

## Лабораторна робота 4-5

### Тема: Агентне моделювання.

#### Моделювання системи доставки морозива

##### Завдання

Змоделювати систему доставки морозива із заводу до складів і зі складів до магазинів.

##### Розв'язання

##### Етап 1. Розробка структури моделі

##### Крок 1. Визначення агентів у моделі

Виходячи з умов завдання, у моделі повинні діяти такі агенти: завод, склади, магазини, замовлення і вантажівки, причому вантажівки при заводі повинні мати велику вантажопідйомність, ніж вантажівки при складах, отже, це різні агенти.

##### Крок 2. Визначення взаємодії агентів в моделі

Агент *Завод* має свої вантажівки. У цього агента виготовляються коробки морозива. Агенти *Склади* мають запас коробок морозива, і, коли цей запас добігає кінця (нехай це буде менше 5 коробок), надсилається замовлення на завод. В агента *Завод* шукається вільна вантажівка, і вона відправляється на склад із замовленням. Агенти *Магазини* мають свої запаси коробок морозива і продають їх. Як тільки запаси в магазині стають менше критичного рівня, відправляється замовлення на склад. Агент *Склад* має свої вантажівки і, отримавши замовлення, шукає вільний вантажівка у себе. Далі відправляє його із замовленням у магазин, з якого надійшло замовлення.

##### Етап 2. Створення агентів в моделі

##### Крок 1. Створення агента Завод

Створіть нову модель і задайте її ім'я і одиниці модельного часу хвилини (рис. 1).

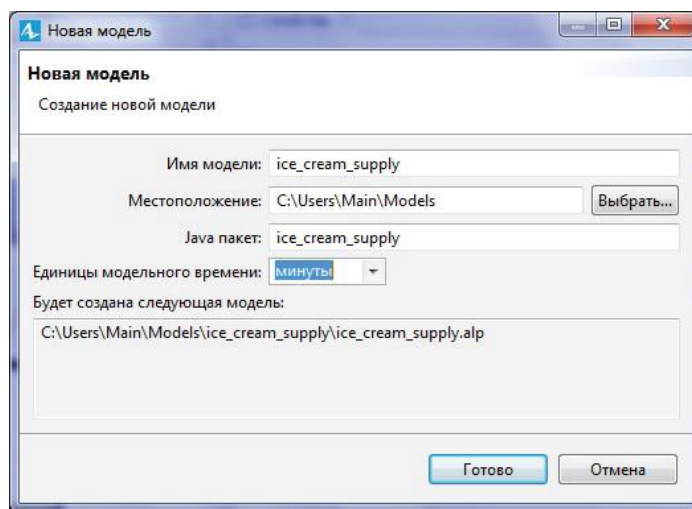


Рис. 1. Вікно створення нової моделі

Перейдіть до бібліотеки *Агентне моделювання*. Перетягніть з неї об'єкт *Агент* на робоче поле моделі. Відкриється вікно *Майстра створення нового агента*. На першому кроці *Майстра* виберіть те, що створюється. Оскільки агент *Завод* буде один в моделі, то створюємо єдиного агента.

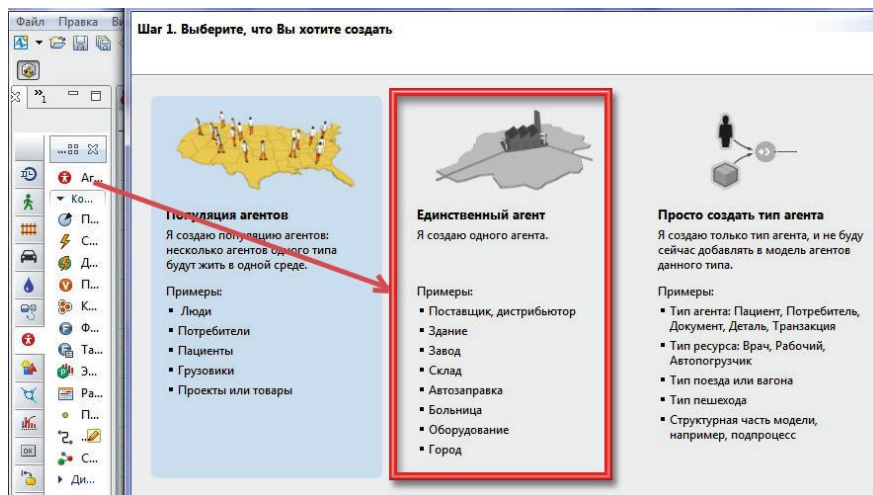


Рис. 2. Перший крок Майстра створення агента *Завод*  
На другому кроці *Майстра* задайте ім'я агента *plant* (рис. 3).

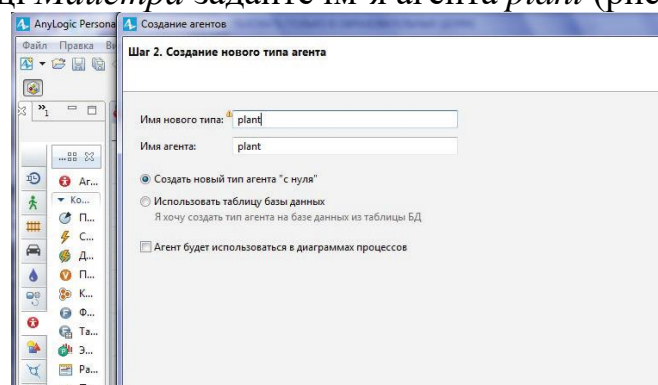


Рис. 3. Другий крок Майстра створення агента *Завод*  
На третьому кроці Майстра виберіть анімацію агента (рис. 3.4).

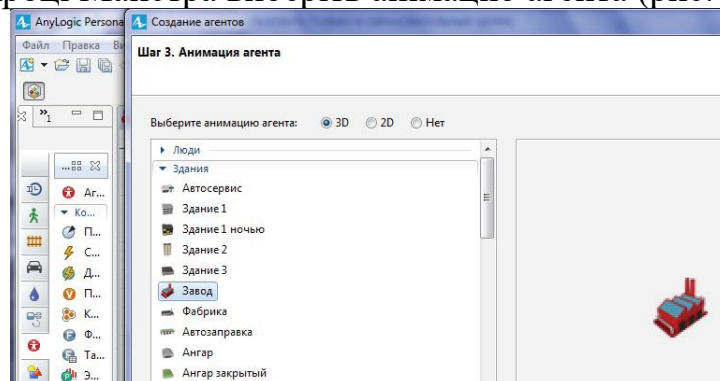


Рис. 4. Третій крок Майстра створення агента *Завод*  
На четвертому кроці Майстра створіть параметр агента, який буде містити кількість вироблених коробок (рис. 5).

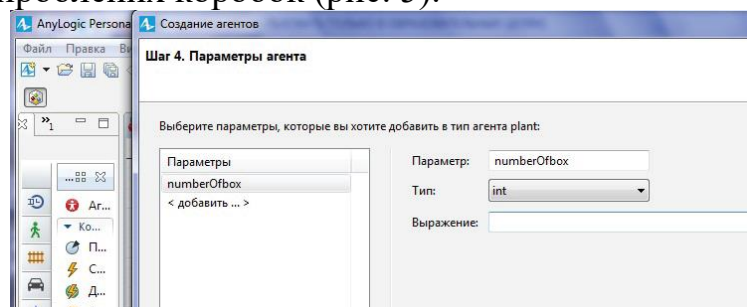


Рис. 5. Четвертый крок Майстра створення агента *Завод*

На п'ятому кроці Майстра задайте місце існування агентів моделі (Рис. 6).

