

## Лабораторна робота №1

### Нейронна реалізація логічних функцій AND, OR, XOR

**Мета:** Дослідити математичну модель нейрона

#### Хід роботи

**Завдання 1:** Реалізувати обчислювальний алгоритм для функції  $\text{xor}(x1, x2)$  через функції  $\text{or}(x1, x2)$  і  $\text{and}(x1, x2)$  в програмному середовищі (C++, Python, та ін.). Для реалізації обчислювальних алгоритмів рекомендується використання онлайн середовищ тестування (наприклад repl.it, trinket, і.т.д.).

**Завдання №1**  
Реалізація обчислювального алгоритму (Персептрон)

**Логіка:** XOR реалізується як композиція:  
 $\text{Result} = \text{OR}(x1, x2) \text{ AND } [\text{NOT AND}(x1, x2)]$

x1:  x2:

**Обчислити (Запуск алгоритму)**

Фінальний результат (XOR):  
**1**

**Таблиця істинності (генерована):**

x1	x2	OR (y1)	AND (y2)	XOR (Res)
0	0	0	0	0
0	1	1	0	1
1	0	1	0	1
1	1	1	1	0

Рис.1.1 – Результат виконання завдання.

Програма працює таким чином користувач вводить числа, а програма показує результат, що алгоритм працює.

**Завдання 2:** Зобразити двохслойний персептрон для функції  $\text{xor}(x1, x2)$  та скласти відповідне рівняння розділяючої прямої, використовуючи теоретичний

					ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.21.121.10.000 – Лр.1		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Ломоносов І.О.			Звіт з лабораторної роботи №1	Літ.	Арк.
Перевір.		Маєвський О.В.					Аркушів
Реценз.							1
Н. Контр.						ФІКТ, гр. ІПЗ-22-4	
Зав.каф.		Єфіменко А.А.					

матеріал даної лабораторної роботи. Захист лабораторної роботи передбачає виконання практичних завдань поставлених в роботі, та виконання завдань теоретичного характеру.

