

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский Томский  
политехнический университет»**



**ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**10-11 класс**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К  
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОМУ ЭТАПУ ОЛИМПИАДЫ**

2022 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Задание 1. Цифровая социология .....	3
Задание 2. Разработка метода оптимизации математической задачи.....	4
Задание 3. Синтез дискретных устройств.....	5
Задание 4. Обработка числовых массивов.....	8
Задание 5. Шифрование данных .....	9
Задание 6. Логика .....	10
Задание 7. Принципы шифровки и дешифровки .....	10
Задание 8. Комбинаторика .....	11
Задание 9. Измерение данных.....	13
Задание 10. Теория игр .....	14

## Задание 1. Цифровая социология

**Текст задачи.** Вы аналитик данных и изучаете отношение к компании Арктика-Нефть на основе сообщений в социальных сетях. Согласно используемой методологии агрегацией данных о реакциях отдельных пользователей или пользовательских групп и взаимодействием с ними занимаются коллеги из другого подразделения. Ваш отдел отвечает за выявление и описание устойчивых процессов и субъектов, взаимодействующих в их рамках. Частично такими субъектами могут быть подразделения компании. На основе одного из сообщений составьте графическое описание взаимодействия субъектов на условном участке местности. Самих субъектов обозначьте графическими примитивами – кругами или квадратами – с соответствующими наименованиями, а их взаимодействие векторами и контрвекторами.

Более 100 студентов трудилось в летний период в составе студенческих строительных отрядов на месторождениях компании Арктика-Нефть. Многие приехали в первый раз и осваивали рабочие профессии, однако часть студентов приезжает не в первый раз не только в рамках обычной трудовой деятельности, но и для прохождения преддипломной практики.

**Примечание.** субъект взаимодействия – это сущность, являющаяся источником деятельности.

**Решение задачи.** В данной задаче необходимо опираться строго на текст сообщения, не добавляя тех элементов, которые в нем не упоминаются. В первую очередь необходимо понять – кто или что является субъектом, а что им являться не может. Так субъектом может быть какое-либо физическое лицо или организационная система – например какой-либо отдел компании. В свою очередь субъектом не может являться процесс, такой как *преддипломная практика*, или какой-либо объект, т. е. сущность, на которую направлена некоторая деятельность – например *месторождение*.

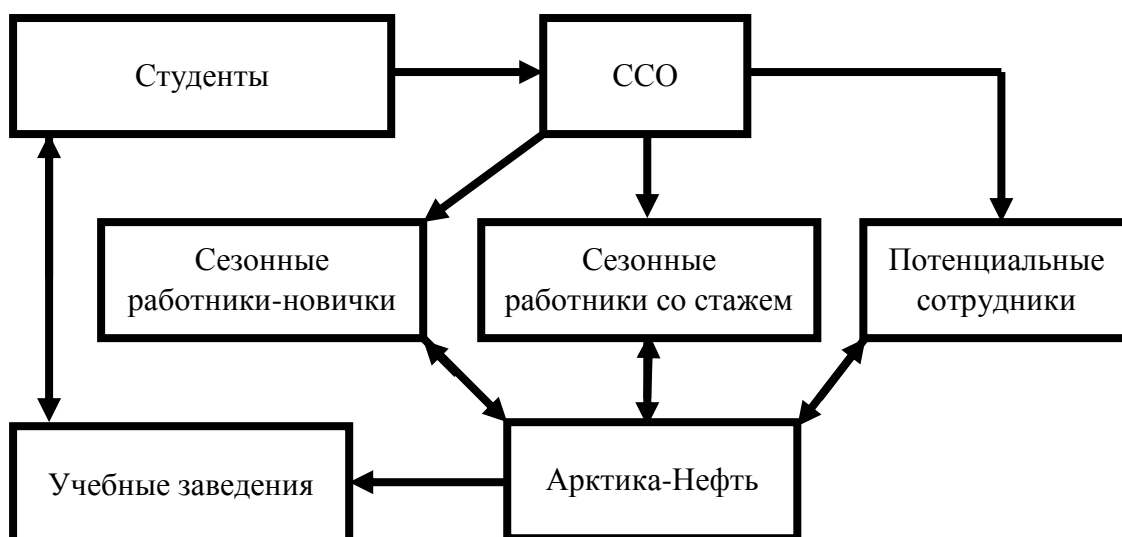
Составим список субъектов взаимодействия, идя последовательно по сообщению (имена субъектов можно давать с некоторой условностью, главное – прослеживаемость связи между ними и текстом):