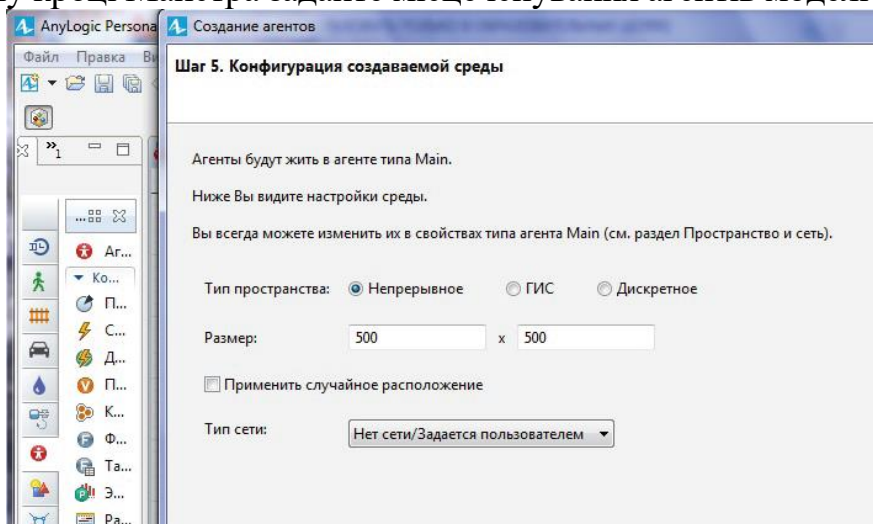


Рис. 6. П'ятий крок Майстра створення агента Завод  
Після закінчення роботи Майстра в моделі з'явиться новий агент plant (рис. 7).

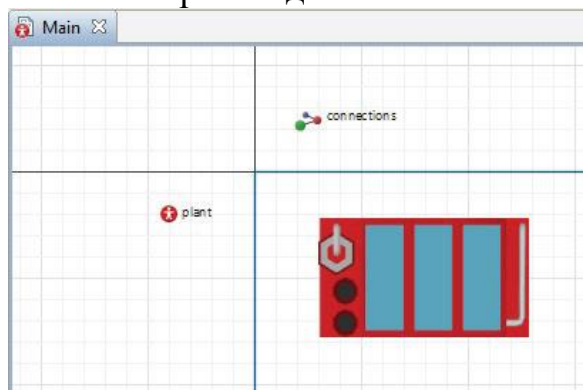


Рис. 7. Агент Завод в моделі

### **Крок 2. Завдання агента вантажівка при заводі**

Оскільки вантажівок буде кілька, то створюємо популяцію агентів. Перетягніть об'єкт *Агент* на робоче поле і на першому кроці *Майстер* виберіть Популяція агентів (рис. 8).

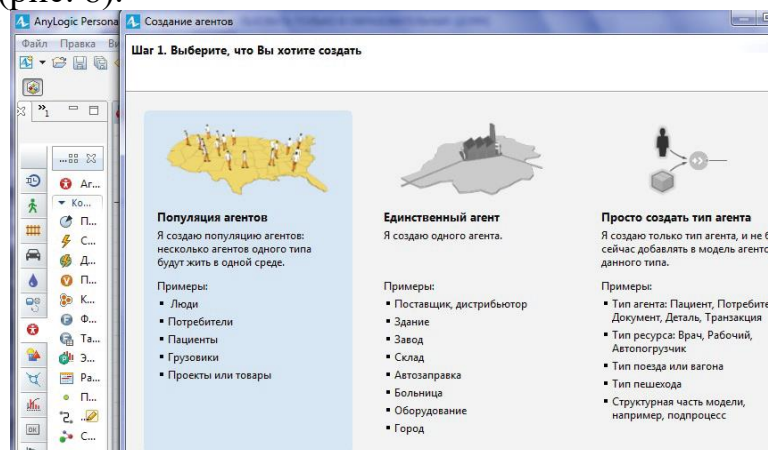


Рис. 8. Перший крок *Майстра* по створенню популяції агентів  
*Вантажівка при заводі*

Оскільки популяцію агентів можна створити з уже наявних агентів, то на другому кроці Майстра буде запропонований вибір між створенням популяції нових агентів і популяції вже наявних. Виберіть популяцію нових агентів.

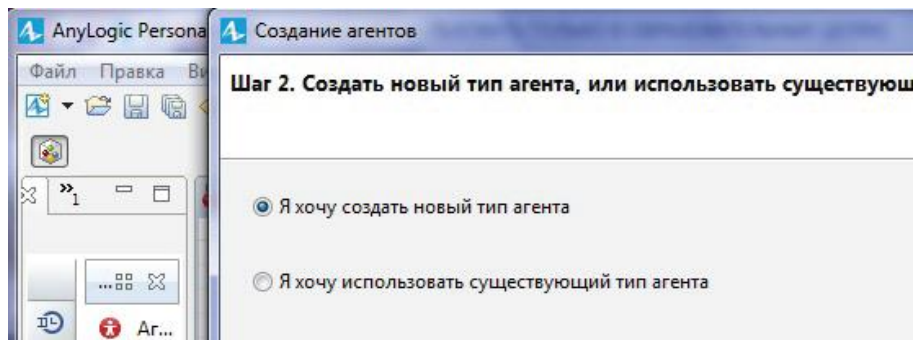


Рис. 9. Другий крок Майстра по створенню популяції агентів Вантажівка при заводі

На наступному кроці Майстра задайте ім'я агентів (рис. 10).

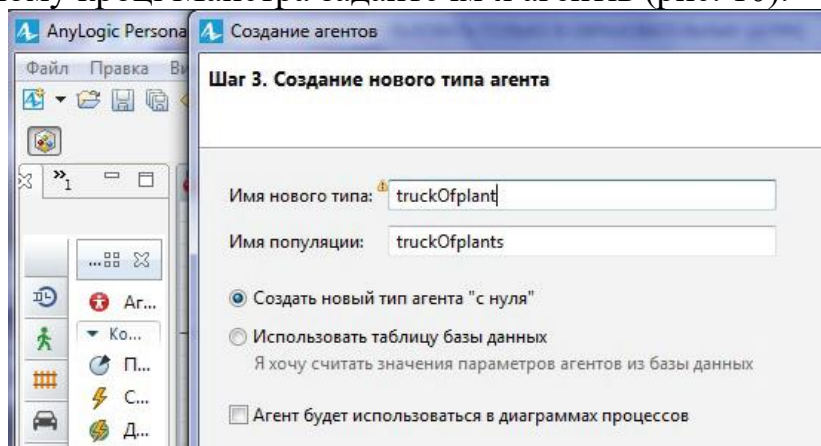


Рис. 10. Третій крок Майстра по створенню популяції агентів Вантажівка при заводі

Далі виберіть анімацію агента (рис. 11).

