



Моделювання поведінки панікуючого натовпу в приміщенні

Виконала:
студентка групи КМ-73
Гірянська Вікторія

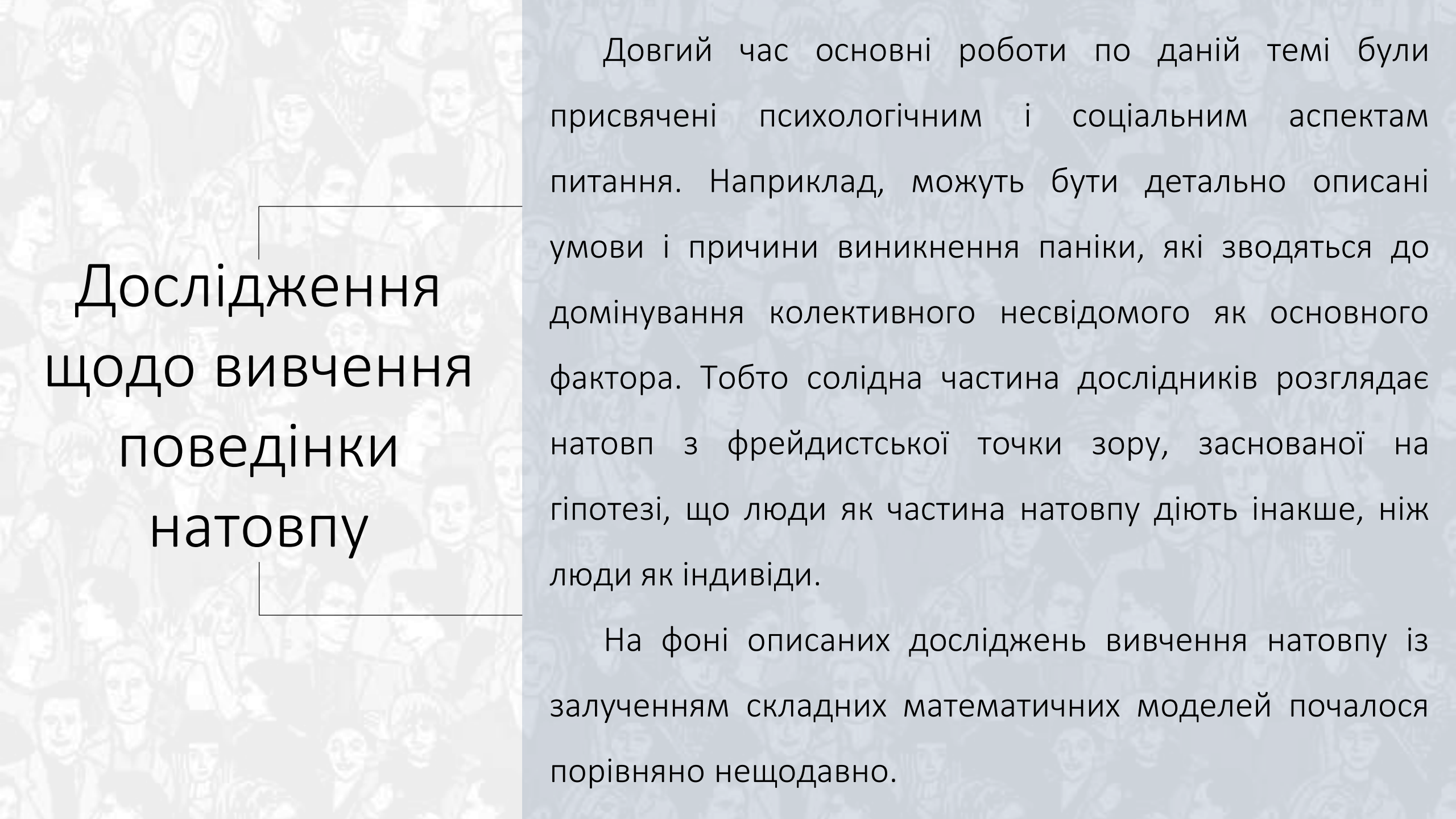
Актуальність проблеми

Колективна поведінка людей в замкнутому просторі таїть в собі форми поведінки, що небезпечні для життя людини. Особлива роль відводиться ситуаціям, при яких виникає масова паніка, наприклад, внаслідок виникнення надзвичайної ситуації (НС). Так, в результаті пожежі, тисняви або будь-якої іншої НС люди можуть постраждати і навіть загинути. При цьому варто зауважити, що в багатьох ситуаціях основні людські втрати виникають не стільки в сам момент виникнення НС, а є наслідками подальших подій, а також залежать від характеристик зовнішньої системи, які суттєво впливають на можливість ефективної евакуації.

