

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОФИЛЬ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

**11 КЛАСС
Вариант 1**

Задание 1

Рефрактометрия – метод определения содержания растворенного вещества в растворе по его коэффициенту преломления. Для определения концентрации глюкозы в растворе студент собрал установку (рисунок 1), состоящую из монохроматического источника света, сосуда с прямоугольным дном (кюветы) толщиной $a = 105$ мм и пренебрежимо малой толщиной стенок. В сосуд наливается исследуемый раствор, в нем происходит преломление луча источника света, и из геометрических соотношений определяется коэффициент преломления раствора. Далее используется заранее построенный градуировочный график зависимости коэффициента преломления раствора глюкозы от ее концентрации, выраженной в процентах от массы всего раствора (рисунок 2). Однако в лаборатории внезапно отключили отопление, и внутри была температура 10 °С, поэтому необходимо выполнить поправку при расчетах согласно формуле:

$$n_t = n_{20} + 0,0002 \cdot (20 - t),$$

где n_{20} – показатель преломления при температуре 20 °С, t – температура в °С, n_t – показатель преломления при t °С.

Студент провел измерения при угле падения луча в 30° . Оказалось, что луч вышел на расстоянии $d = 41$ мм от точки пересечения задней стенки кюветы и нормалью, восстановленной в точке падения луча. Определите, какова масса глюкозы содержится в 300 г исследованного студентом раствора. Ответ представьте в единицах измерения СИ.

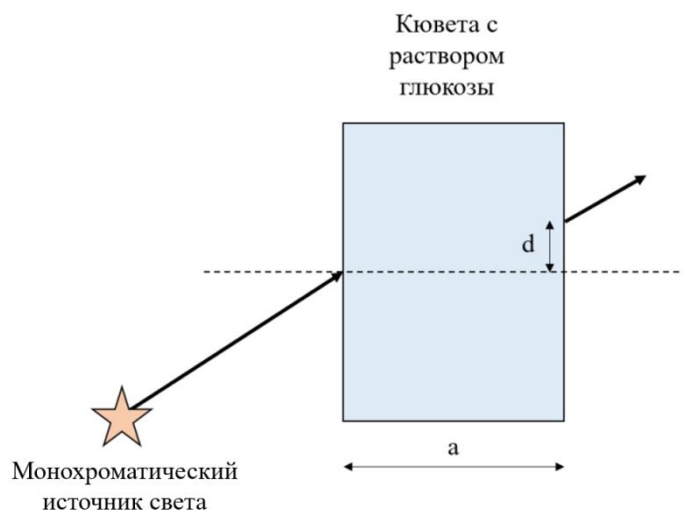


Рисунок 1 – Схема собранной установки для проведения рефрактометрического содержания глюкозы в растворе.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОФИЛЬ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

Зависимость коэффициента преломления водного раствора
глюкозы при температуре 20 °С от концентрации

