутствии согласования возникают отражения сигнала от конца линии. Если сопротивление приемника сигнала, подключенного к линии, больше волнового сопротивления линии, импульс отражается без изменения полярности. Если сопротивление приемника сигнала, подключенного к линии, меньше волнового сопротивления линии, импульс отражается в противоположной полярности. Импульс, отраженный от конца линии, возвращается к ее началу и может претерпевать повторное отражение от начала линии. В результате отражений в приемник передается только часть энергии импульса, что может вызывать сбои в работе аппаратуры. Помимо этого, отраженный импульс накладывается на прямые импульсы, генерируемые источником сигнала, и искажает форму сигналов.

5. Схема согласования электрически длинной линии с источником сигнала, который имеет малое выходное сопротивление, и приемником сигнала, который имеет большое входное сопротивление, может выглядеть следующим образом (рисунок 3):

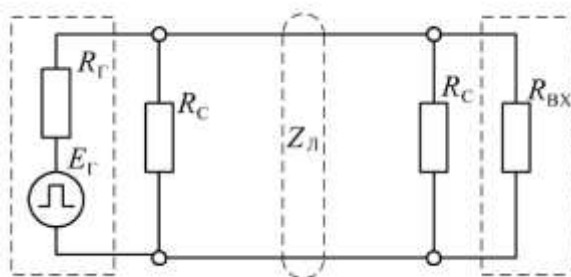


Рис. 3

Обозначения на схеме:

E_{Γ} и R_{Γ} – э.д.с. и внутреннее сопротивление генератора сигналов;

R_C – согласующие сопротивления;

$Z_{\text{л}}$ – волновое сопротивление линии;

$R_{\text{ВХ}}$ – входное сопротивление приемника сигналов.

Поскольку входное сопротивление элемента КМДП $R_{\text{ВХ}} \rightarrow \infty$, для устранения отражения сигналов в конце линии подключено согласующее сопротивление $R_C = Z_{\text{л}}$. Поскольку выходное сопротивление элемента КМДП $R_{\Gamma} \rightarrow 0$, для устранения отражения сигналов в начале линии подключено согласующее сопротивление $R_C = Z_{\text{л}}$.

Критерии оценивания

Максимальная оценка за задание – 20 баллов. Задание содержит 5 вопросов, верные ответы на которые оцениваются максимум в 4 балла по следующему правилу.

- 1) Записан критерий электрически длинной линии; 4 балла.
- 2) Приведено распределение напряжения U_x по координате x электрически длинной линии; 4 балла.
- 3) Записано соотношение для волнового сопротивления электрически длинной линии, а также условие согласования источника сигнала, линии и приемника сигнала; 4 балла.
- 4) Указаны процессы, которые возникают в электрически длинной линии при отсутствии согласования; 4 балла.
- 5) Предложена схема согласования электрически длинной линии с источником сигнала, который имеет малое выходное сопротивление, и приемником сигнала, который имеет большое входное сопротивление; 4 балла.

Оценки в зависимости от полноты и точности ответов на каждый из пяти вопросов.

- Ответ полный – 4.
- Ответ неполный. Несущественные неточности в ответе – 3.
- Ответ неполный. Ошибки в ответе – 2.
- Сделана попытка ответить на вопрос – 1.
- Ответ неправильный или отсутствует – 0.

Общая оценка за задачу является суммой баллов за ответы на пять вопросов.

Задание № 3 (Базы данных)

Задание

Приведите к третьей нормальной форме отношение "Баскетбольный клуб", включающее следующие атрибуты: Название команды (первичный ключ); Тренер (ФИО, спортивный разряд); Игроки (ФИО, спортивный разряд, роль в команде); Игры (дата проведения, название команды-соперника, набранные очки).

Особенности предметной области:

- команда может временно не иметь тренера;
- игрок может не иметь спортивного разряда;
- в каждой игре участвуют две команды.

