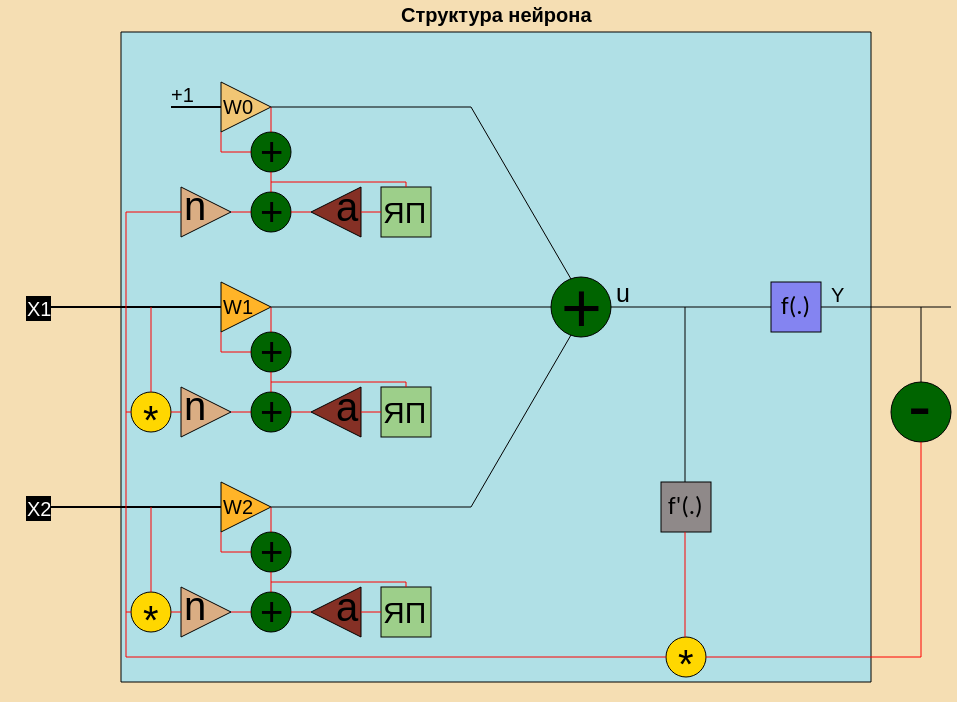
Принцип работы

Оглавление:

1)Перцептрон

2)Многослойная нейронная сеть

1. Перцептрон



Представляет из себя один нейрон который может иметь от 1 до n количества входов и 1 выход. На рисунке представлен перцептрон который имеет функцию активации f(.), 2 входа X1,X2. У каждого входа есть свой вес, W1, W2 и нулевой вес W0. Изначальны все веса случайно сгенерированы. У перцептрона как и у любой нейронной сети есть два коэффициента a коэффициент усиления который может принимать значения от 0 до 1 и n скорость обучения Перцептрон работает в двух режимах в прямом и обратном их так же еще называют режимом распознавания и режимом обратного распространении ошибки.

Режим распознавания:

Сигналы с каждого входа(X1,X2) умножаются на свои веса(W1,W2), нулевой вес(W0) всегда умножается на 1. После результаты всех произведений суммируются и записываются в переменную u.

+(\*) + (\*);

Затем происходит вычисление функции активации путем отношения единицы к сумме единицы и экспоненты в степени произведения инверсированного коэффициента усиления и u.

F=;

На выходе из функции активации получается степень возбуждения нейрона которая при данной функции активации может принимать значения от 0 до 1.

Режим обратного распространения ошибки:

Вычисляется ошибка нейрона путем вычитания из ожидаемого значения фактический выход из функции активации.

;

Затем ошибка умножается на производную функции активации f(.)’ и корректирует каждый вес путем произведения ошибки, входного сигнала и коэффициента скорости обучения. Получившиеся значение суммируется с произведением коэффициента усиления и ошибки на предыдущей итерации. Затем все суммируется с весом корректируя его.