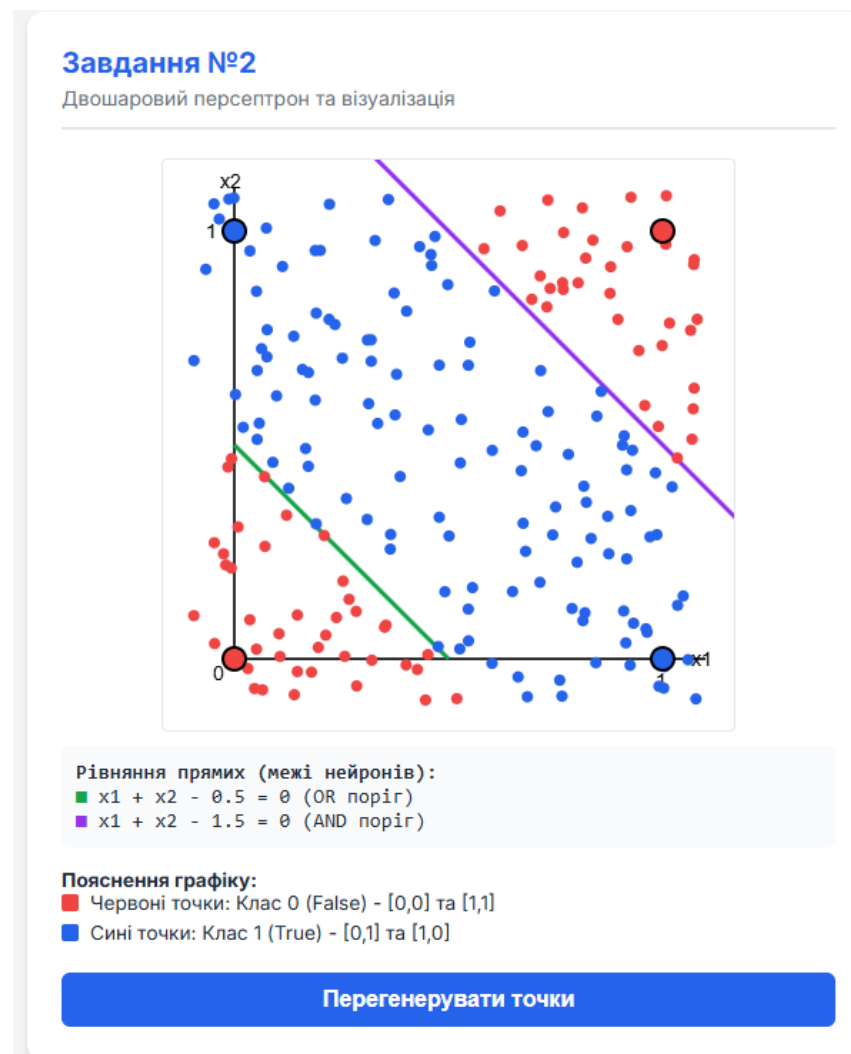


Рис.1.2 – Результат виконання другого завдання.

Тут візуалізація. Графік з розділяючими прямими та рівняннями, що відповідає умові про побудову двошарового персептрона. А також графік показує реалізацію функції XOR через комбінацію операцій OR та AND, де синім кольором позначені точки, для яких входи різні (результат XOR = 1), а червоним - точки, для яких входи однакові (результат XOR = 0).

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="uk">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <title>Лабораторна робота №1: XOR Персептрон</title>
  <link
href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Inter:wght@400;600;700&display=swap"
rel="stylesheet">
  <style>
    :root {
      --primary-color: #2563eb;
      --success-color: #16a34a;
      --danger-color: #dc2626;
      --bg-color: #f3f4f6;
      --card-bg: #ffffff;
      --text-color: #1f2937;
    }

    body {
      font-family: 'Inter', sans-serif;
      background-color: var(--bg-color);
      color: var(--text-color);
      margin: 0;
      padding: 20px;
      display: flex;
      flex-direction: column;
      align-items: center;
    }

    h1 {
      margin-bottom: 20px;
      color: #111827;
    }

    .main-container {
      display: flex;
      flex-wrap: wrap;
      gap: 20px;
      max-width: 1200px;
      width: 100%;
      justify-content: center;
      align-items: flex-start;
    }
  </style>

```

					ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.20.121.10.000 – Лр.1	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

.card {
  background-color: var(--card-bg);
  border-radius: 12px;
  box-shadow: 0 4px 6px -1px rgba(0, 0, 0, 0.1), 0 2px 4px -1px rgba(0, 0, 0, 0.06);
  padding: 24px;
  flex: 1;
  min-width: 350px;
  display: flex;
  flex-direction: column;
}

.card-header {
  border-bottom: 2px solid #e5e7eb;
  padding-bottom: 12px;
  margin-bottom: 20px;
}

.card-header h2 {
  margin: 0;
  font-size: 1.25rem;
  color: var(--primary-color);
}

.card-header span {
  font-size: 0.875rem;
  color: #6b7280;
  display: block;
  margin-top: 4px;
}

.input-group {
  margin-bottom: 20px;
  display: flex;
  gap: 10px;
  align-items: center;
}

label {
  font-weight: 600;
  margin-right: 5px;
}

input[type="number"] {
  padding: 8px 12px;
  border: 1px solid #d1d5db;
}

```

```

        border-radius: 6px;
        width: 60px;
        font-size: 1rem;
    }

    button {
        background-color: var(--success-color);
        color: white;
        border: none;
        padding: 10px 20px;
        border-radius: 6px;
        cursor: pointer;
        font-size: 1rem;
        font-weight: 600;
        transition: background-color 0.2s;
        width: 100%;
    }

    button:hover {
        background-color: #15803d;
    }

    button.secondary-btn {
        background-color: var(--primary-color);
        margin-top: 15px;
    }
    button.secondary-btn:hover {
        background-color: #1d4ed8;
    }

    .result-box {
        background-color: #ecfdf5;
        border: 1px solid #6ee7b7;
        padding: 15px;
        border-radius: 8px;
        margin-top: 20px;
        text-align: center;
    }

    .result-value {
        font-size: 2rem;
        font-weight: 700;
        color: var(--success-color);
    }

    table {

```

					ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.20.121.10.000 – Лр.1	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

        width: 100%;
        border-collapse: collapse;
        margin-top: 20px;
        font-size: 0.9rem;
    }

    th, td {
        border: 1px solid #e5e7eb;
        padding: 8px;
        text-align: center;
    }

    th {
        background-color: #f9fafb;
        font-weight: 600;
    }

    canvas {
        border: 1px solid #e5e7eb;
        border-radius: 4px;
        background-color: #fff;
        margin: 0 auto;
        display: block;
    }