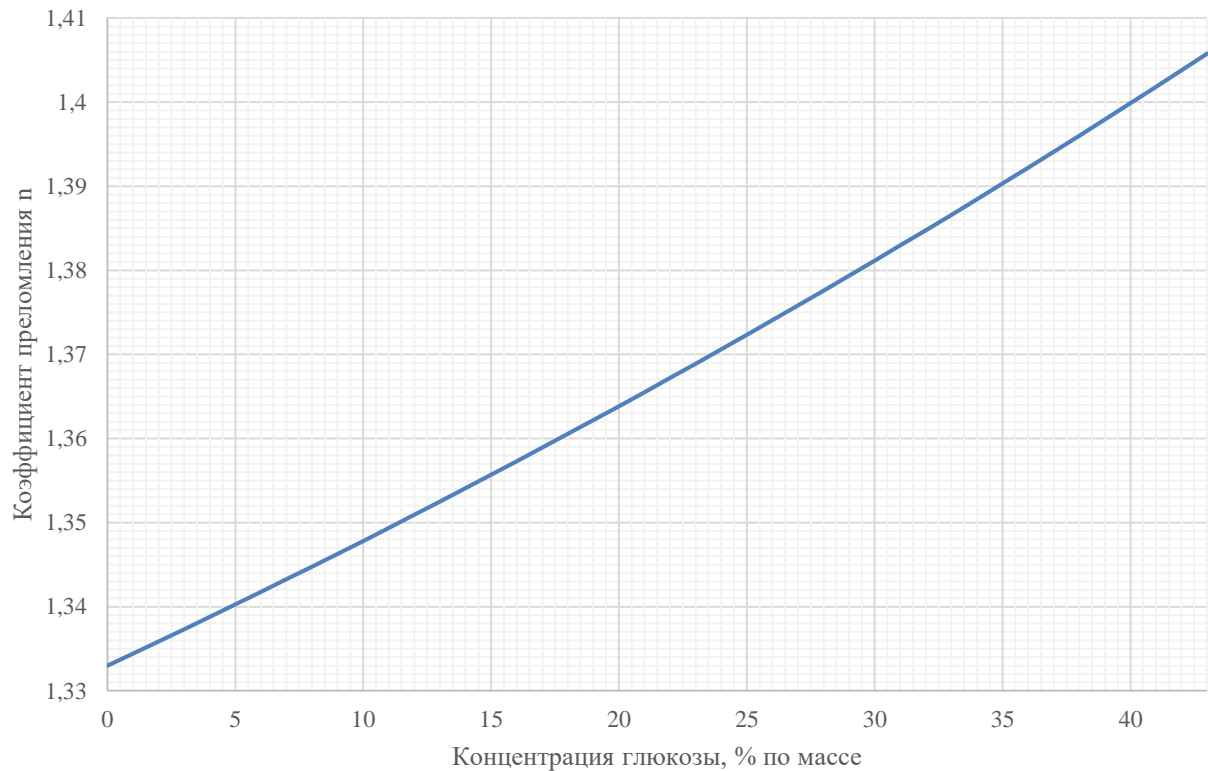


Рисунок 2 – Рефрактометрический градуировочный график для раствора ГЛЮКОЗЫ.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОФИЛЬ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

Задание 2

Когда организм синтезирует белки, ему необходимо декодировать нуклеотидный код в последовательность аминокислот. Эта последовательность зашифрована в ДНК посредством четырех нуклеотидов – аденина (А), тимина (Т), гуанина (Г) и цитозина (Ц). Каждой тройке последовательных нуклеотидов (кодону) соответствует определенная аминокислота по следующим правилам:

Первое Основание	Второе основание				Третье основание
	Т	Ц	А	Г	
Т	Фенилаланин Фенилаланин Лейцин Лейцин	Серин Серин Серин Серин	Тирозин Тирозин - -	Цистеин Цистеин - Триптофан	Т Ц А Г
Ц	Лейцин Лейцин Лейцин Лейцин	Пролин Пролин Пролин Пролин	Гистидин Гистидин Глутамин Глутамин	Аргинин Аргинин Аргинин Аргинин	Т Ц А Г
А	Изолейцин Изолейцин Изолейцин Метионин	Треонин Треонин Треонин Треонин	Аспарагин Аспаригин Лизин Лизин	Серин Серин Аргинин Аргинин	Т Ц А Г
Г	Валин Валин Валин Валин	Аланин Аланин Аланин Аланин	Аспарагиновая кислота Аспарагиновая кислота Глутаминовая кислота Глутаминовая кислота	Глицин Глицин Глицин Глицин	Т Ц А Г

Как правило, в случае кодирования белков эти последовательности довольно длинные. Например, белки опсины, содержащиеся в

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОФИЛЬ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

человеческих колбочках и отвечающие за правильное распознавание цвета, содержат более 300 аминокислотных остатков.

Часть этой последовательности для синего опсина выглядит как:

... Глутамин –Серин –Фенилаланин–Цистеин –Валин– Цистеин ...

Приведите пример последовательности гена, которая ему соответствует. Сколько разных таких последовательностей возможно?

Известно, что мутация гена таким образом, что вместо глутамина будет закодирован аргинин, может привести к редкой форме дальтонизма, при которой нельзя отличить синий цвет от желтого (тританопия). Рассчитайте вероятность такой мутации в случае приведенной вами последовательности, если в ней мутируют (то есть заменяются на другие) ровно два основания.