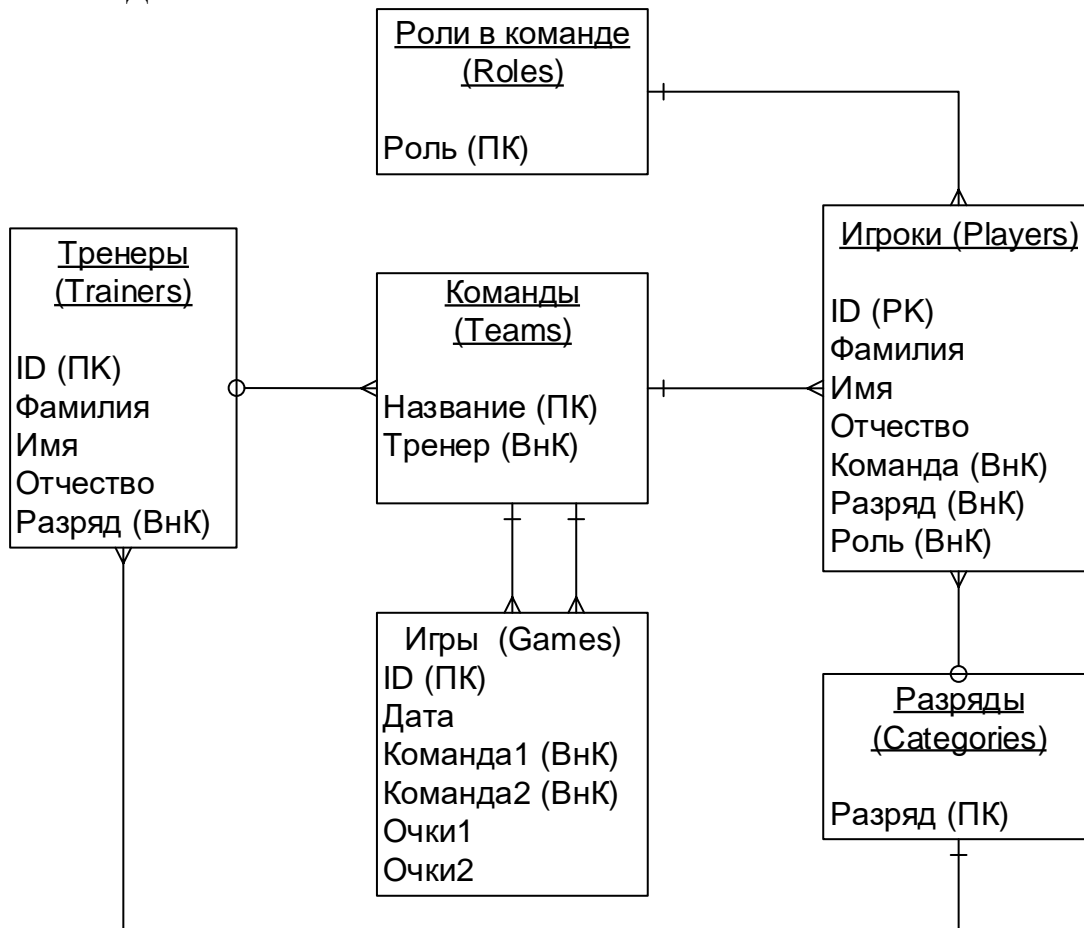
Результат представьте в виде схемы БД в одной из общепотребительных нотаций.

Напишите на SQL следующие запросы:

- 1) Команды, не участвующие в играх сегодня.
- 2) Команды, в которых состоит больше двадцати игроков.

Решение

Схема БД:



Спортсмен может не иметь разряда, команда может не иметь тренера. В задании нет ограничений на кардинальность связи между Командами и Тренерами, но атрибут "Тренер" не является многозначным, следовательно, возможны два варианта: 1) один тренер может руководить несколькими командами; 2) один тренер может руководить только одной командой. Первый вариант изображен на схеме выше. Если актуален второй вариант, то связь между Командами и Тренерами 1:1. Тогда внешний ключ может быть определен в любой из этих таблиц, и он будет уникальным.

Варианты запросов:

- 1) Команды, не участвующие в играх сегодня:

- ```

SELECT *
FROM Команды к
WHERE NOT EXISTS (SELECT * FROM Игры и
WHERE (и.Команда1=к.Название OR и.Команда1=к.Название)
AND и.Дата = current_date);

```
- 2) Команды, в которых состоит больше двадцати игроков:
- ```

SELECT Название, count(*)
FROM Команды к, Игроки и
WHERE к.Название = и.Команда
GROUP BY к.Название
HAVING count(*) > 20;

```

Критерии оценивания

Схема БД: максимальная оценка 12 баллов.