Полная формула коррекции веса

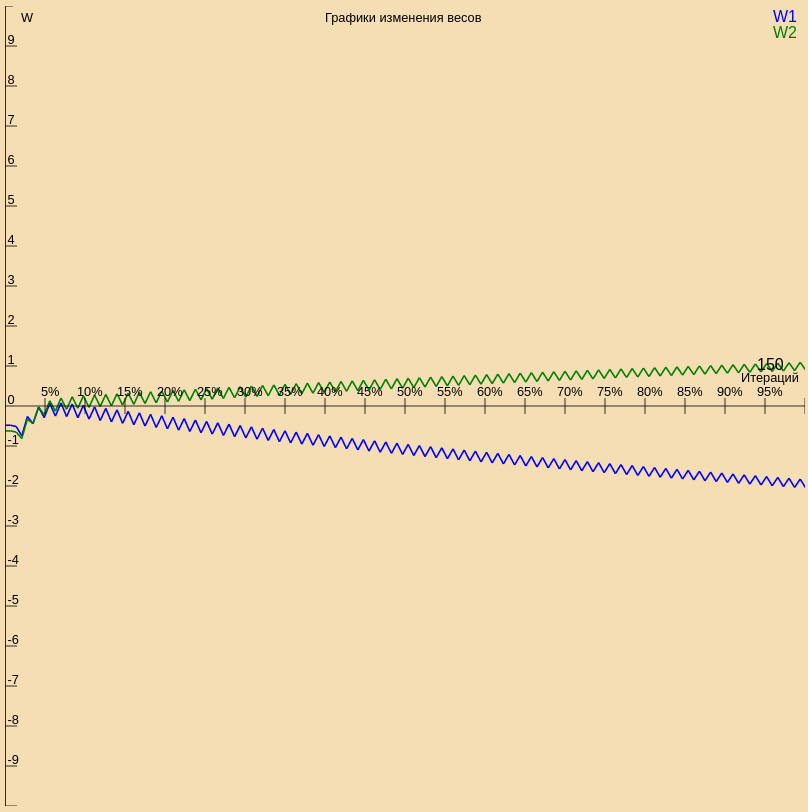
;

После режима обратного распространения ошибки считается что прошла одна итерация на следующей итерации все повторяется. Это происходит до тех пор пока сигнал на выходе не достигнет требуемого значения или количество итераций не достигнет заданного значения.

**Графики**

Все далее рассмотренные графики были получены при обучении нейронной сети на два класса в первом классе один образец (1,1) с ожидаемым выходом 0, во втором классе один образец (0,1) с ожидаемым выходом 1.

График весов



Этот график показывает изменение весов во время обучения. На этом графике вес W1 изображен синий линией, а вес W2 изображен зелёной линией.

Для того что бы понять правильно ли учится нейронная сеть можно рассчитать веса как показано в таблице.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X0 |  |  | u |  |  |
| 1 | W1=-2 | -2 | -1 | f(x) | >>0 |
| 1 | W2 = 1 | 1 |
|  |  |  |  |  |  |
| X1 |  |  | u |  |  |
| 0 | W1=-2 | 0 | 1 | f(x) | >>1 |
| 1 | W2 = 1 | 1 |

Мы видим что веса в процессе обучения соответствуют расчетным. Из чего можно сделать вывод что обучение идет корректно. Если увеличить количество итераций то можно убедится что веса и дальше продолжают изменяться с такой же тенденцией.