Актуальність проблеми

Однією з найнебезпечніших для життя форм колективного людської поведінки є рух натовпу людей, замкнутих в просторі приміщення і схильних до дії паніки. Особливої гостроти цьому явищу можуть надавати лиха природного або людського походження - пожежі, повені, терористичні акти тощо.

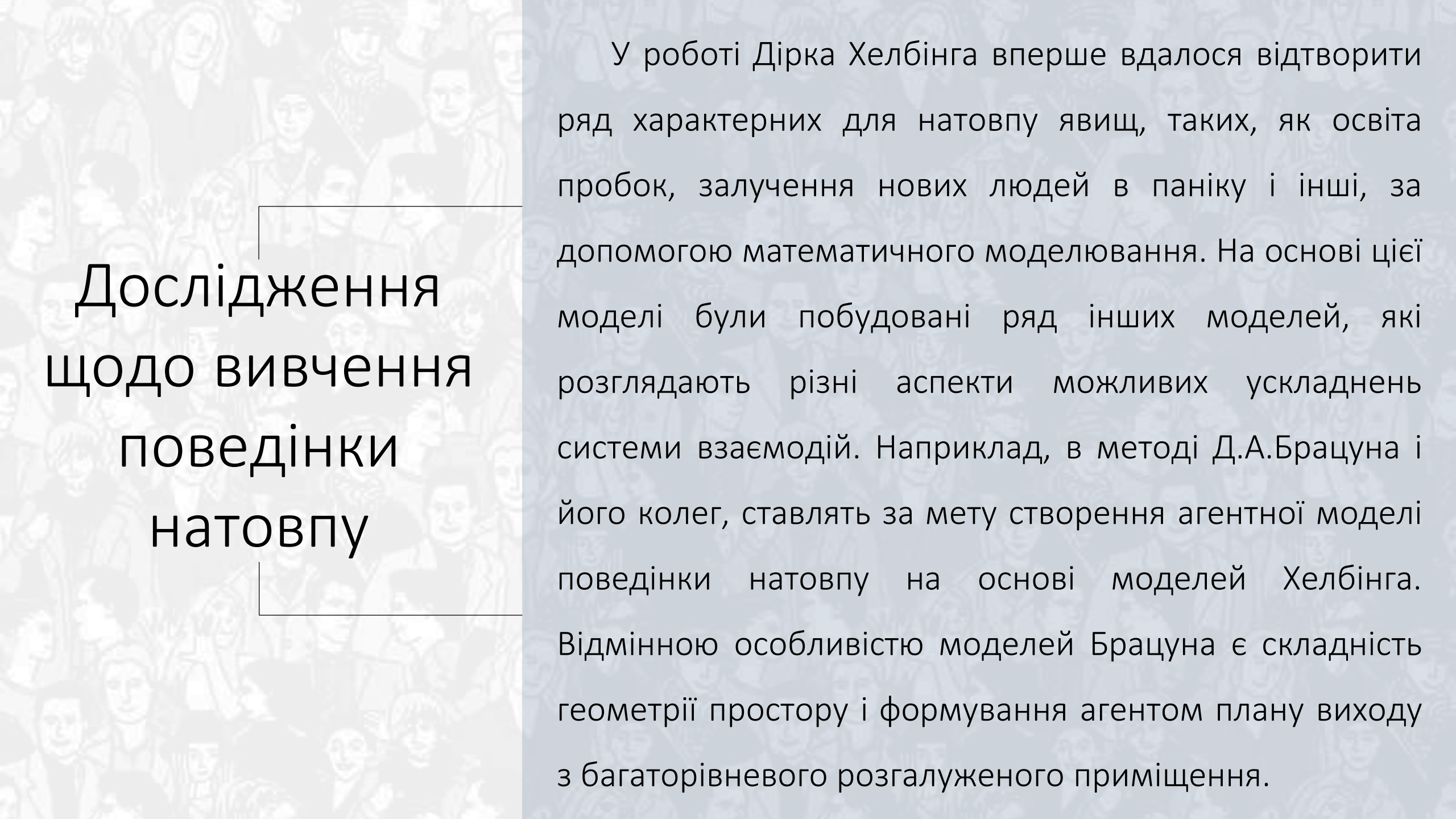
Ряд трагічних подій останнього часу показав, що паніка багаторазово збільшує жертви серед людей навіть в ситуаціях, безпосередньо не загрожують життю.