	Субъект взаимодействия	Слово(а) в тексте
1.	Студенты	100 студентов
2.	Студенческие строительные отряды	Студенческих строительных отрядов
3.	Компания Арктика-Нефть	Компании Арктика-Нефть
4.	Сезонные работники-новички	приехали в первый раз

5.	Сезонные работники со стажем	часть студентов приезжает не в первый раз
6.	Потенциальные сотрудники	прохождения преддипломной практики
7.	Учебные заведения	прохождения преддипломной практики

Стоит обратить внимание, что в сообщении могут находиться фразы, по которым можно выделить более одного субъекта. Также субъекты, исходя из предоставленного определения, могут участвовать в нескольких видах деятельности, имея одного носителя. Например, отдельно взятый студент, т. е. участник образовательной деятельности, может одновременно являться субъектом из пунктов 4-6.

Далее составим требуемое графическое описание:



## Задание 2. Разработка метода оптимизации математической задачи

**Текст задачи.** На производственном Участке 3 нефтегазовой компании поставлена задача наладки работы элементов навигационной системы. Задача данного участка состоит в приемке зашифрованных сигналов с Участка 1 и Участка 2, синтезе пришедших пакетов данных и дальнейшей трансляции в Центр обработки данных. Напишите программу, на вход получающую по одному натуральному числу с каждого участка, а на выходе возвращающую третье число, рассчитанное путем возведения полученного значения с первого участка в степень числа, полученного со второго участка. При этом в Центр от получившегося значения будет отправлено лишь последняя цифра. В качестве тестовых значений используйте следующие:

- С первого участка: 954950230952380948328708
- Со второго участка: 470128749397540235934750230

**Решение задачи.** Решение задачи «в лоб» путем возведения одного числа в степень другого заведомо не хватит вычислительной мощности не только отдельного компьютера, но даже вычислительному центру потребуется определенное время на проведение вычислений. Так как переслать нужно только последнее число – сосредоточимся на вычислении именно его. Обратим внимание, что при возведении чисел в определенную степень последнее число всегда имеет некоторый цикл из ограниченного набора элементов. Например:  $2^2 = 4$ ,  $2^3 = 8$ ,  $2^4 = 16$ ,  $2^5 = 32$ ,  $2^6 = 64$ .

Таким образом нам необходимо взять лишь последнюю цифру первого числа и остаток от деления на 4 второго числа и только после этого возводить первое число в степень второго.

Пример программной реализации на Python

```
number = input()
degree = input()
number = int(str(number)[-1])
degree = int(str(step)[-2] + str(step)[-1]) % 4
if degree == 0:
    degree = 4
print((number ** degree))
```




### Задание 3. Синтез дискретных устройств

**Текст задачи.** При сравнении данных о бурении, приходящих в Центр обработки выявила и реальными значениями добычи было выявлено серьезное расхождение. Служебная проверка, проведенная на месторождении, выявила неисправность датчиков, которые было решено полностью заменить на новые. На этапе проектирования был задан типовой набор элементов, которые можно использовать для разработки системы датчиков, а также ее таблица истинности (a, b, c – входы, q – выход). Помогите разработать два типовых проекта (схема) системы датчиков, чтобы в будущем компания могла использовать стандартизированные решения.

Таблица истинности

<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>q</b>
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

Типовой набор элементов

Название	Изображение	Количество
Инвертор		5
И (с двумя входами)		8
Исключающее или (с двумя входами)		3

**Решение задачи.** Сначала следует получить формулу для функции  $y(a, b, c)$ , которая содержит только инверсии, конъюнкции и сумму по модулю два. Замечаем, что при  $a = 0$  (верхняя половина таблицы) столбец значений совпадает со столбцом значений суммы по модулю два  $b \oplus c$ , а при  $a = 1$  (нижняя половина таблицы) единицы соответствуют строкам, где  $c = 1$ . Отсюда следует формула

$$y = (\bar{a} \wedge (b \oplus c)) \vee (a \wedge c)$$

Убедиться, что она верна, можно с помощью таблицы истинности. По условию задачи, не имеется элемента ИЛИ, и формула содержит дизъюнкцию.