Оценивание схемы:

- 1) Неверное определение первичных ключей: снижение оценки на 2 балла за каждую ошибку.
- 2) Отсутствие или неверное определение внешних ключей: снижение оценки на 1 или 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 или неверное указание: снижение оценки на 2 балла.
- 5) Отсутствие указания кардинальности связей или неверное указание: 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 составного атрибута без изменений: снижение оценки на 1 балл.
- 10) Создание справочных таблиц "Разряды" и "Роли в команде" – плюс 1 балл за каждую.

Запросы: максимальная оценка 8 баллов.

Оценивание запросов:

- 11) Учет двух внешних ключей в таблице "Игры" в первом запросе – плюс 2 балла.
- 12) 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 – минус 4 балла.
 - b. Неправильные условия соединения таблиц или их отсутствие – минус 2 балла.
 - c. Нарушение условий группирования – минус 2 балла.
 - d. Использование неверных операторов сравнения или предикатов – минус 1 балл.
 - e. Другие синтаксические ошибки – минус 0,5-1 балл в зависимости от степени грубости ошибки.

Общая максимальная оценка за все здание – 20 баллов.

Вопрос №4 (Вычислительные системы)

Задание

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

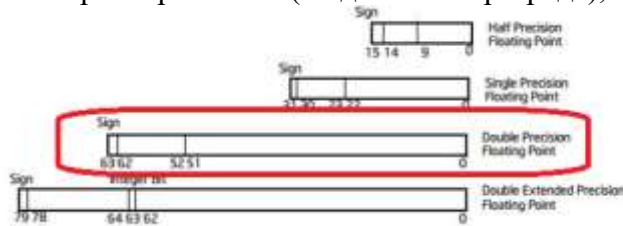
Считайте, что на рисунке отображается дамп памяти вычислительной системы на базе процессора с архитектурой Intel. Запишите ответ в виде $A > B$, $A < B$, $A = B$. Объясните свои выводы и ход решения.

Решение

Правильный ответ: $A < B$

Объяснение.

Формат long signed integer предполагает, что число целое со знаком (старший бит), имеет размер 4 байта (32 двоичных разряда),



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

и кодируется у Intel в дополнительном коде.

Address	Hex dump	Число А	Число В
00403000	DC 00 14 00 F0 E5 E7 F3 EB FB FF FF FF 20 EF F0		FB FF FF FF
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	00 00 00 00 00 04 14 C0	
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		

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 (IEEE 754-2008 http://ali.ayad.free.fr/IEEE_2008.pdf).

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 следующая:

- $A = C0\ 14\ 04\ 00\ 00\ 00\ 00\ 00$
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 A) предполагает, что первым слева (старшим) разрядом числа является его знак: («+» кодируется двоичным нулём, «-» кодируется двоичной единицей). Первая двоичная цифра числа «1», значит число A отрицательное. Формат binary64 предполагает следующую структуру разрядов:

63	62 52	51 0
Знак числа	Экспонента (смещенный порядок)	Мантисса без целой части
1	1000000 0001	0100 00000100 00000000 00000000 00000000 00000000 00000000

Экспонента формируется как истинный порядок со смещением (для binary64) на +1023 (11 1111 1111). У числа A истинный порядок равен 1000000 0001 – 11 1111 1111 = 10_2 (2_{10}). В результате мы получим следующее число ЧПЗ (в двоичной системе):
 $(A = -1,0100\ 00000100\ 00000000\ 00000000\ 00000000\ 00000000\ 00000000 \times 2^{10})_2 = -101,00\ 000001 = 2^2 + 2^0 + 2^{-8} = 5,00390625$.

$$A = -1,010000000100 \times 2^2$$

$$A = -5,00390625$$

Число B представлено дополнительным кодом, который имеет следующую структуру разрядов:

31	30	0
Знак числа	Дополнительный код	
1	11111111 11111111 11111111 11111011	

Переведем его в прямой код и десятичную систему счисления:
 $B = -5$.

Сравнивая два числа, получим, что $A (-5,00390625) < B (-5)$.