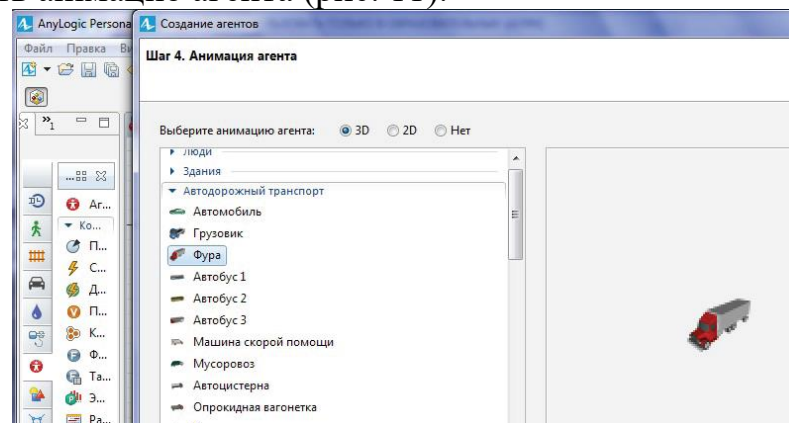


Рис. 11. Четвертий крок Майстра по створенню популяції агентів Вантажівка при заводі

На наступному кроці просто натисніть *Далі*, оскільки параметри *Агенти* будуть створені пізніше.

На шостому кроці Майстра виберіть проміжок часу популяції агентів – 3 вантажівки (рис. 12).

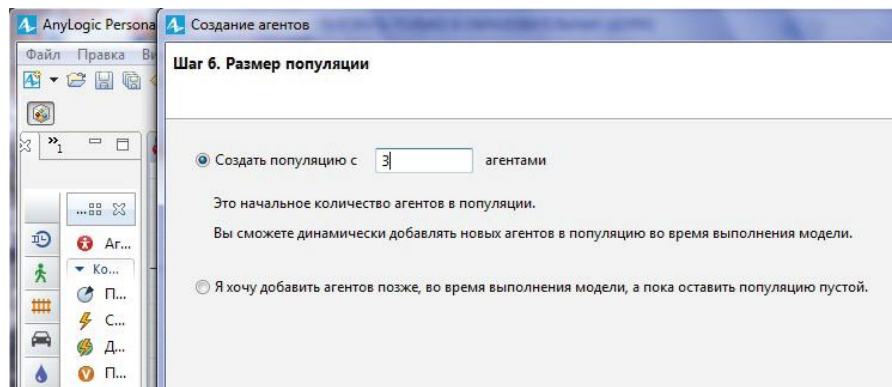


Рис. 12. Шостий крок Майстра по створенню популяції агентів  
*Вантажівка при заводі*

На наступному кроці *Майстра* нічого не міняйте. Після закінчення роботи Майстри в моделі з'явиться популяція агентів *truckOfplants*, яка містить 3 вантажівки при заводі (рис. 13).

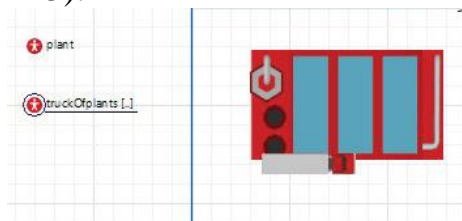


Рис. 13. Популяція агентів Вантажівка при заводі в моделі

У властивостях популяції буде вказано ім'я популяції і її початковий об'єм (рис. 14).

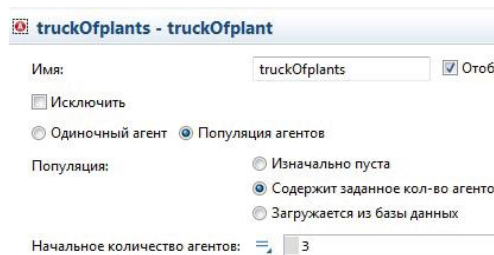


Рис. 14. Властивості популяція агентів Вантажівка при заводі в моделі  
**Крок 3. Додавання популяції агентів Замовлення**

Повторіть дії кроку 2 по створенню популяції агентів. Дайте ім'я агентам *order*. Агент не містить анімації і параметрів. Популяція спочатку створюється порожньою. В кінці роботи Майстра в моделі повинні бути один агент і дві популяції (рис. 15).

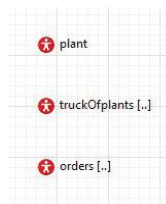


Рис. 15. Популяція агентів Замовлення в моделі

#### **Крок 4. Додавання популяції агентів Склади**

Створіть популяцію агентів *storage* з двома агентами в ній (Рис. 16). Агенти не містять параметрів. Як анімації виберіть зображення складу.



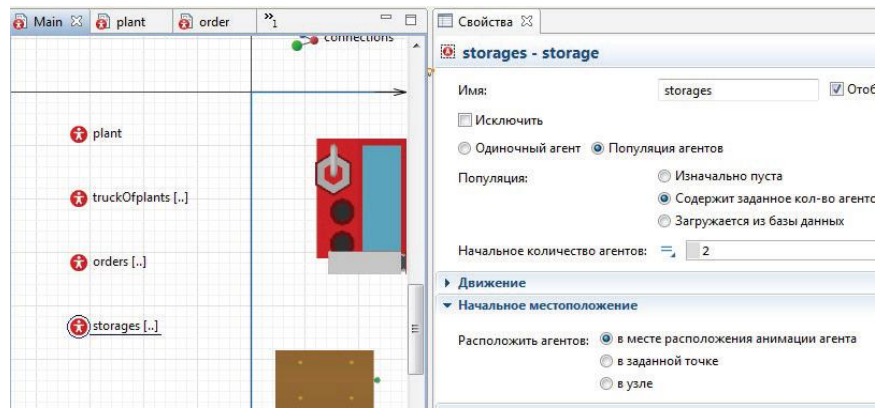


Рис. 16. Популяція агентів Склади в моделі

### **Крок 5. Створення популяції агентів Магази́ни**

Створіть популяцію агентів shops з чотирма агентами в ній (Рис. 17). Агенти не містять параметрів. Як анімації виберіть зображення магазину.

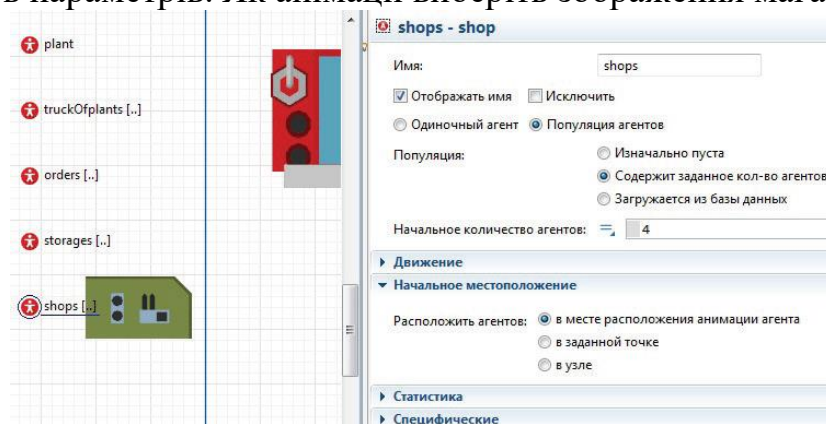


Рис. 17. Популяція агентів Магази́ни в моделі

### **Крок 6. Створення популяції агентів Вантажівки при складах**

Створіть популяцію агентів truckOfstorages з десятьма агентами в ній (рис. 18). Агенти не містять параметрів. Як анімації виберіть зображення маленької вантажівки.