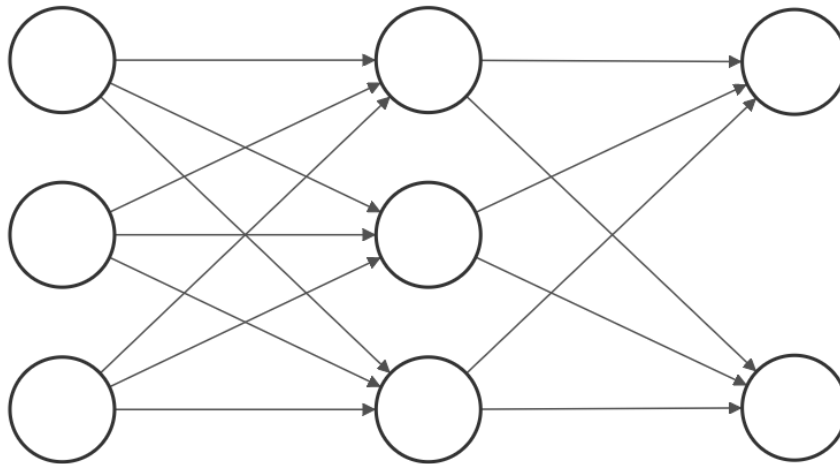
Задание 3

В последнее время для всё большего количества задач классификации и распознавания используются нейросети. Их история началась с того, что в середине прошлого века была предложена математическая модель работы мозга и обработки им информации, получившая название перцептрона. Схема этой модели представлена на рисунке. В этой модели существуют нейроны, поделенные на слои (отображены вертикально), соединенные между собой синапсами – связями, передающими сигнал с определенным весом (то есть множителем) w_{ij} , где i – номер нейрона в предыдущем слое, а j – номер нейрона в следующем слое. Первый слой называется входящим, последний – выходным, а слои между ними – скрытыми. Чтобы получить общий входящий сигнал на нейрон S_j , нужно сложить поступающие на него сигналы от нейронов предыдущего слоя с учетом весов соединяющих их связей:

$$S_j = \sum_i S_i w_{ij}$$

Выходной сигнал нейрона определяется его функцией активации.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОФИЛЬ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**



Известно, что функция активации нейронов изображенной выше нейросети выглядит как

$$y = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 0,5 \\ 0,5, & \text{если } x \geq 0,5. \end{cases}$$

Веса связей между входным и скрытым слоями распределены как $w_{11}=0,2$, $w_{12}=0,3$, $w_{13}=0,9$, $w_{21}=0,1$, $w_{22}=0,7$, $w_{23}=0,1$, $w_{31}=0,2$, $w_{32}=0,4$, $w_{33}=0,8$. Веса связей между скрытым и выходным слоями равны 0,4.

Определите величину сигнала на выходных нейронах, если на входные нейроны поданы сигналы величиной 0,2, 0,6 и 0,5. Для решения каких задач можно было бы использовать эту нейросеть?

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОФИЛЬ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

11 КЛАСС

Вариант 2

Задание 1

Рефрактометрия – метод определения содержания растворенного вещества в растворе по его коэффициенту преломления. Для определения концентрации глюкозы в растворе студент собрал установку (рисунок 1), состоящую из монохроматического источника света, сосуда с прямоугольным дном (кюветы) толщиной $a=65$ мм и пренебрежимо малой толщиной стенок. В сосуд наливается исследуемый раствор, в нем происходит преломление луча источника света, и из геометрических соотношений определяется коэффициент преломления раствора. Далее используется заранее построенный градуировочный график зависимости коэффициента преломления раствора глюкозы от ее концентрации, выраженной в процентах от массы всего раствора (рисунок 2). Однако в лаборатории внезапно отключили отопление, и внутри была температура 10 °С, поэтому необходимо выполнить поправку при расчетах согласно формуле:

$$n_t = n_{20} + 0,0002 \cdot (20 - t),$$

Где n_{20} – показатель преломления при температуре 20 °С, t – температура в °С, n_t – показатель преломления при t °С.

Студент провел измерения при следующих условиях: угол падения луча – 30° . Оказалось, что луч вышел на расстоянии $d = 25$ мм от точки пересечения задней стенки кюветы и нормалью, восстановленной в точке падения луча. Определите, какова масса глюкозы содержится в 300 г исследованного студентом раствора. Ответ представьте в единицах измерения СИ.

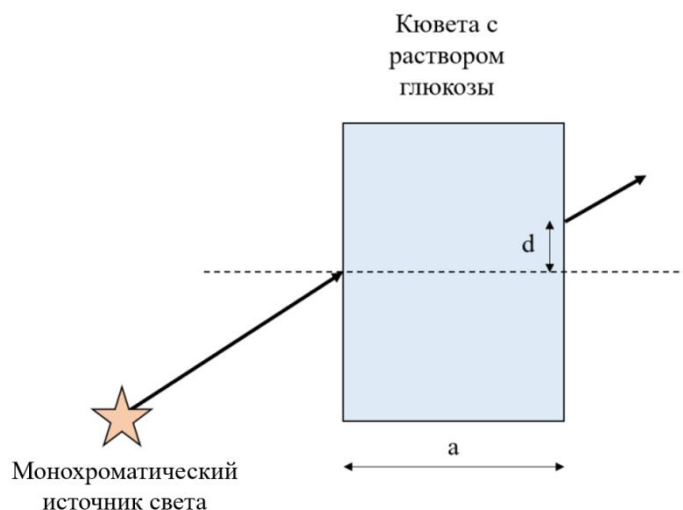


Рисунок 1 – Схема собранной установки для проведения рефрактометрического содержания глюкозы в растворе.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОФИЛЬ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