Критерии оценивания

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

Что оценивается	Баллы
А) Верно ли найдены числа в памяти по указанным адресам	4
• Одно число найдено верно	2 балла
• Адрес одного числа определен неверно	-1 балл
• Длина кода одного числа определена неверно	-1 балла
• Оба числа найдены неверно	0
Б) Верно ли записаны байты числа с применение требуемой кодировки Little-Endian	4
• Числа представлены верно	4 балла
• Допущена ошибка при определении порядка байтов в одном числе.	-2 балла

• <i>Представление чисел не выполнено</i>	0
В) Верно ли коды чисел по указанному адресу представлены в двоичной системе счисления (СС) согласно формату представления типов данных	6
• <i>Числа представлены верно</i>	6 баллов
• <i>Допущена ошибка при переводе в двоичную СС в одном числе</i>	-1 балл
• <i>Допущена ошибка при выделении групп разрядов согласно формату данных в одном числе.</i>	-2 балла
• <i>Перевод чисел не выполнен</i>	0
Г) Верно ли число представлено в десятичной системе счисления в прямом коде согласно формату представления типа данных	4
• <i>Числа представлены верно</i>	4
• <i>В одном из чисел допущена ошибка при переводе в десятичную СС</i>	-1 балл
• <i>Допущена ошибка при вычислении десятичного значения согласно формату данных в одном числе.</i>	-1 балла
• <i>Перевод чисел не выполнен</i>	0
В) Сравнение выполнено верно	2
• <i>Сравнение выполнено верно с учетом всех особенностей типов данных</i>	2
• <i>В сравнении допущены ошибки</i>	-1 балл
• <i>Сравнение не выполнено</i>	0

Задание 5 (Компьютерные сети)

Задание

Оцените, какую мощность должен иметь передатчик, чтобы разогнать канал тональной частоты до скорости 1 Мбит/сек, если абсолютный уровень шума в канале равен -42 dBm. Возможно ли достичь такой скорости на практике?

Решение

Эта задача на теорему Шеннона-Хартли.

Но сначала отметим, что абсолютная шкала мощности вводит соответствие

$$E = 0 \text{ dBm (децибел мощности)} = 1 \text{ mW (милливатт)}$$

Кроме того,

$$C = 1\,000\,000 \text{ бит/с}$$

$$B = 3100 \text{ Гц}$$

$$A = -45 \text{ дБм (dBm)}$$

Из теоремы Шеннона-Хартли $C = B \log_2(1 + \frac{S}{N})$, где $\frac{S}{N} \gg 1$, получим

$$\frac{S}{N} = 2^{\frac{C}{B}}$$

$$\frac{N}{E} = 10^{\frac{A}{10}}, \text{ из } A = 10 \lg \frac{S}{N}$$

$$S = 2^{\frac{C}{B}} N = 2^{\frac{C}{B}} 10^{\frac{A}{10}} E \text{ (мВт)}$$

$$S = 10^{(\frac{C}{B} \lg 2 + \frac{A}{10} - 3)} \text{ (Вт)}$$

Переходя к численным значениям

$$S = 10^{(\frac{1000000}{3100} * 0,3 - 4,5 - 3)} \approx 10^{89} \text{ Вт} = 10^{84} \text{ МВт}$$

Это число многократно превышает всю имеющуюся на Земле электрическую мощность, созданную человеком, для сравнения – самая мощная на Земле электростанция – Три ущелья – имеет мощность 22,5 ГВт (гигаватт).

Канал тональной частоты передается по витой паре с диаметром жил 0.4 мм, поэтому при присоединении такой мощности провода просто испарятся.

Критерии оценивания

Оценивается знание теоретических основ компьютерных сетей и умение применять эти знания на практике. Ниже приведен список действий, которые оцениваются. Как правило, указанные ниже действия должны выполняться последовательно, каждый последующий шаг невозможно сделать, если не выполнен предыдущий. Баллы за выполнение действий суммируются, так получается итоговый результат. Этот результат позволяет оценить даже не до конца выполненное задание.

Общая сумма баллов за задачу – 20.

Виды действий и баллы за их выполнение:

Правильно определены основные теоремы, но не приведена их математическая форма (2 балла)

Дополнительно записана математическая форма теорем, использующиеся при решении задачи (плюс 2 балла)

Часть величин из этих теорем идентифицирована и записаны их значения (плюс 2 балла)

Все величины из этих теорем идентифицированы и записаны их значения (плюс 2 балла)

Проведены упрощения математических выражений из теорем, отброшены малые слагаемые (плюс 2 балла)

Получено выражение для основной переменной, исходя из системы первоначальных уравнений (плюс 1 балл)

Получены все выражения для основных переменных, исходя из системы первоначальных уравнений (плюс 2 балла)

Получено итоговое выражение - аналитический ответ (плюс 3 балла)

Проведены численные расчеты (плюс 2 балла)

Сделан анализ следствий полученного ответа (плюс 2 балла)