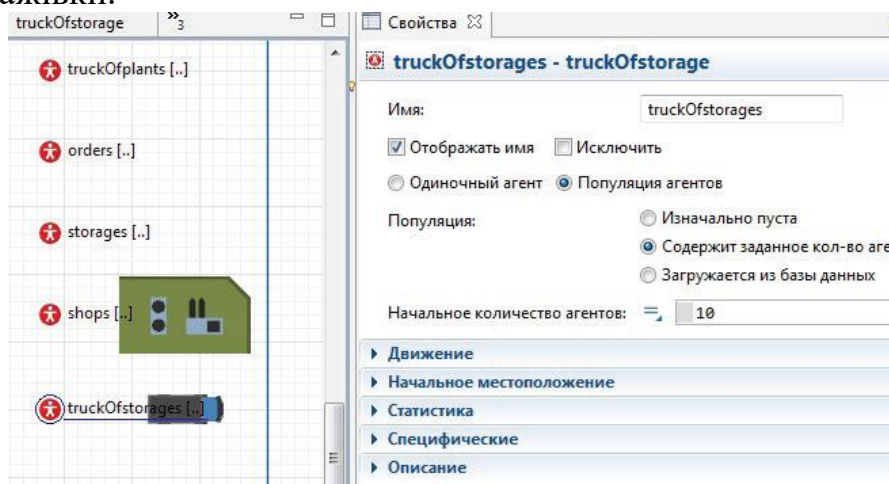


Рис. 18. Популяція агентів Вантажівки при складах в моделі

### **Крок 7. Розстановка складів в моделі**

Для розстановки складів в моделі використовується функція, яка задає місце розташування агентів з популяції storages. Функція реалізована за допомогою інструменту Діаграма дій. Елементи цього інструменту знаходяться

на окремій вкладці Діаграма дій у палітрі. Перейдіть на неї і перетягніть елемент Початок діаграми на робоче поле. У властивостях елемента задайте ім'я функції `setStorage` і тип функції (рис. 19).

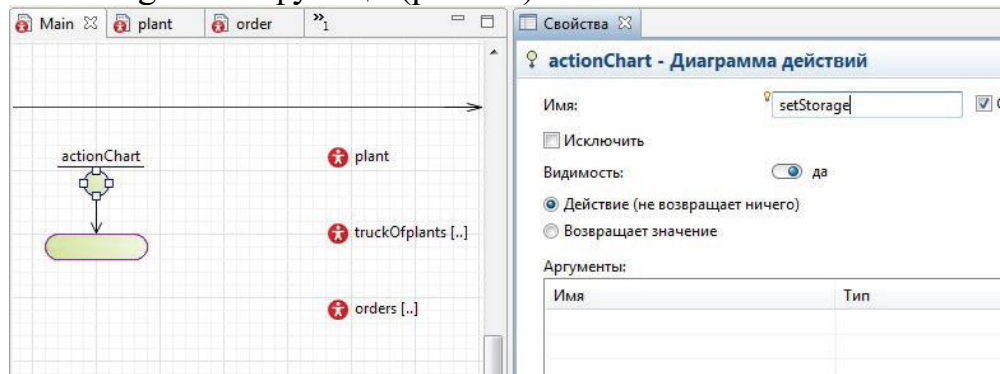


Рис. 19. Створення функції розстановки складів. Перший крок

Далі вставте два блоки для локальних змінних  $x$  і  $y$ . У властивостях блоку задайте ім'я змінних, їх тип – `double` і початкові значення (рис. 20).

Потім перетягніть блок циклу з лічильником і в його властивостях задайте зміни лічильника від 0 до кількості елементів в популяції. Для створення тіла циклу перетягніть блок Код і в його властивостях напишіть код циклу (рис. 20).

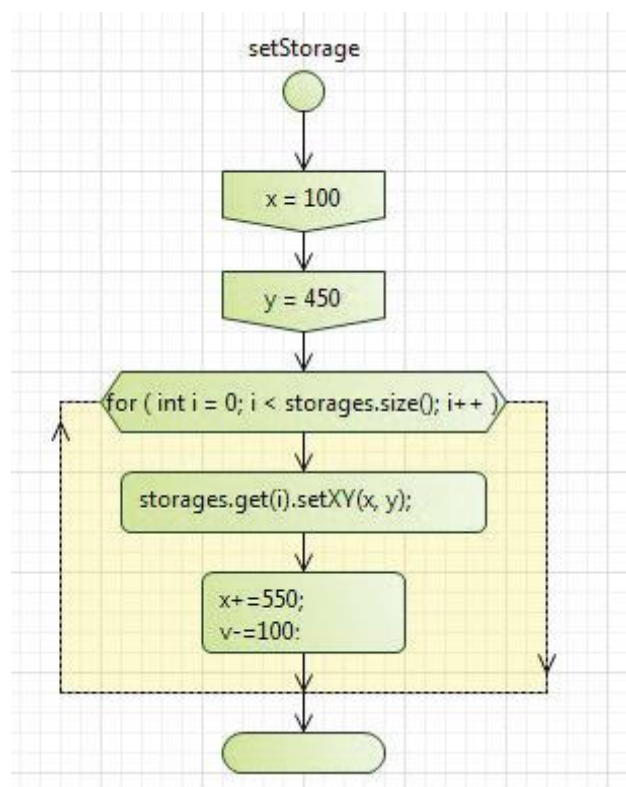
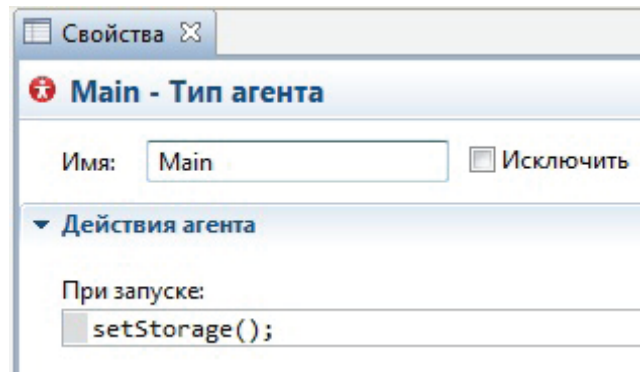


Рис. 20. Кінцевий вигляд функції розстановки складів

У циклі йде звернення до кожного елементу колекції `storages` за допомогою методу `get`, у якого в якості параметра приймається номер елемента колекції. Потім кожен елемент колекції розташовується в точку з координатами  $x$  і  $y$  за допомогою методу `setXY()`.

Щоб запуску функції перейдіть у властивості агента *Main* і у розділі Дії агента в пункті При запуску напишіть код виклику функції (рис. 21).