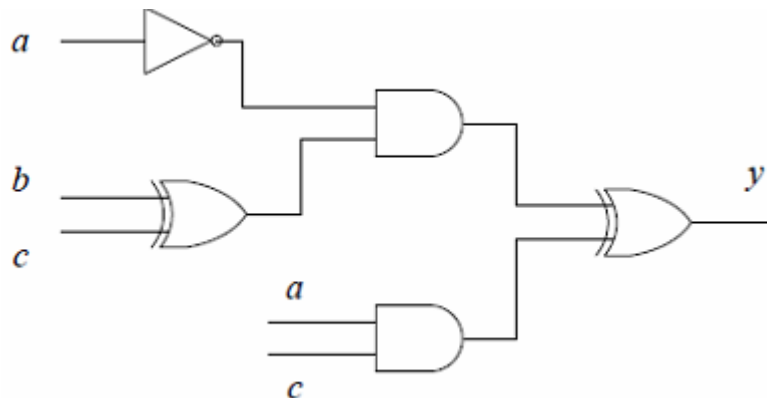
Заметим, что слагаемые в дизъюнкции, а именно,  $(\bar{a} \wedge (b \oplus c))$  и  $(a \wedge c)$ , не равны единице одновременно. В этом случае функция «или» равносильна функции «исключающее или», и формулу можно переписать

$$y = (\bar{a} \wedge (b \oplus c)) \oplus (a \wedge c)$$

Построим таблицу истинности для этой формулы.

$a$	$b$	$c$	$\bar{a}$	$b \oplus c$	$\bar{a} \wedge (b \oplus c)$	$a \wedge c$	$(\bar{a} \wedge (b \oplus c)) \oplus (a \wedge c)$
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	0	1
0	1	0	1	1	1	0	1
0	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	0	1	1
1	1	0	0	1	0	0	0
1	1	1	0	0	0	1	1

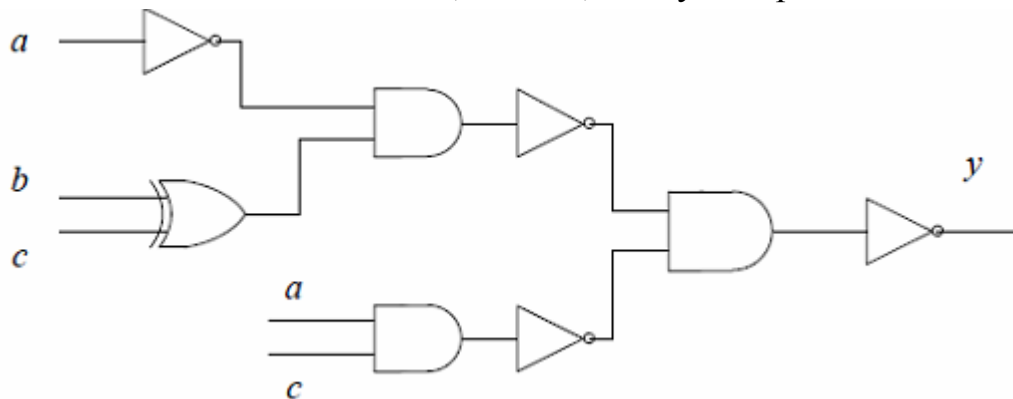
Для реализации этой формулы необходим один инвертор, два элемента «исключающее ИЛИ», два элемента «И», т.е., достаточно имеющихся элементов. Схема имеет вид:



После сборки данной схемы осталось четыре инвертора, один элемент «исключающее или», шесть конъюнкторов, то есть, вторую схему нужно строить по другой формуле. Можно преобразовать исходную формулу, применив закон де Моргана  $a \vee b = \overline{\bar{a} \wedge \bar{b}}$ :

$$y = (\bar{a} \wedge (b \oplus c)) \vee (a \wedge c) = \overline{(\bar{a} \wedge (b \oplus c)) \wedge \overline{(a \wedge c)}}$$

Для построения этой схемы нужно четыре инвертора, три конъюнктора и один элемент «исключающее или», то есть, схему построить можно.