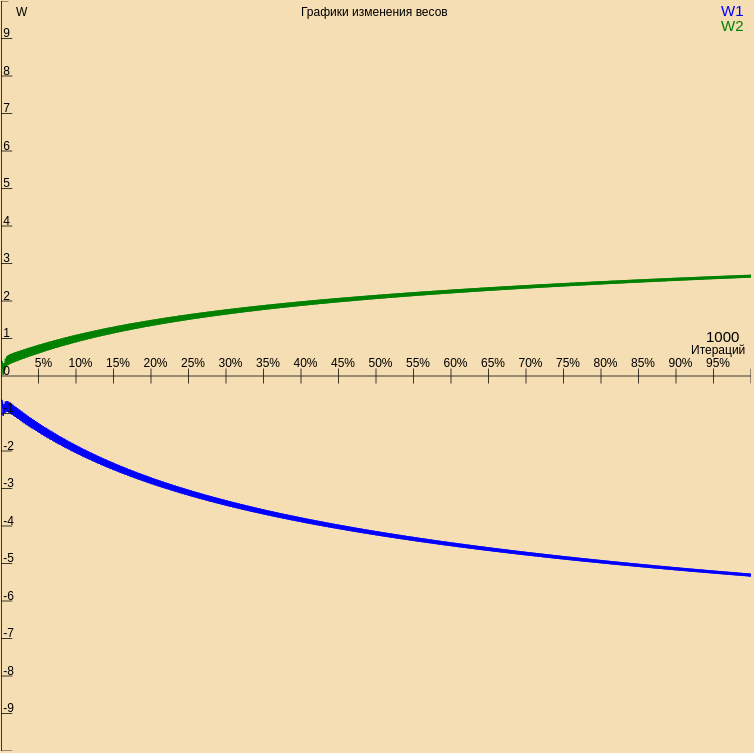
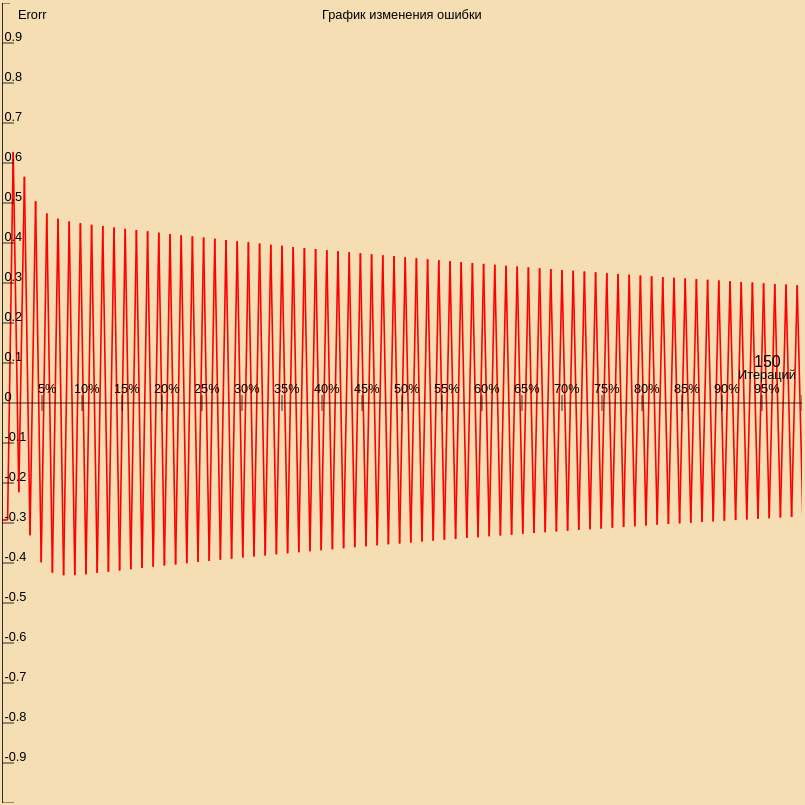


График изменения ошибки



В случае с одним нейроном ошибка на выходе должна постепенно стремится к нулю, что мы и наблюдаем проанализировав график.

График выхода с нейрона

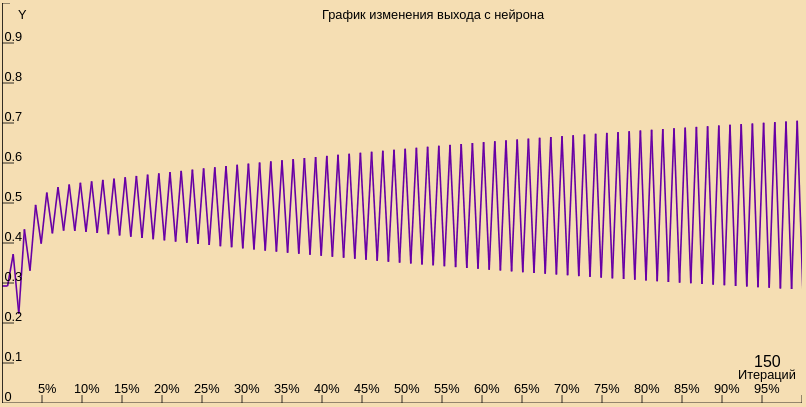
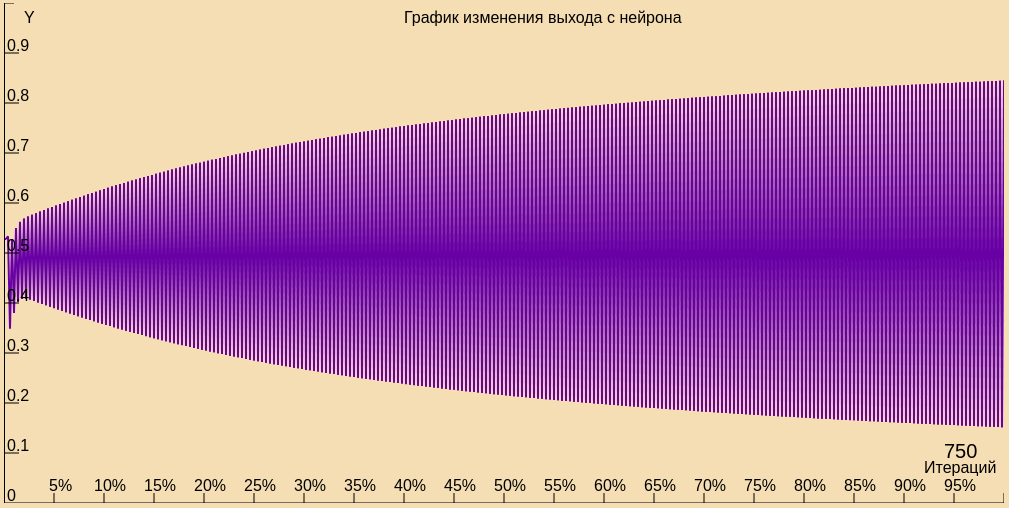