Мал. 21. Виклик функції розстановки складів

Перевірте роботу функції, запустивши модель на виконання (Рис. 22) (склади повинні бути розставлені).

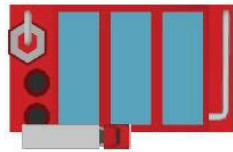


Рис. 22. Результат роботи функції розстановки складів

#### **Крок 8. Розстановка магазинів в моделі**

У функцію setStorage додайте наступний код (рис. 23).

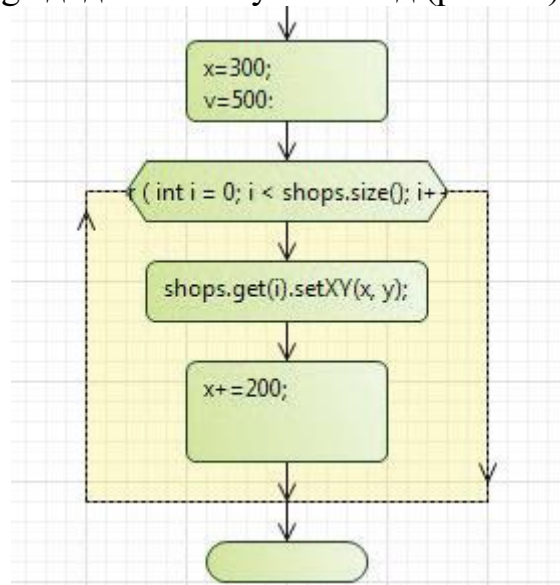


Рис. 23. Розширення функції setStorage

Перевірте роботу функції, запустивши модель (магазини повинні бути розставлені).



### Етап 3. Завдання взаємодії агентів Завод і Склади

#### Крок 1. Завдання поведінки агента Завод

Агент Завод (рис. 24) виробляє коробки морозива. Для реалізації цієї поведінки створіть параметр, який буде містити кількість вироблених коробок, і подія, яка із заданою інтенсивністю збільшує значення параметра (рис. 25).

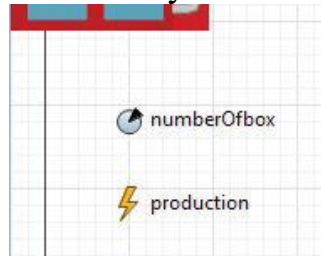


Рис. 24. Елементи агента Завод

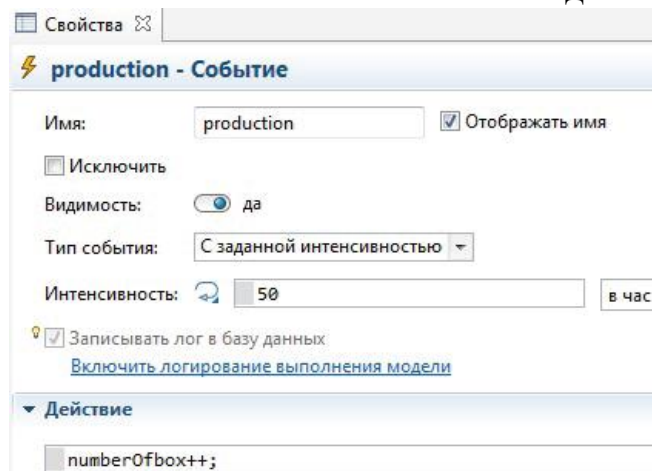


Рис. 25. Завдання поведінки агента Завод

Перевірте правильність поведінки агента Завод, запустивши модель.

В експерименті виберіть агент plant (рис. 26) і поспостерігайте поведінку агента у модельному часі (рис. 27).

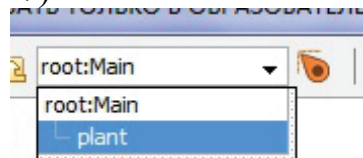


Рис. 26. Перехід на агент Завод

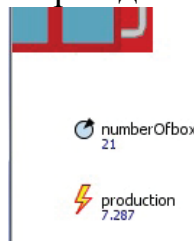


Рис. 27. Поведінка агента Завод в модельному часу

#### Крок 2. Задання поведінки агента Замовлення

Агент Замовлення містить в собі кількість коробок і замовника (Рис. 28). Для зберігання кількості коробок створіть в агента order параметр amount цілого типу.

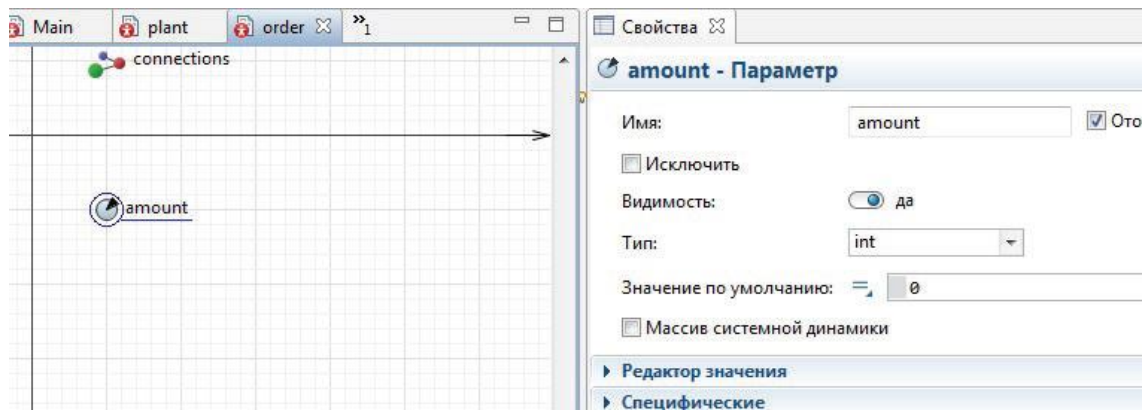


Рис. 28. Параметр агента Замовлення для зберігання кількості коробок в замовленні

Для зберігання замовника-склад створіть параметр storage з типом даних storage (рис. 29).

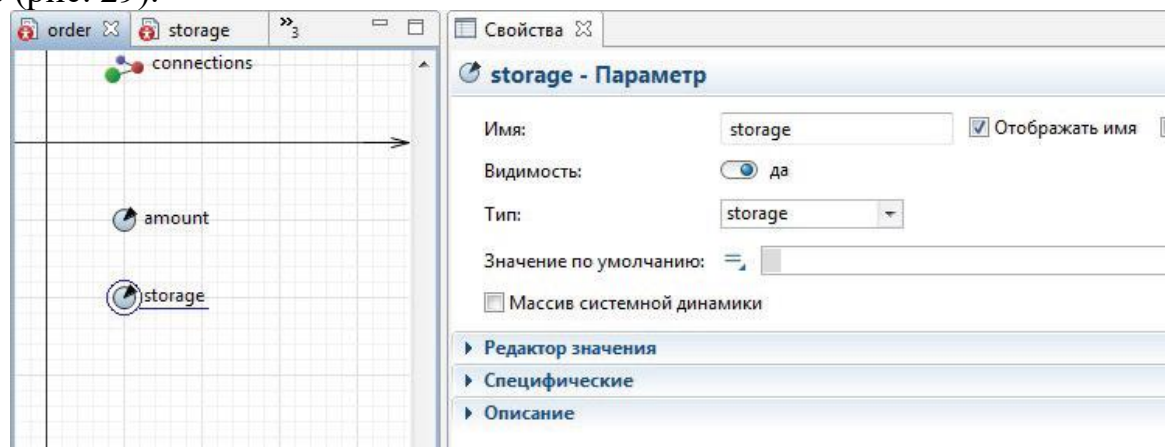


Рис. 29. Параметр агента Замовлення для зберігання замовника-склад

Для зберігання замовника-магазин створіть параметр shop з типом даних shop.