    .Legend {
        margin-top: 15px;
        font-size: 0.85rem;
    }

    .Legend-item {
        display: flex;
        align-items: center;
        margin-bottom: 5px;
    }

    .color-box {
        width: 12px;
        height: 12px;
        margin-right: 8px;
        border-radius: 2px;
    }

    .equations {
        background: #f8fafc;
        padding: 10px;
    }

```

```

        border-radius: 6px;
        font-family: monospace;
        margin-top: 10px;
        font-size: 0.9rem;
    }

</style>
</head>
<body>

    <h1>Лабораторна робота №1: Нейронна мережа XOR</h1>

    <div class="main-container">

        <div class="card">
            <div class="card-header">
                <h2>Завдання №1</h2>
                <span>Реалізація обчислювального алгоритму (Персептрон)</span>
            </div>

            <div style="background: #ffffbe6; padding: 10px; border-radius: 6px;
margin-bottom: 20px; font-size: 0.9rem; border-left: 4px solid #fbbf24;">
                <strong>Логіка:</strong> XOR реалізується як композиція: <br>
                <em>Result = OR(x1, x2) AND [NOT AND(x1, x2)]</em>
            </div>

            <div class="input-group">
                <div>
                    <label for="inputX1">x1:</label>
                    <input type="number" id="inputX1" min="0" max="1" value="0">
                </div>
                <div>
                    <label for="inputX2">x2:</label>
                    <input type="number" id="inputX2" min="0" max="1" value="1">
                </div>
            </div>

            <button onclick="calculateManualInput()">Обчислити (Запуск
алгоритму)</button>

            <div class="result-box">
                <div>Фінальний результат (XOR):</div>
                <div id="finalOutput" class="result-value">-</div>
            </div>

            <h3>Таблиця істинності (генерована):</h3>

```

					ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.20.121.10.000 – Лр.1	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

<table>
  <thead>
    <tr>
      <th>x1</th>
      <th>x2</th>
      <th>OR (y1)</th>
      <th>AND (y2)</th>
      <th>XOR (Res)</th>
    </tr>
  </thead>
  <tbody id="truthTableBody">
    </tbody>
</table>
</div>

<div class="card">
  <div class="card-header">
    <h2>Завдання №2</h2>
    <span>Двошаровий персептрон та візуалізація</span>
  </div>

  <canvas id="xorCanvas" width="400" height="400"></canvas>

  <div class="equations">
    <strong>Рівняння прямих (межі нейронів):</strong><br>
    <span style="color: #16a34a">■</span> x1 + x2 - 0.5 = 0 (OR
поріг)<br>
    <span style="color: #9333ea">■</span> x1 + x2 - 1.5 = 0 (AND поріг)
  </div>

  <div class="legend">
    <strong>Пояснення графіку:</strong>
    <div class="legend-item">
      <div class="color-box" style="background-color: #ef4444;"></div>
      <span>Червоні точки: Клас 0 (False) - [0,0] та [1,1]</span>
    </div>
    <div class="legend-item">
      <div class="color-box" style="background-color: #2563eb;"></div>
      <span>Сині точки: Клас 1 (True) - [0,1] та [1,0]</span>
    </div>
  </div>

  <button class="secondary-btn" onClick="drawGraph()">Перегенерувати
Точки</button>
</div>
</div>

```



```

<script>
  function stepFunction(v) {
    return v > 0 ? 1 : 0;
  }

  function neuronOR(x1, x2) {
    let v = 1 * x1 + 1 * x2 - 0.5;
    return stepFunction(v);
  }

  function neuronAND(x1, x2) {
    let v = 1 * x1 + 1 * x2 - 1.5;
    return stepFunction(v);
  }

  function neuronXOR(y1, y2) {
    let v = 1 * y1 + (-1) * y2 - 0.5;
    return stepFunction(v);
  }

  function runNetwork(x1, x2) {
    const y1 = neuronOR(x1, x2);
    const y2 = neuronAND(x1, x2);
    const res = neuronXOR(y1, y2);
    return { y1, y2, res };
  }

  function calculateManualInput() {
    const x1 = parseFloat(document.getElementById('inputX1').value);
    const x2 = parseFloat(document.getElementById('inputX2').value);

    const result = runNetwork(x1, x2);

    const outputEl = document.getElementById('finalOutput');
    outputEl.innerText = result.res;

    outputEl.style.color = result.res === 1 ? 'var(--primary-color)' : 'var(--danger-color)';
  }

  function generateTruthTable() {
    const inputs = [[0,0], [0,1], [1,0], [1,1]];
    const tbody = document.getElementById('truthTableBody');
    tbody.innerHTML = '';
  }