Дослідження щодо вивчення поведінки натовпу

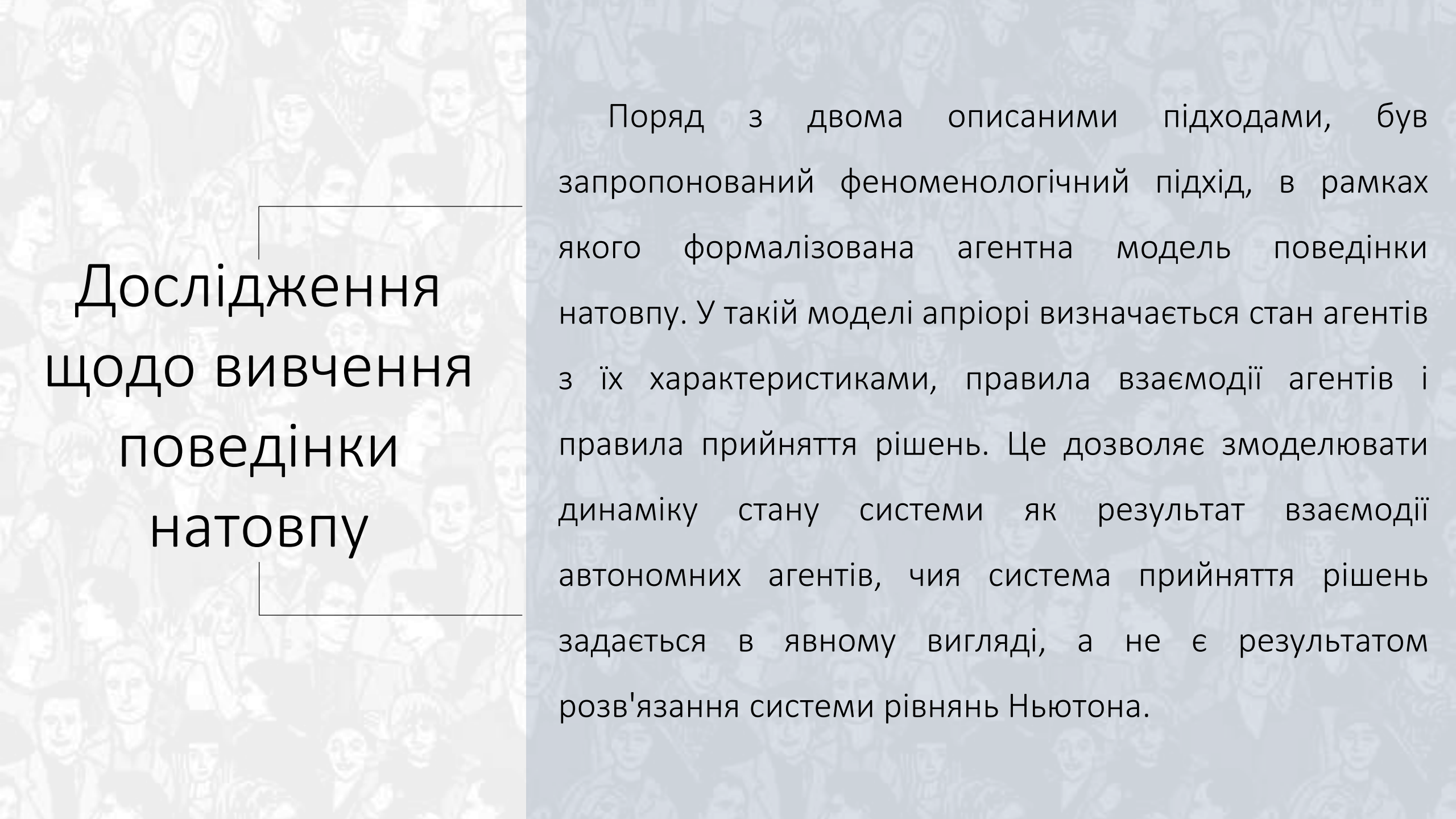
Довгий час основні роботи по даній темі були присвячені психологічним і соціальним аспектам питання. Наприклад, можуть бути детально описані умови і причини виникнення паніки, які зводяться до домінування колективного несвідомого як основного фактора. Тобто солідна частина дослідників розглядає натовп з фрейдистської точки зору, заснованої на гіпотезі, що люди як частина натовпу діють інакше, ніж люди як індивіди.