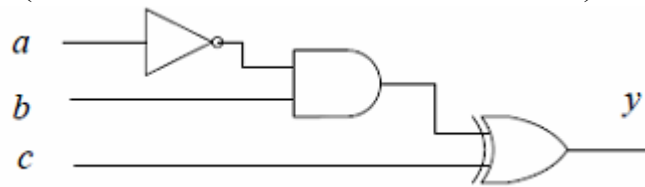
Можно найти совершенно другую формулу, если заметить, что  $y = c$  везде, кроме случая, когда  $a = 0, b = 1$ , в этом случае  $y = \bar{c}$ . Учтем, что  $x \oplus 0 = x$ ,  $x \oplus 1 = \bar{x}$ . Это приводит к следующей формуле:

$$y = (\bar{a} \wedge b) \oplus c.$$

Убедимся, что она верна, построив таблицу истинности.

$a$	$b$	$c$	$\bar{a}$	$(\bar{a} \wedge b)$	$(\bar{a} \wedge b) \oplus c$
0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	1
0	1	0	1	1	1
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1
1	1	0	0	0	0
1	1	1	0	0	1

Схема имеет вид (имеющихся элементов достаточно).



В остальных вариантах задачи аналогичны, приводится решение только для одного варианта.

#### Задание 4. Обработка числовых массивов

**Текст задачи.** Анализатор, через который последовательно проходят добытые полезные ископаемые показывает массу углерода в каждой партии, разделяя ее на слои. Лаборанту необходимо сепарировать те слои, в которых сумма подпоследовательностей значений массы углерода на единицу площади кратна эталонному числу 77. Ниже представлена полная последовательность:

523, 307, 112, 155, 211, 221, 231, 616, 1055, 1032, 1007, 32, 126, 471, 50, 156, 123, 13, 11, 117, 462, 16, 77, 176, 694, 848, 369, 147, 154, 847, 385, 1386, 77, 618, 12, 146, 113, 56, 154, 184, 559, 172, 904, 102, 194, 114, 142, 115, 196, 178, 893, 1093, 124, 15, 198, 217, 316, 154, 77, 77, 11, 555, 616, 842, 127, 23, 185, 575, 1078, 1001, 17, 7, 384, 557, 112, 854, 964, 123, 846, 103, 451, 514, 985, 125, 541, 411, 58, 2, 84, 618, 693, 231, 924, 1232, 455, 15, 112, 112, 84, 111, 539

Произведите расчет количества каждой подпоследовательности, имеющих различную численность вложенных элементов, кратных 77.



**Решение задачи.** В задаче требуется расчет количества каждой отдельной подпоследовательности, имеющей различную численность вложенных элементов, кратных 77. Ввиду того, что расчет ведется по слоям – нет необходимости определять подпоследовательности, состоящие, к примеру, из двух элементов как 3 подпоследовательности, содержащие по одному, одному и два элемента соответственно. Таким образом ответ должен даваться в формате:

- 1 идущее подряд число, кратное 77, встретилось 3 раза.
- 2 идущих подряд числа, кратных 77, встретились 1 раз.
- 3 идущих подряд числа, кратных 77, встретились 2 раза.
- 4 идущих подряд числа, кратных 77, встретились 4 раза.
- И так далее.

### **Задание 5. Шифрование данных**

**Текст задачи.** На полярной станции вышел из строя дешифровальный аппарат и теперь отсутствует возможность штатного обмена сообщениями как с другими промышленными объектами, так и с большой землей. На ожидание специалистов извне уйдет непозволительно много времени, к тому же запасной аппарат имеется на складе, однако нуждается в программировании алгоритма дешифровки. В течение недели было получено три сообщения:

- Шцлиц эцадгнюизх 15 гдхчжх ю шыжгйт 13 ыацчжх
- 101 идгг ьдчсидя гыкию ьцбю -40 еждмыгидш уккыаиюшгдзию ацеюицбдшбдьгыюя
- Эцъцяиы задждзит шжцпыгюх адбыгнцидшд шцбц ш 124 ежю йщбы -63

Разработайте алгоритм дешифровки, который позволил бы станции работать в штатном режиме. **Примечание:** конечный текст сообщения должен выводиться на русском языке, символ «ё» интерпретируется как «е».