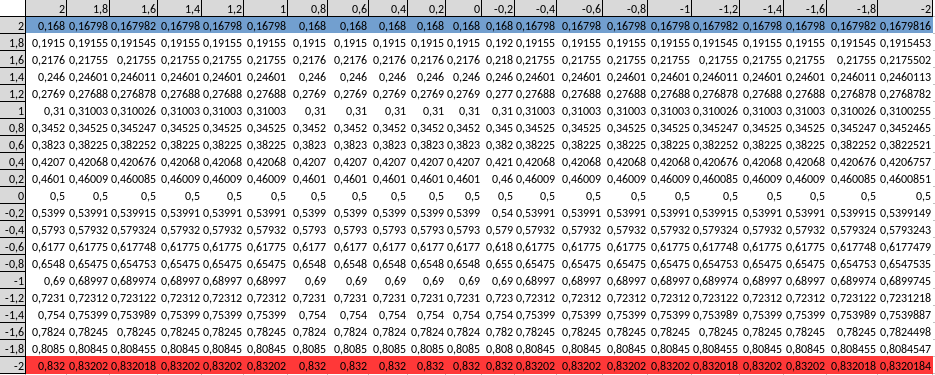
График показывает какие значения выдавал нейрон при разных образцах, так в начале обучения при образце (1,1) на выходе было 0.45,а в конце 0.33. На другом образце (0,1) в начале обучения было 0.55, а в конце 0.71. Если увеличить количество итераций то можно увидеть значительную разницу в этих образцах.



3D График

3D график представляет собой поверхность расположенную в трехмерном пространстве ось X в котором это значение первого веса(W1) ось Y это значение второго веса (W2), а ось Z это выход с нейрона.

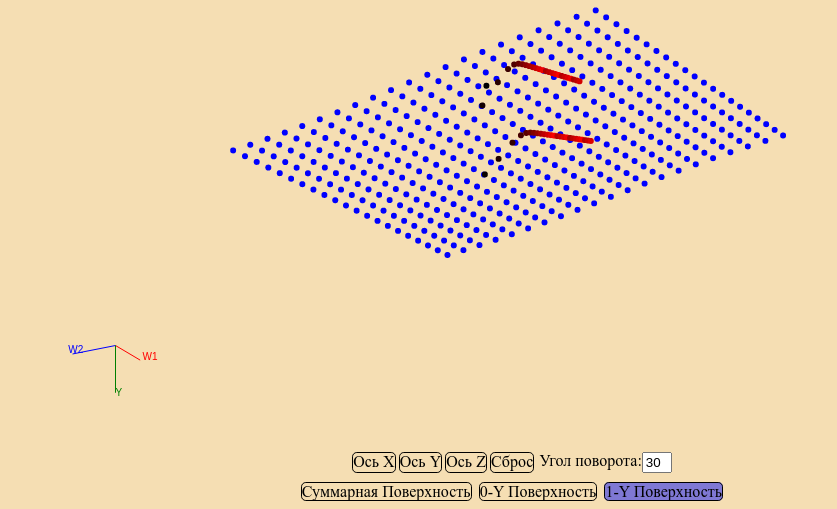
Эту поверхность можно изобразить в виде таблицы