На фоні описаних досліджень вивчення натовпу із залученням складних математичних моделей почалося порівняно нещодавно.



Дослідження щодо вивчення поведінки натовпу

У роботі Дірка Хелбінга вперше вдалося відтворити ряд характерних для натовпу явищ, таких, як освіта пробок, залучення нових людей в паніку і інші, за допомогою математичного моделювання. На основі цієї моделі були побудовані ряд інших моделей, які розглядають різні аспекти можливих ускладнень системи взаємодій. Наприклад, в методі Д.А.Брацуна і його колег, ставлять за мету створення агентної моделі поведінки натовпу на основі моделей Хелбінга. Відмінною особливістю моделей Брацуна є складність геометрії простору і формування агентом плану виходу з багаторівневого розгалуженого приміщення.



Дослідження щодо вивчення поведінки натовпу

Поряд з двома описаними підходами, був запропонований феноменологічний підхід, в рамках якого формалізована агентна модель поведінки натовпу. У такій моделі апріорі визначається стан агентів з їх характеристиками, правила взаємодії агентів і правила прийняття рішень. Це дозволяє змоделювати динаміку стану системи як результат взаємодії автономних агентів, чия система прийняття рішень задається в явному вигляді, а не є результатом розв'язання системи рівнянь Ньютона.

Агентна модель поведінки натовпу

Основні апріорні припущення, які лягли в основу даної агентної моделі поведінки при надзвичайній ситуації:

- часткова або повна втрата орієнтації в просторі і в часі;
- високий ступінь турбулентності натовпу, тобто наявність хаотичного руху в усіх напрямках в умовах високої щільності агентів;
- суттєве уповільнення швидкості пересування при певних умовах (поранення, ущільнення і т.д.);
- прагнення до найближчого виходу в разі знаходження виходу в межах видимості;
- прагнення приєднатися до найближчої групи агентів (ефект тяжіння натовпу).

Запропонована модель має наступну структуру. Задано обмежений простір прямокутної форми з діаметральними виходами. Весь простір поділено на однакові області також прямокутної форми, в кожній з яких задано свій розподіл агентів по площі. Кожен агент характеризується своїм станом і правилами взаємодії з іншими агентами. При цьому як стан, так і правила переміщення кожного з агентів є функціями від статусу ситуації, яка характеризує ступінь екстремальності обстановки в сприйнятті агента.

Модель руху натовпу на основі інтелектуальної динамики агентів

Для формального опису моделі використовуються такі позначення:

(a_0, b_0) – координата лівого верхнього кута приміщення;

$(a_{11}, b_{11}); (a_{12}, b_{12})$ – координати вершин першого виходу;

$(a_{21}, b_{21}); (a_{22}, b_{22})$ – координати вершин другого виходу;

len_1, len_2 – довжина і ширина приміщення, відповідно;

$t = 1, 2, \dots, T$, де $T[1, +\infty]$ – модельний час, що допускає дроблення до мілісекунд;

N – загальне число агентів;

$i = 1, 2, \dots, N$ – індекс агентів;

o_i – вік агента. Значення нормально розподілені в відрізку $[6, 79]$;

g_i – стать агента: випадкова величина, що з рівною ймовірністю приймає значення 1 (чоловік) або 0 (жінка);

$x_i(t)$ – абсциса положення агента в момент часу t ;

$y_i(t)$ – ордината положення агента в момент часу t ;

Для формального опису моделі використовуються такі позначення:

$\vec{r}_i(t) = \{x_i(t), y_i(t)\}$ – радіус-вектор положення агента в момент часу t ;