**Решение задачи.** Текст сообщения зашифрован полностью, поэтому логично предположить, что зашифрованы не только буквенные символы, но и числовые. Начнем с последних: обратим внимание, что наибольшей цифрой в каждом числе является 6. Значит можно выдвинуть гипотезу, что числа представлены в семеричной системе счисления. Осуществив перевод в десятичную систему, получим следующее: (1) 12 и 10, (2) 50 и -28, (3) 67 и -45. Наличие знаков перед числами подталкивает к операции сложения, выполнив которое получим в каждом случае одно и тоже число 22. Это и есть ключ к шифру Цезаря, означающий смещение по алфавиту на 22 символа вправо. Проведя смещение, получим дешифрованные сообщения:

- Вахта закончится 12 ноября и вернусь 10 декабря
- 50 тонн добытой нефти дали -28 процентов эффективности капиталовложений
- Задайте скорость вращения коленчатого вала в 67 при угле -45

### Задание 6. Логика

**Текст задачи.** Сигизмунд, Асема, Марина и Саша получили приглашение на Дни карьеры в своем ВУЗе. Из-за конференц-недели времени у них было не много, поэтому в этот день каждый мог провести подробные переговоры только с одной компанией. Двое студентов пошли на встречу с компанией Восточный газ, один на встречу с Трансгаз Космические системы, а еще один на встречу с компанией Сибирь Нефтепереработка. Из-за темперамента Сигизмунд и Марина никогда бы не проявили бы интерес к одной компании. Кроме того, в этот день разошлись интересы Сигизмунда и Саши, Марины и Саши, Саши и Асемы, а также Сигизмунда и Асемы. При этом Сигизмунд сразу отказался от встречи с компанией Трансгаз Космические системы. Необходимо установить какие компании являются наиболее предпочтительными для трудоустройства каждого студента.

**Решение задачи.** Данную задачу можно решить, сопоставляя факты в таблице. Разметим число студентов, пошедших на встречу с каждой компанией. Затем исключим для Сизигмунда встречу с компанией Трансгаз Космические системы. Сопоставив сочетания установим, что Асема и Марина пошли на встречу с компанией Восточный газ. Значит Саша встречался с компанией Трансгаз Космические системы, а Сизигмунд с Сибирь нефтепереработка.

Компания	Сизигмунд	Асема	Марина	Саша
Восточный газ (2)		+	+	
Трансгаз Космические системы (1)	–			+
Сибирь Нефтепереработка (1)	+			

### Задание 7. Принципы шифровки и дешифровки

**Текст задачи.** Карим подал заявление в весеннюю школу ВУЗа по защите информации и ему необходимо решить тестовое задание: дешифровать короткую фразу. В качестве ключей для этого ему предоставляется пример шифрования слова *гипертекст*:

**гипертекст → игептркетс → кезсфзмзфу → уфзмтфсзек**

Тестовая фраза: врпвл терпраиэ вйзгцфпз

**Примечание.** Символ «ё» не используется

**Решение задачи.** Для начала нужно разгадать алгоритм шифрования. Посмотрим на представленный пример:

- гипертекст – первоначальное слово.
- игептркетс – далее происходит смена мест соседних символов.
- кезсфзмзфу – сдвиг по алфавиту вправо на 2 символа.
- уфзмтфсзек – слово переворачивается.

Для расшифровки нужно выполнить все в обратном порядке:

- врпвл терпраиэ вйзгцфпз

Перевернем:

- зпфцгзйв эиарпрет лвпрв

Сдвигаем на 2 символа влево:

- ентфбеза ыжюоногр йаноа

Произведем смену мест соседних символов:

- нефтебазы южного района

**Примечание.** При исполнении задания достаточно часто участники олимпиады упускали из вида символ пробела, хотя в достаточно большом количестве ошибочных случаев искомая фраза явно просматривалась и можно было обратить внимание на наличие ошибки в ходе решения.

## **Задание 8. Комбинаторика**

**Текст задачи.** При устройстве в отдел информационной безопасности Вам было предложено решить тестовое задание на разработку алгоритмов шифрования и дешифрования сообщений. Они должны стать частью общего алгоритма обмена данными между месторождением и головным офисом компании, поэтому логично будет разделить их на два отдельных метода (функции). В качестве основы для таблицы шифрования используется колода из 52 карт, Каждой из которых соответствует определенное кодовое значение.