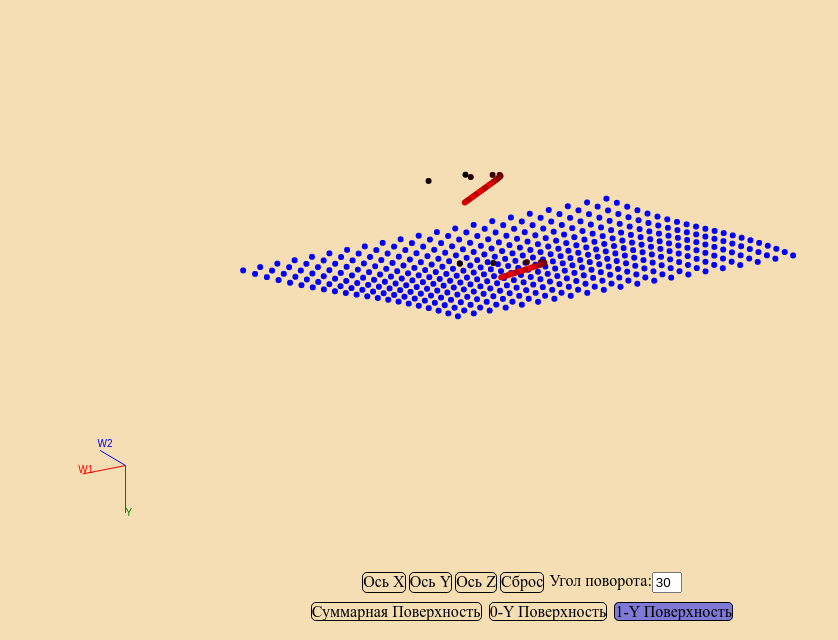
В этой таблице левый столебец это W2 верхняя строчка это W1 сами значения вычисляются по формуле:

;

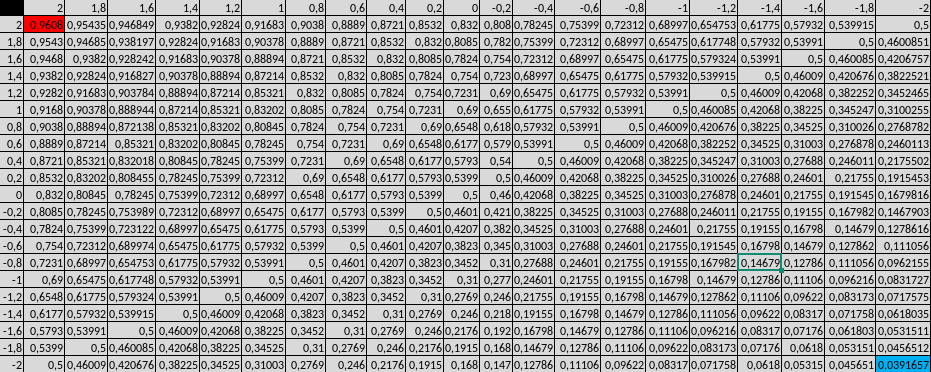
Эта поверхность соответствует образцу (0,1) графически эта поверхность будет выглядеть вот так:



Красные линии на поверхности соответствуют фактическому выходу из нейрона получившиеся в процессе обучения. Каждая линияя соответствует своему образцу. Так как эта поверхность расчитана только на один образец (0,1) это озночает что только одна линяя должна лежать на поверхности. Это можно проверить повернув поверхность:



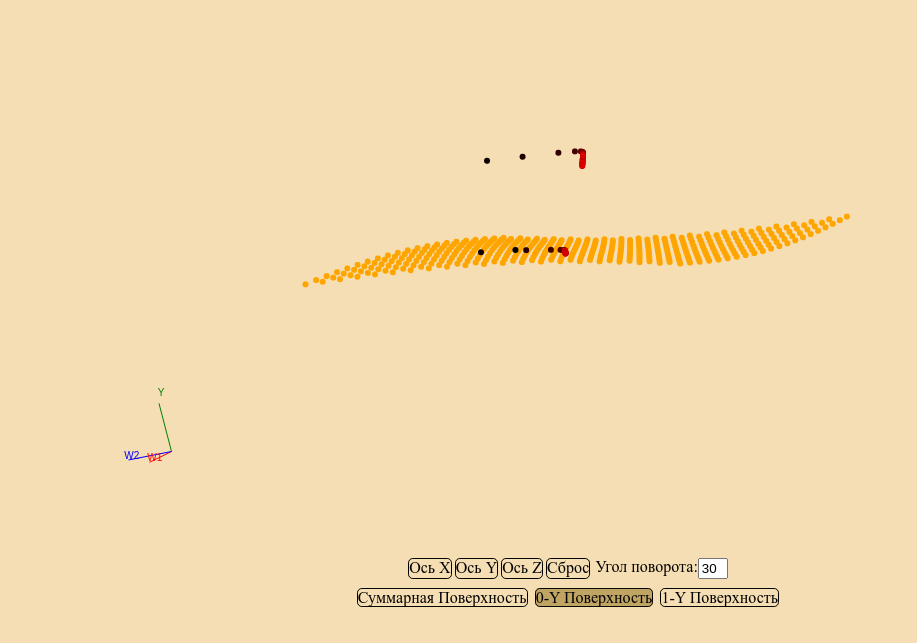
Рассмотрим 3D Поверхность для образца (1,1)