$v_i(t)$ – абсолютне значення швидкості переміщення агента в момент часу t ;

$v_{i, \text{comf}}$ – значення комфортної швидкості ходьби агента;

$v_{i, \text{max}}$ – значення максимальної швидкості ходьби агента;

$\vec{d}_i(t)$ – направляючий одиничний вектор переміщення агента в момент часу t ;

$\vec{D}_i(t)$ – направляючий одиничний вектор агента до точки виходу в момент часу t ;

$\delta_i(t)$ – радіус «особистого простору» агента;

$dist_{i,j}(t)$ – відстань між i -им та j -им агентами;

$st_i(t) \in \{0, 1, 2, 3\}$ – статус агента в момент часу t ;

$sit_i(t) \in \{0, 1, 2, 3\}$ – статус сприйняття агентом навколишньої ситуації в момент часу t .

Взаємодія агентів в рамках описуваної моделі розглядається як абсолютно пружний нецентральний удар. Як критерій настання взаємодії виступає перетин площ горизонтальних проекцій агентів.

В якості надзвичайної ситуації розглядається одиночний вибух, центр якого є випадковою величиною з імовірнісним розподілом P . З центром вибуху пов'язані три концентричні кола різних радіусів, що утворюють зони різної поразки агентів.

Модель руху натовпу на основі інтелектуальної динаміки агентів

Приклад результату імітаційного моделювання в AnyLogic

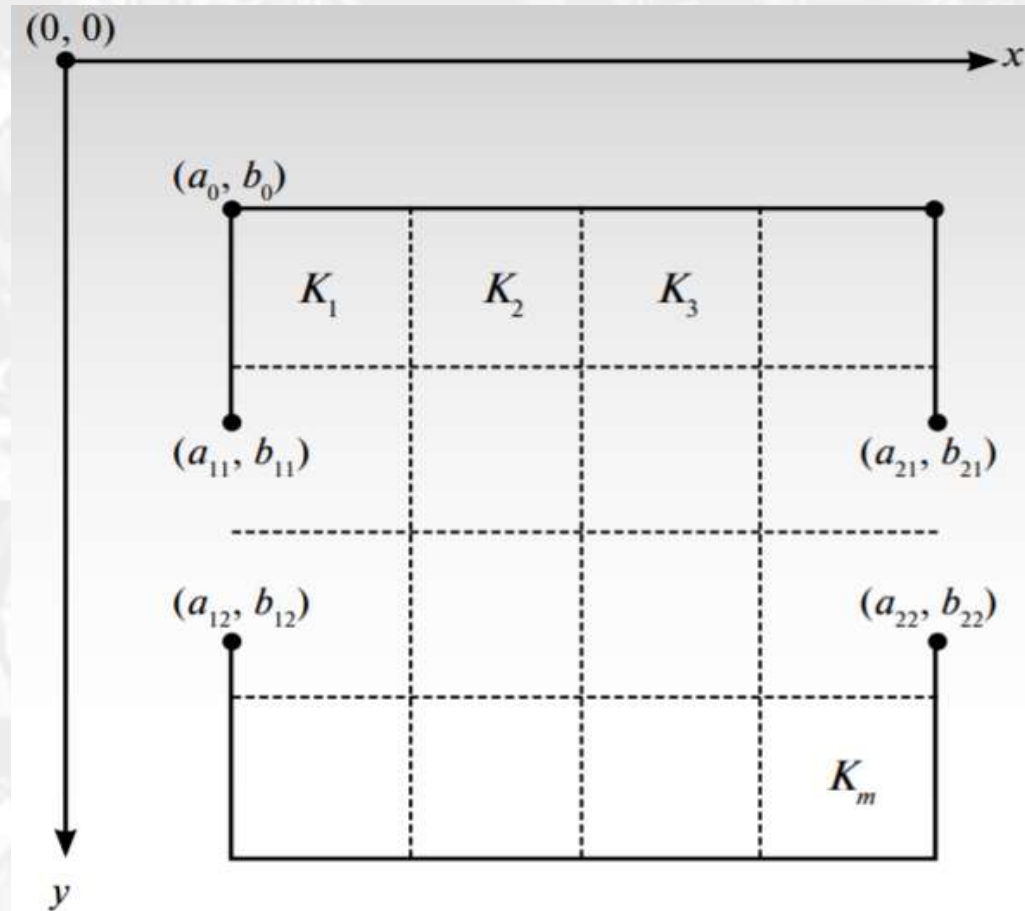


Рис. 1 Геометрія приміщення, що моделюється

Приклад результату імітаційного моделювання в AnyLogic

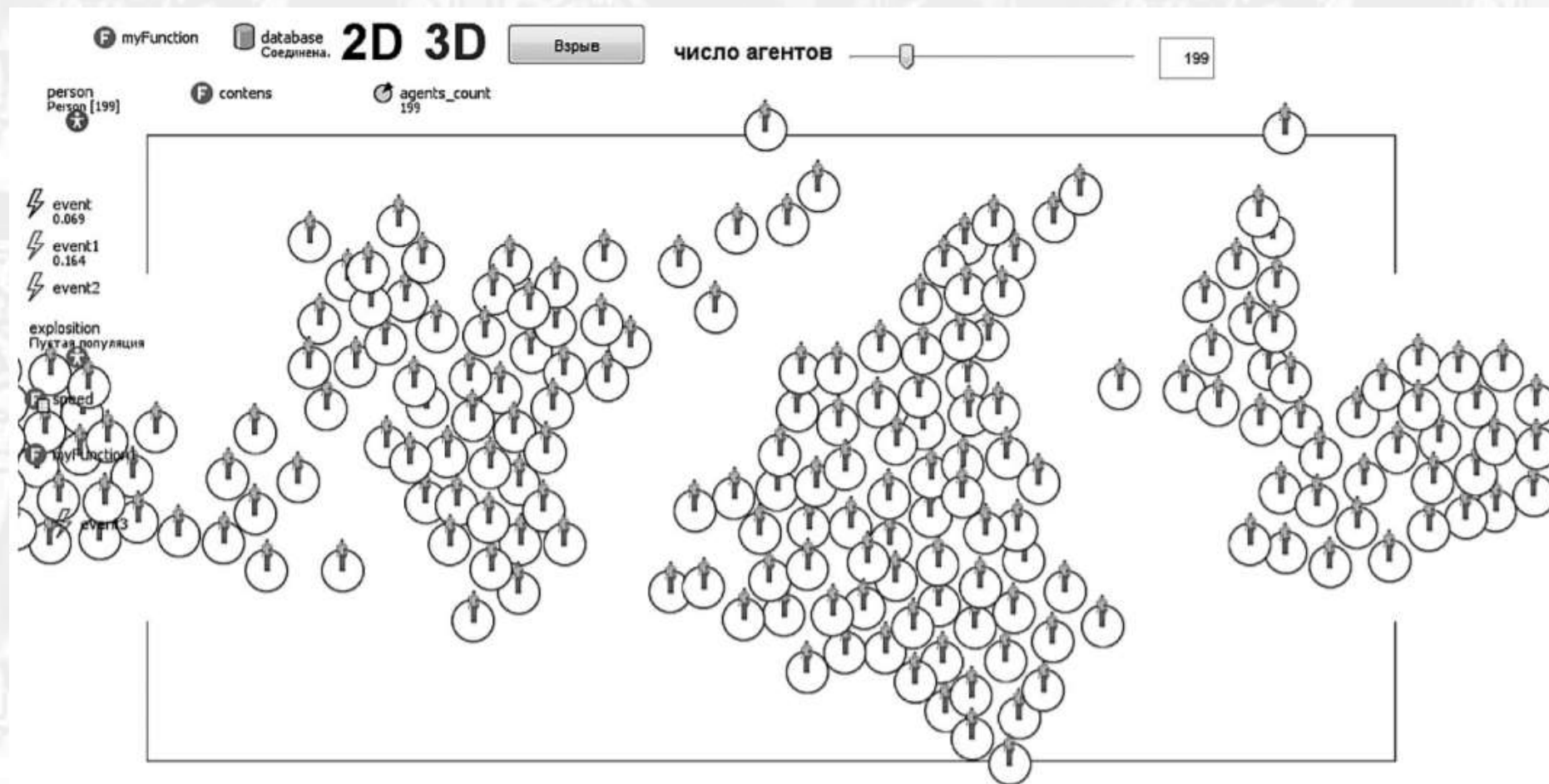


Рис. 2 Приклад фрагменту презентаційної частини моделі в AnyLogic: розподілення агентів до НС