	Т	2	3	4	5	6	7	8	9	D	V	Q	K
у	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
б	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
с	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
р	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51

**Примечание.** Масти карт обозначены: трефы - у, бубны - б, червы - с, пики - р. Номиналы карт: туз - Т, 10 - D, валет - V, королева - Q, король - K.

Метод шифрования получает на вход массив строковых значений, а возвращает массив целых чисел, отсортированных по возрастанию. Метод дешифрования получает на вход массив целых чисел, а возвращает массив строк, отсортированный по кодовым значениям.

Для тестирования методов проведите шифрование и дешифрование следующих сообщений:

1. Qb, Ty, Tp, Dy, 2c
2. Db, 4y, 6p, Tc, Kp

### Решение задачи.

Пример программной реализации метода шифрования на Python

```
def encode(cards):
    data = ['T', '2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9', 'D', 'V', 'Q', 'K']
    encode = []
    for i in cards:
        pos = 0
        for j in data:
            if j != i[0]:
                pos += 1
            else:
                break
        if i[1] == 'b':
            pos += 13
        elif i[1] == 'c':
            pos += 26
        elif i[1] == 'p':
            pos += 39
        encode.append(pos)
    return sorted(encode)
```

## Пример программной реализации метода дешифрования на Python

```
def decode(cards):
    data = ['T', '2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9', 'D', 'V', 'Q', 'K']
    cards = sorted(cards)
    decode_data = []
    for i in cards:
        decode = ''
        if 0 <= i <= 12:
            decode += data[i] + 'y'
        elif 13 <= i <= 25:
            decode += data[i - 13] + 'b'
        elif 26 <= i <= 38:
            decode += data[i - 26] + 'c'
        elif 39 <= i <= 51:
            decode += data[i - 39] + 'p'
        decode_data.append(decode)
    return decode_data
```

### Задание 9. Измерение данных

**Текст задачи.** Между двумя рабочими участками месторождения планируется установить дополнительный канал обмена стерео аудио-сигналами (сообщениями) для ежедневных отчетных сеансов связи. Установите требуемую пропускную способность данного канала в килобитах из расчета, что сеансы будут проводиться в течение не более чем 51 минуты. Ниже представлены требования к моно-сигналу в расчете на 1 секунду:

- Частота дискретизации: 63 Гц
- Глубина дискретизации: 17 бит
- Объем метаданных: 47 байт на каждые 5 Килобит аудио

**Решение задачи.** Пропускной способностью канала является показатель отношения объема передаваемых данных ко времени передачи, т. е., проще говоря – сколько данных можно передать за установленный отрезок времени. Так же стоит заметить, что показатели нам предоставлены для моно-сигнала, а расчет произвести необходимо для стерео-сигнала, т. е. получившиеся показатели увеличить в два раза. Для начала переведем все данные в единую шкалу – секунды и биты.

$$\text{Время для передачи данных} = 51 * 60 = 3060 \text{ секунд}$$

Для определения количества передаваемых данных нужно произвести умножение частоты дискретизации на ее глубину в отведенный период

$$\text{Объем данных} = 63 * 17 * 3060 = 3\,277\,260 \text{ бит}$$

Теперь вычислим объем метаданных

$$\text{Объем данных} = \frac{47 * 8 * 3\,277\,260}{5 * 1024} = 240\,674 \text{ бит}$$

Таким образом общий объем данных, нуждающихся в передаче, составит

$$\text{Общий объем данных} = (3\,277\,260 + 240\,674) * 2 = 7\,035\,868 \text{ бит}$$

И наконец определим пропускную способность в килобитах в секунду:

$$\text{Пропускная способность} = \frac{7\,035\,868}{1024 * 3060} = 2,25 \text{ Кбит/сек}$$

### Задание 10. Теория игр

**Текст задачи.** Нефтегазодобывающее предприятие поставило задачу переработки стратегии сбыта продукции – природного и сжиженного газа в зимний период. При спокойной зиме существует возможность поставок 2200 кубометров природного и 3500 сжиженного газа, а при наступлении сильных морозов 3800 кубометров природного и 2450 сжиженного. Себестоимость добычи и транспортировки одного кубометра природного газа составляют 19 денежных единицы, сжиженного – 25. При этом конечная цена для потребителя составит 35 и 58 денежных единиц соответственно. Определите оптимальную стратегию предприятия, при которой она получит максимум прибыли вне зависимости от погодных условий.