Зависимость коэффициента преломления водного раствора
глюкозы при температуре 20 °С от концентрации

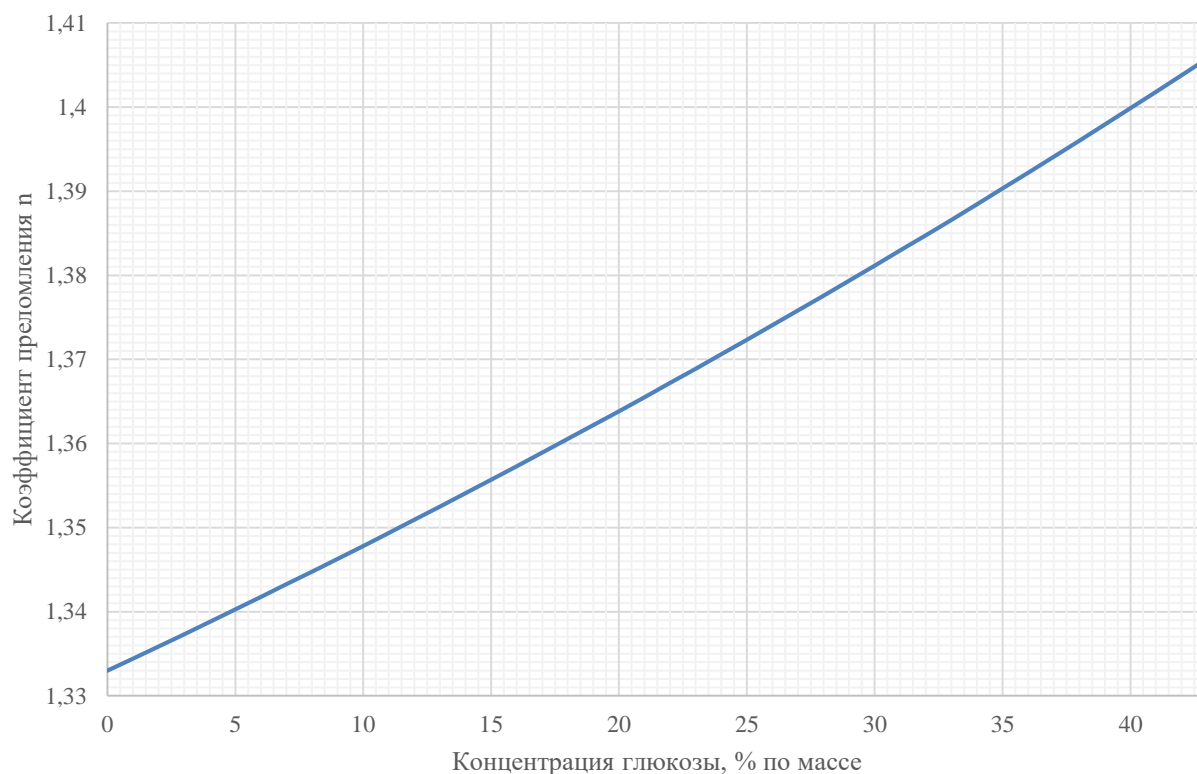


Рисунок 2 – Рефрактометрический градуировочный график для раствора ГЛЮКОЗЫ.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОФИЛЬ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

Задание 2

Когда организм синтезирует белки, ему необходимо декодировать нуклеотидный код в последовательность аминокислот. Эта последовательность зашифрована в ДНК посредством четырех нуклеотидов – аденина (А), тимина (Т), гуанина (Г) и цитозина (Ц). Каждой тройке последовательных нуклеотидов (кодону) соответствует определенная аминокислота по следующим правилам:

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	Т	Ц	А	Г	
Т	Фенилаланин Фенилаланин Лейцин Лейцин	Серин Серин Серин Серин	Тирозин Тирозин - -	Цистеин Цистеин - Триптофан	Т Ц А Г
Ц	Лейцин Лейцин Лейцин Лейцин	Пролин Пролин Пролин Пролин	Гистидин Гистидин Глутамин Глутамин	Аргинин Аргинин Аргинин Аргинин	Т Ц А Г
А	Изолейцин Изолейцин Изолейцин Метионин	Треонин Треонин Треонин Треонин	Аспарагин Аспаригин Лизин Лизин	Серин Серин Аргинин Аргинин	Т Ц А Г
Г	Валин Валин Валин Валин	Аланин Аланин Аланин Аланин	Аспарагиновая кислота Аспарагиновая кислота Глутаминовая кислота Глутаминовая кислота	Глицин Глицин Глицин Глицин	Т Ц А Г

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОФИЛЬ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

Как правило, в случае кодирования белков эти последовательности довольно длинные. Например, белки опсины, содержащиеся в человеческих колбочках и отвечающие за правильное распознавание цвета, содержат более 300 аминокислотных остатков.

Часть этой последовательности для синего опсина выглядит как:

... Валин – Метионин– Валин – Глутамин –Серин –Фенилаланин ...

Приведите пример последовательности гена, которая ему соответствует. Сколько разных таких последовательностей возможно?

Известно, что мутация гена таким образом, что вместо глутамина будет закодирован аргинин, может привести к редкой форме дальтонизма, при которой нельзя отличить синий цвет от желтого (тристанопия). Рассчитайте вероятность такой мутации в случае приведенной вами последовательности, если в ней мутируют (то есть заменяются на другие) ровно два основания.

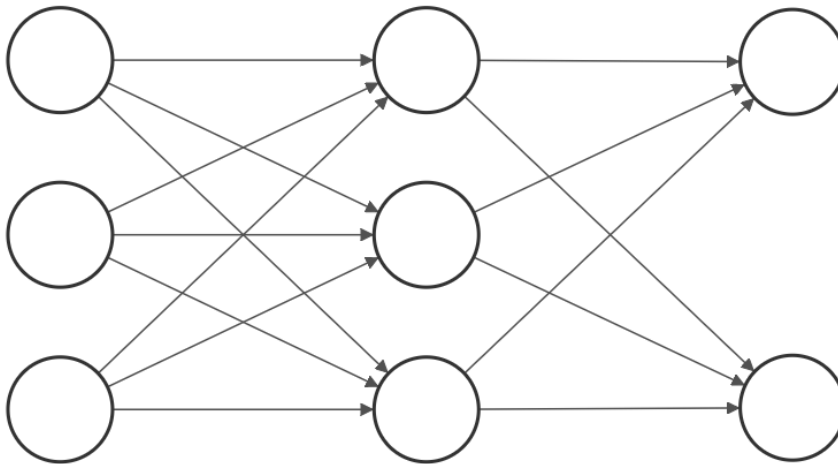
Задание 3

В последнее время для всё большего количества задач классификации и распознавания используются нейросети. Их история началась с того, что в середине прошлого века была предложена математическая модель работы мозга и обработки им информации, получившая название перцептрона. Схема этой модели представлена на рисунке. В этой модели существуют нейроны, поделенные на слои (отображены вертикально), соединенные между собой синапсами – связями, передающими сигнал с определенным весом (то есть множителем) w_{ij} , где i – номер нейрона в предыдущем слое, а j – номер нейрона в следующем слое. Первый слой называется входящим, последний – выходным, а слои между ними – скрытыми. Чтобы получить общий входящий сигнал на нейрон S , нужно сложить поступающие на него сигналы от нейронов предыдущего слоя с учетом весов соединяющих их связей:

$$S_j = \sum_i S_i w_{ij}$$

Выходной сигнал нейрона определяется его функцией активации.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОФИЛЬ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**



Известно, что функция активации нейронов изображенной выше нейросети выглядит как

$$y = \begin{cases} 0, & \text{если } x > 0,5 \\ 0,5, & \text{если } x \leq 0,5. \end{cases}$$

Веса связей между входным и скрытым слоями распределены как $w_{11}=0,2$, $w_{12}=0,3$, $w_{13}=0,4$, $w_{21}=0,1$, $w_{22}=0,7$, $w_{23}=0,1$, $w_{31}=0,2$, $w_{32}=0,4$, $w_{33}=0,8$. Веса связей между скрытым и выходным слоями равны $0,7$.

Определите величину сигнала на выходных нейронах, если на входные нейроны поданы сигналы величиной $0,6$, $0,9$ и $0,1$. Для решения каких задач можно было бы использовать эту нейросеть?