### **Крок 3. Завдання поведінки агента Вантажівка при заводі**

Агент Вантажівка при заводі отримує замовлення від складу і їде туди із замовленням, а виконавши замовлення, повертається назад на завод. Ця поведінка реалізована за допомогою змінної order типу order, яка зберігає замовлення, що прийшов зі складу, і діаграми поведінки.

Для створення змінної перетягніть об'єкт Змінна з агентної бібліотеки і задайте її ім'я і тип (рис. 30).

Інструменти для створення діаграми поведінки є як в агентній бібліотеці, так і на окремій вкладці Діаграма поведінки.

Скористайтесь будь-яким джерелом і, перетягуючи об'єкти діаграми, побудуйте діаграму поведінки, як на рис. 30. Переходом в цій діаграмі поки просто намалюйте і виберіть їх тип, дії до них прив'яжемо пізніше. Перехід від стану atPlant в стан movingToStorage має тип *При отриманні повідомлення*, інші переходи – після прибуття агента.

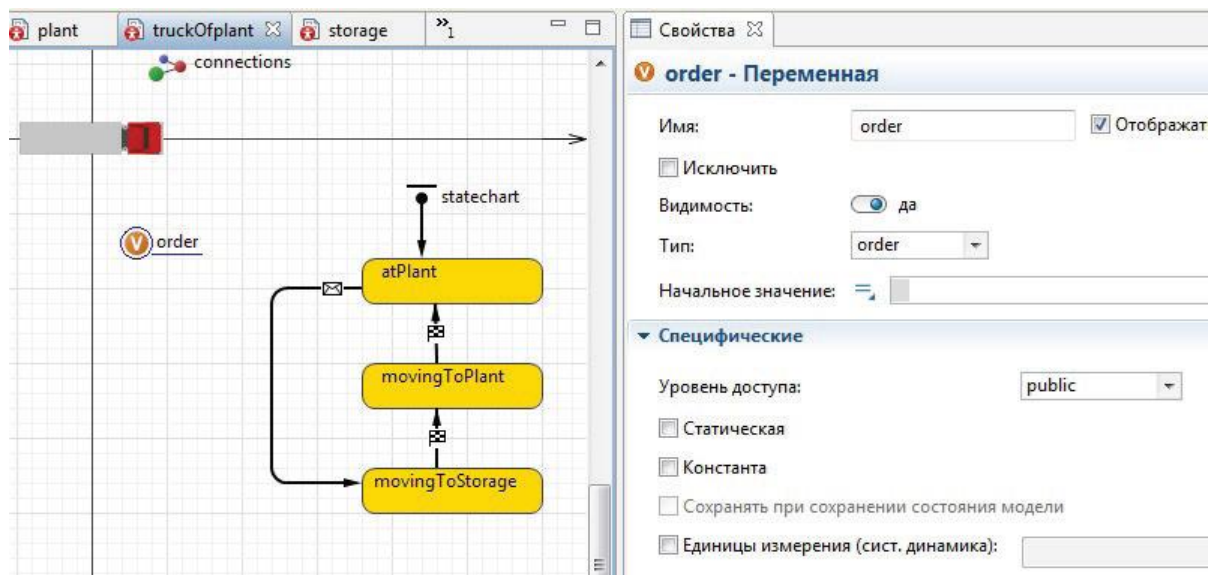


Рис. 30. Елементи агента Вантажівка при заводі

Ця діаграма має три стани: *atPlant*, *movingToPlant*, *movingToStorage*. Перший стан *atPlant* показує, що вантажівка знаходиться на заводі, тобто вона вільна від замовлень на поточний момент часу. Далі, отримавши повідомлення від складу, вантажівка переходить в стан *movingToStorage*. Приїхавши на склад, вантажівка повертається на завод, чому відповідає стан *movingToPlant*.

#### **Крок 4. Створення функції пошуку вільного вантажівки при заводі**

В агента Завод потрібно здійснювати пошук вільної вантажівки для виконання замовлення (рис. 31). Це завдання реалізує функція *findFreeTruck*. Функція повертає вантажівку і не має параметрів.

Створіть функцію за допомогою інструменту Діаграма дій.

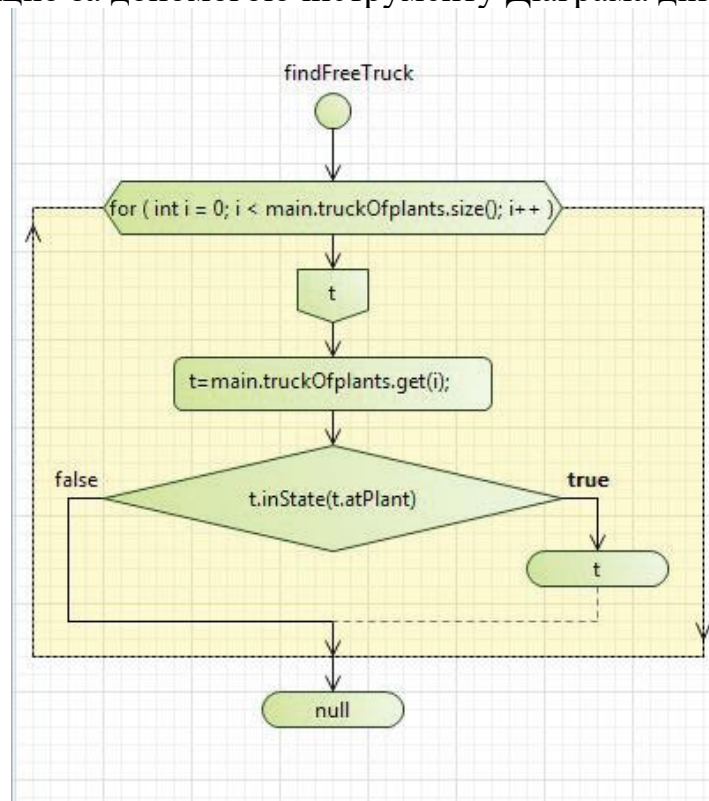


Рис. 31. Функція пошуку вільного вантажівки на заводі

У цій функції організований цикл, що проходить по всій популяції вантажівок. У циклі створюється локальна змінна `t` типу `truckOfplant`. Далі, в цю змінну записується чергова вантажівка з колекції. В умовному операторі перевіряється стан вантажівки: якщо воно `atPlant`, то значить, що вантажівка вільна і вона повертається з функції; якщо в іншому стані, то переходимо до наступної вантажівки. Якщо не знайдеться жодної вантажівки в стані `atPlant`, то функція поверне значення `null`.