Как мы видим эта поверхность сильно отличается от первой в этой поверхности значения выхода из нейрона вычисляется по формуле

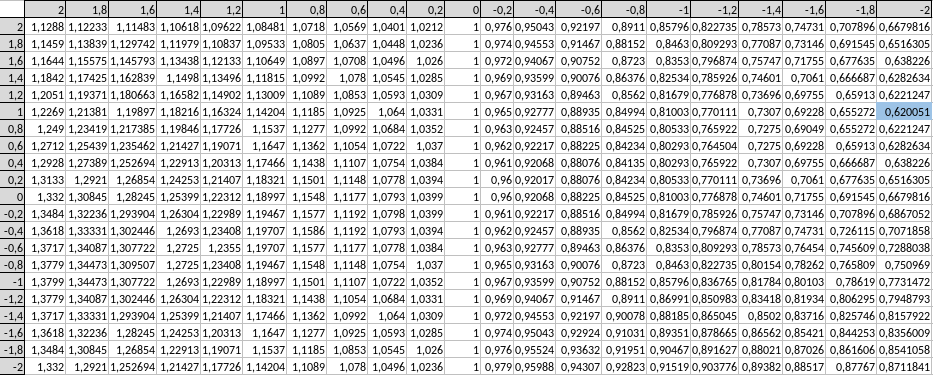
;

Графическое представление этой поверхности:



Мы видим что красная линии для образца (1,1) лежит на поверхности а другая для образца(0,1) нет.

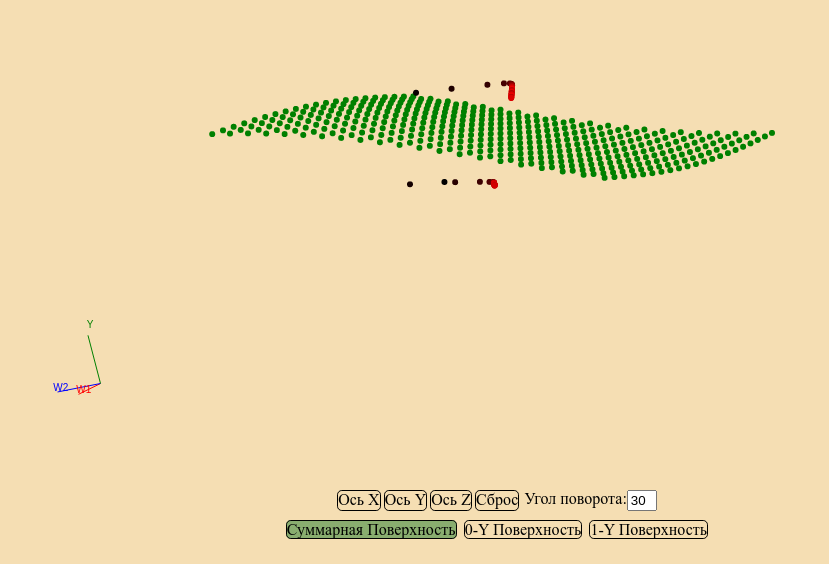
Суммарная поверхность представляет собой сумму двух предыдущих поверхностей



В ячейке с синим фоном выделено минимальное значение выхода с нейрона.

Это минимальное значение является локальным минимумом. Именно в этой точке нейронная сеть будет максимальна близка к ожидаемым результатам. Весь процесс обучения нейронной сети заключается в поиске глобального минимума, стоит отметить что бывают локальные минимумы и глобальные. Нейронная сеть в процессе обучения может найти только локальный и остаться в нем, в этом случае для того что бы найти глобальный минимум нужно выполнить алгоритм ‘Встряхивания’, он изменяет веса таким образом что бы нейронная сеть вышла из локального минимума и продолжила поиск глобального минимума.

Графическое представление суммарной поверхности:



Здесь ни одна из линий которые соответствуют образцам не лежат на поверхности.