**Примечание.** Ответом является планируемое к добыче и поставке количество кубометров сжиженного и природного газа.

**Решение задачи.** Произведем моделирование возможных сценариев. В связи с непредсказуемыми колебаниями погоды компания может применить две «чистые» стратегии:

$F_1 = (2200, 3500)$  – заготовка 2200 м<sup>3</sup> природного и 3500 м<sup>3</sup> сжиженного газа

$F_2 = (3800, 2450)$  – заготовка 3800 м<sup>3</sup> природного и 2450 м<sup>3</sup> сжиженного газа

Природа (рынок) располагает также двумя стратегиями:

$D_1$  = погода теплая

$D_2$  = погода прохладная

Если компания применит чистую стратегию  $F_1$  и погода будет теплой ( $D_1$ ), добытый газ будет полностью реализован, а доход составит:

$$W_{11} = 2200 \cdot (35 - 19) + 3500 \cdot (58 - 25) = 150\,700$$

С другой стороны, если компания изберет стратегию  $F_1$ , но зима будет холодной ( $D_2$ ), то газ будет реализован лишь частично, а доход составит:

$$W_{12} = 2200 \cdot (35 - 19) + 2450 \cdot (58 - 25) - (3500 - 2450) \cdot 25 = 89\,900.$$

Аналогично, если компания применит стратегию  $F_2$ , а природа – стратегию  $D_1$ , то доход составит:

$$W_{21} = 2200 \cdot (35 - 19) + 2450 \cdot (58 - 25) - (3800 - 2200) \cdot 19 = 85\,860,$$

а если природа выберет стратегию  $D_2$ , то

$$W_{22} = 3800 \cdot (35 - 19) + 2450 \cdot (58 - 25) = 141\,650.$$

Рассматривая фирму и природу в качестве двух игроков, получим платежную матрицу игры, которая будет служить игровой моделью задачи:

$$W = \begin{pmatrix} 150\,700 & 89\,900 \\ 85\,860 & 141\,650 \end{pmatrix}$$

Поскольку максиминная стратегия игры:  $a = \max(85\,860, 89\,900) = 89\,900$ , минимаксная  $b = \min(150\,700, 141\,650) = 141\,650$ , то цена игры лежит в диапазоне:

$$89\,900 \text{ ден. ед.} < v < 141\,650 \text{ ден. ед.}$$

Решения игры в чистых стратегиях не существует, поэтому будем искать решение в смешанных стратегиях. Решим данную игру аналитическим методом. Средний выигрыш первого игрока, если он использует оптимальную смешанную стратегию  $x^* = (x_1^*, x_2^*)$ , а второй игрок – чистую стратегию, соответствующую первому столбцу платежной матрицы, равен цене игры  $v$ :

$$150\,700x_1^* + 85\,860x_2^* = v$$

Тот же средний выигрыш получает первый игрок, если второй игрок применяет стратегию, соответствующую второму столбцу платежной матрицы, то есть

$$89\,900x_1^* + 141\,650x_2^* = v$$

Учитывая, что  $x_1^* + x_2^* = 1$ , получаем систему уравнений для определения оптимальной стратегии первого игрока и цены игры:

$$\begin{cases} 150\,700x_1^* + 85\,860x_2^* = v \\ 89\,900x_1^* + 141\,650x_2^* = v \\ x_1^* + x_2^* = 1 \end{cases}$$

Решаем эту систему и находим:

$$\begin{cases} x_1^* = 0,48 \\ x_2^* = 0,52 \\ v = 116\,983 \end{cases}$$

Оптимальная стратегия фирмы:

$$P^* = x_1^* * F_1 + x_2^* * F_2 = 0,48(2200; 3500) + 0,52(3800; 2450) = (3032; 2954)$$

Таким образом, компании оптимально поставлять 3032 м<sup>3</sup> природного и 2954 м<sup>3</sup> сжиженного газа.

Учебное пособие для подготовки к олимпиаде

Под редакцией В. М. Саклакова