```

					ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.20.121.10.000 – Лр.1	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

inputs.forEach(pair => {
  const res = runNetwork(pair[0], pair[1]);
  const row = `<tr>
    <td>${pair[0]}</td>
    <td>${pair[1]}</td>
    <td>${res.y1}</td>
    <td>${res.y2}</td>
    <td style="font-weight:bold; color:${res.res === 1 ? 'blue' :
'red'}">${res.res}</td>
  </tr>`;
  tbody.innerHTML += row;
});
}

function drawGraph() {
  const canvas = document.getElementById('xorCanvas');
  const ctx = canvas.getContext('2d');
  const width = canvas.width;
  const height = canvas.height;
  const scale = 300;
  const offsetX = 50;
  const offsetY = 350;

  ctx.clearRect(0, 0, width, height);

  function toCanvas(x, y) {
    return {
      px: offsetX + x * scale,
      py: offsetY - y * scale
    };
  }

  ctx.beginPath();
  ctx.strokeStyle = '#333';
  ctx.lineWidth = 2;
  ctx.moveTo(offsetX, offsetY);
  ctx.lineTo(offsetX, 20);
  ctx.moveTo(offsetX, offsetY);
  ctx.lineTo(width - 20, offsetY);
  ctx.stroke();

  ctx.font = "14px Arial";
  ctx.fillStyle = "#000";
  ctx.fillText("0", offsetX - 15, offsetY + 15);
  ctx.fillText("1", offsetX + scale - 5, offsetY + 20); // x=1
  ctx.fillText("x1", width - 30, offsetY + 5);

```

```

ctx.fillText("1", offsetX - 20, offsetY - scale + 5); // y=1
ctx.fillText("x2", offsetX - 10, 20);

ctx.beginPath();
ctx.strokeStyle = '#16a34a';
ctx.lineWidth = 3;
let startOR = toCanvas(0, 0.5);
let endOR = toCanvas(0.5, 0);
ctx.moveTo(startOR.px, startOR.py);
ctx.lineTo(endOR.px, endOR.py);
ctx.stroke();

ctx.beginPath();
ctx.strokeStyle = '#9333ea';
ctx.lineWidth = 3;
let startAND = toCanvas(0.5, 1);
let endAND = toCanvas(1, 0.5);
let farStart = toCanvas(0.3, 1.2);
let farEnd = toCanvas(1.2, 0.3);
ctx.moveTo(farStart.px, farStart.py);
ctx.lineTo(farEnd.px, farEnd.py);
ctx.stroke();

const numPoints = 200;

for(let i=0; i<numPoints; i++) {
    let randX1 = Math.random() * 1.2 - 0.1;
    let randX2 = Math.random() * 1.2 - 0.1;

    let result = runNetwork(randX1, randX2);

    let pos = toCanvas(randX1, randX2);

    ctx.beginPath();
    ctx.fillStyle = result.res === 1 ? '#2563eb' : '#ef4444';
    ctx.arc(pos.px, pos.py, 4, 0, 2 * Math.PI);
    ctx.fill();
}

const corners = [[0,0], [0,1], [1,0], [1,1]];
corners.forEach(p => {
    let res = runNetwork(p[0], p[1]);
    let pos = toCanvas(p[0], p[1]);

    ctx.beginPath();

```

```

        ctx.arc(pos.px, pos.py, 8, 0, 2 * Math.PI);
        ctx.strokeStyle = 'black';
        ctx.lineWidth = 2;
        ctx.fillStyle = res.res === 1 ? '#2563eb' : '#ef4444';
        ctx.stroke();
    });
}

window.onload = function() {
    generateTruthTable();
    drawGraph();
};

</script>
</body>
</html>

```

**Висновок:** Ми дослідили математичну модель нейрона.

					ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.20.121.10.000 – Лр.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12