### Крок 5. Завдання поведінки агента Склад

Агент Склад має свої запаси коробок, з яких він відпускає замовлення в магазини, і свої вантажівки, які виконують замовлення з магазинів. Також агент посилає замовлення на завод, якщо запаси в агента стали менше 30 коробок. Створіть параметр `amountOfbox` для зберігання кількості коробок в запасі в агента (рис. 32).

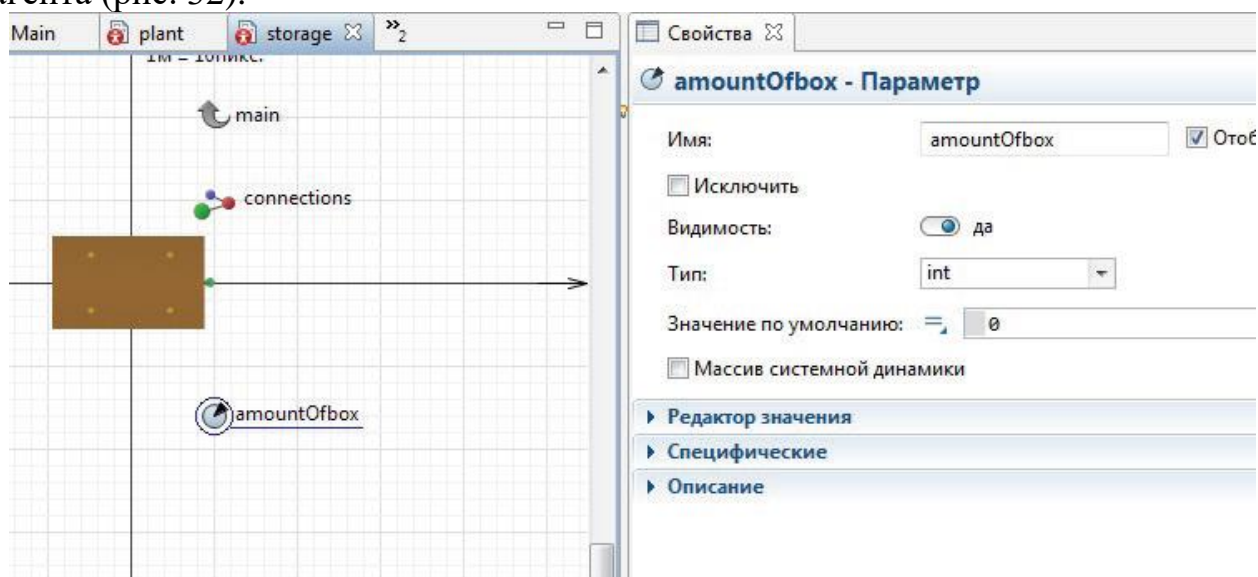


Рис. 32. Параметр агента Склад для зберігання кількості коробок в запасі

Відправку замовлення на завод реалізує функція `request`. Для її створення використовуйте інструмент **Функція** з агентної бібліотеки (Рис. 33). Перетягніть елемент **Функція** на робоче поле. У властивостях об'єкта задайте ім'я функції, тип значення і список параметрів. Функція `request` просто здійснює дію і нічого не повертає. Функція має один параметр `amount` цілого типу, який містить кількість коробок в замовленні. У розділі властивостей *Тіло функції* введіть код функції.

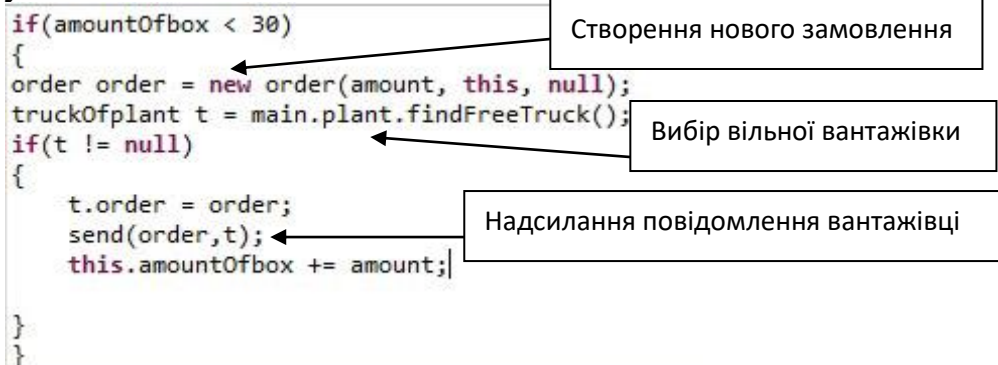


Рис. 33. Функція обробки і відправки замовлення зі складу на завод



Функція починає свою роботу, якщо кількість коробок в запасі стало менше 30. Спочатку створюється нове замовлення, в параметрах якого передається кількість коробок в замовленні і склад-відправник. Далі у змінну `t` зберігається вільна вантажівка на заводі. Якщо така знайдеться, то в її параметр `order` записується замовлення, що передається і відправляється повідомлення типу `order`. Отримавши це повідомлення, вантажівка почне рух на склад. Далі йде оновлення значення параметра `amountOfbox`.

Запускати функцію формування замовлення буде подія `requestBox`, яке буде запускатися з інтенсивністю 10 разів на годину (рис. 34).

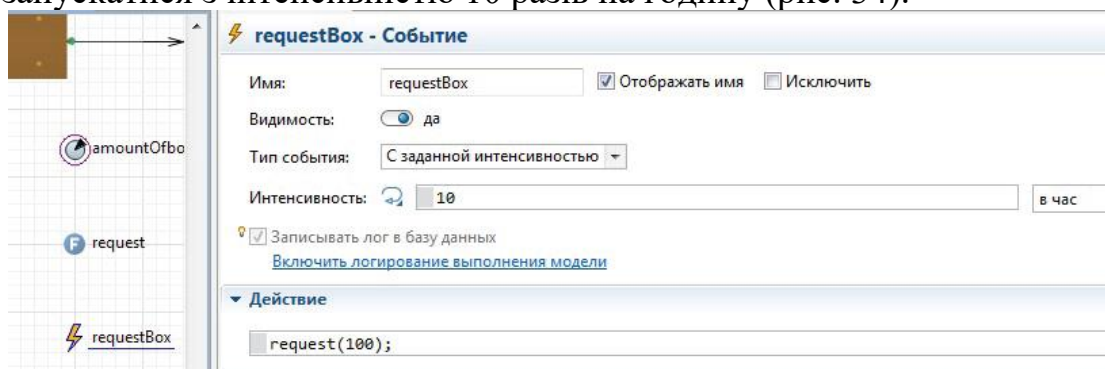


Рис. 34. Подія, що викликає функцію обробки і відправки замовлення зі складу на завод

#### ***Крок 6. Додавання дій в переходи діаграми стані агента Вантажівка при заводі***

Настав час «оживити» діаграму стану вантажівок, щоб вони почали свій рух в моделі. Для цього у властивостях переходу зі стану `atPlant` в стан `movingToStorage` додайте дію: `moveTo()` (рис. 35). Ця функція задає рух агента в точку, координати якої задані в параметрах. Як координати взяті координати складу, що послав замовлення.