Приклад результату імітаційного моделювання в AnyLogic

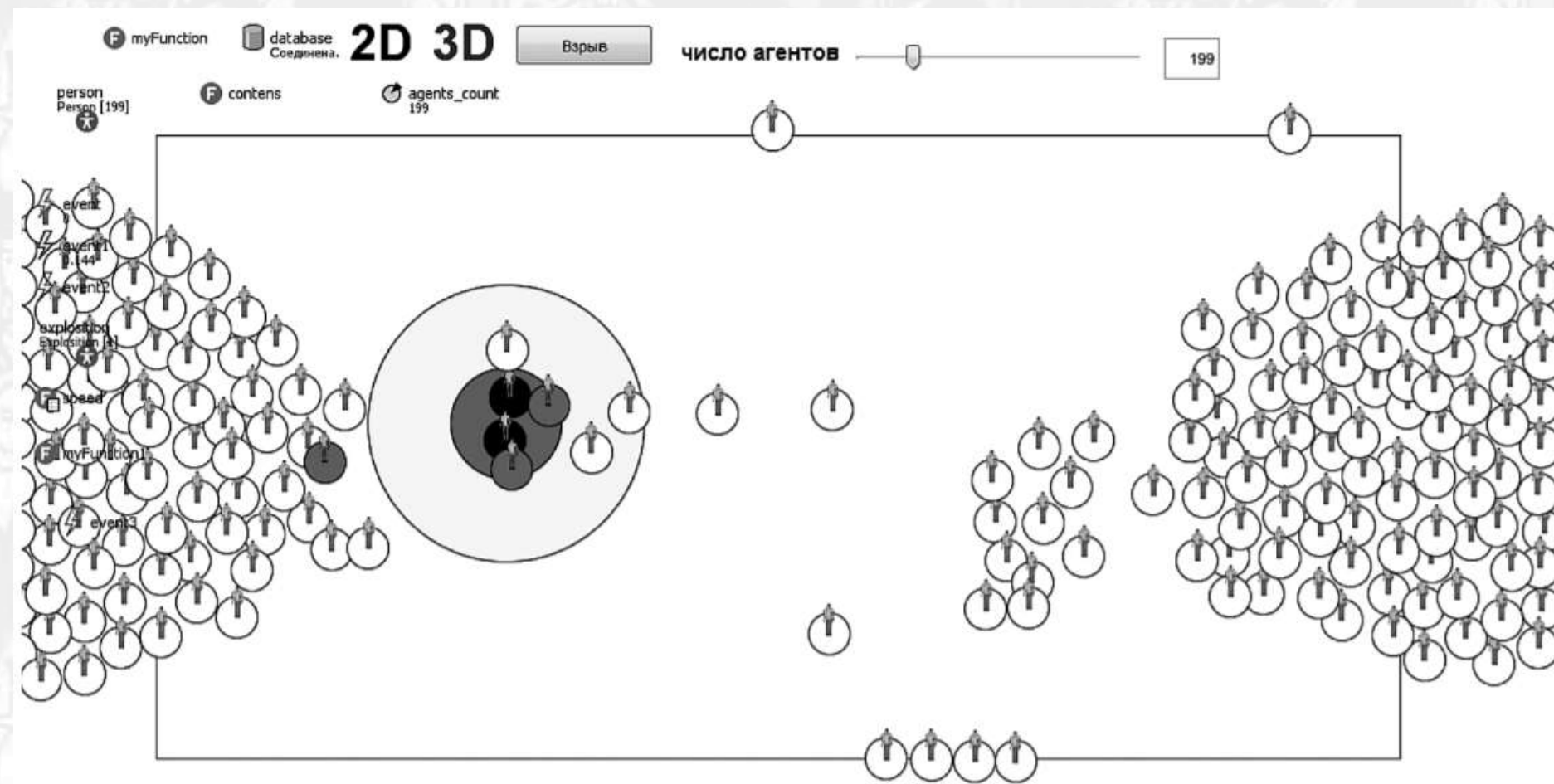


Рис. 3 Приклад фрагменту презентаційної частини моделі в AnyLogic: розподілення агентів після НС



Дякую за увагу!