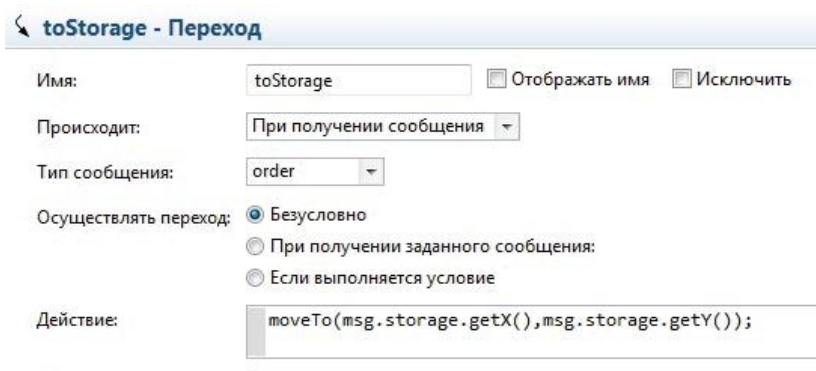


Рис. 35. Дії переходу зі стану `atPlant` в стан `movingToStorage`

В дії переходу зі стану `movingToStorage` в стан `movingToPlant` додайте код, як на рис. 36.

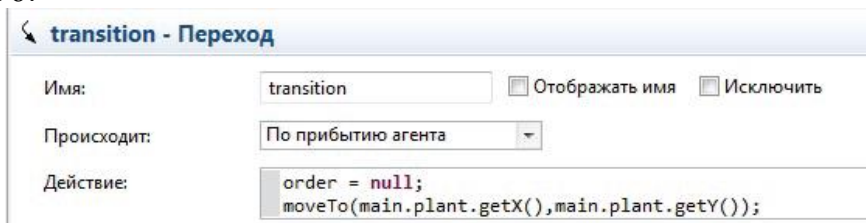


Рис. 36. Дії переходу зі стану `movingToStorage` в стан `movingToPlant`



### **Крок 7. Перевірка працездатності моделі**

Запустіть модель (рис. 37) і поспостерігайте за рухом вантажівок від заводу на склад і назад. Якщо рух вантажівок буде занадто швидкий, зменшіть швидкість агента truckOfplant у властивостях агента в розділі Рух.

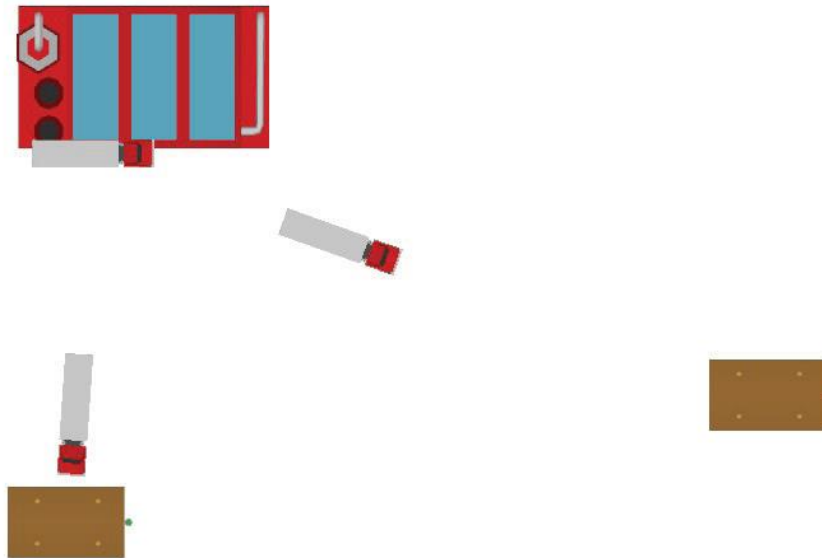


Рис. 37. Робота моделі

### **Етап 4. Завдання взаємодії агентів Склади і Магазины**

#### **Крок 1. Завдання поведінки агента Вантажівка при складі**

По суті, поведінка агента *Вантажівка при складі* (рис. 38) така ж, як агента *Вантажівка при заводі*, різниця – в типі одержуваного замовлення.

Тут агент отримує замовлення від магазинів, а не від складу. Крім того, оскільки складів два, потрібен параметр в агента *Вантажівка*, який буде містити склад-господар вантажівки. Тому повторіть всі дії кроку 3 попереднього етапу, але вже для агента *Вантажівка при складі* і додайте до нього ще один параметр. В кінцевому підсумку повинен отриматися агент з набором елементів, як на рис. 38.

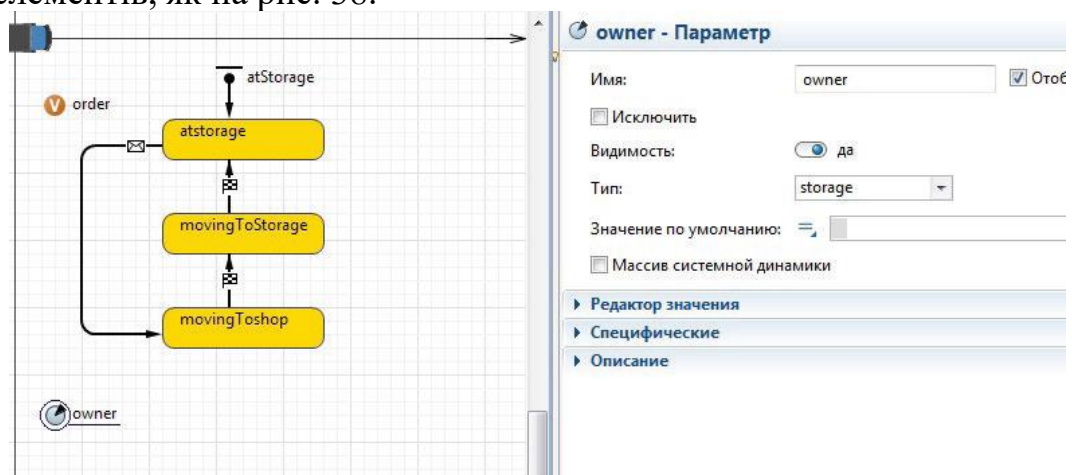


Рис. 38. Елементи агента Вантажівка при складі

#### **Крок 2. Прив'язка вантажівок до складів**

Додайте в функцію setStorage код, як на рис. 39.

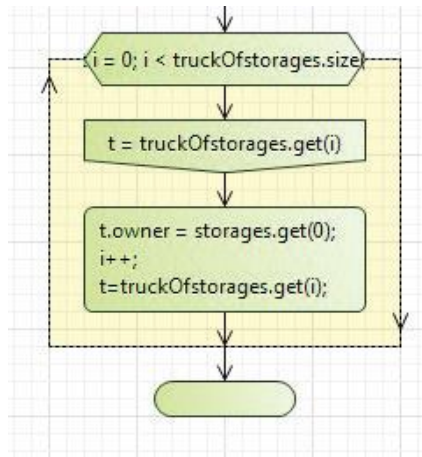


Рис. 39. Розширення функції setStorage, прив'язує вантажівки до складів  
Перевірте роботу функції, запустивши модель і перейшовши в агент  
склади (рис. 40). У параметрі owner буде відображено склад-господар  
вантажівки.

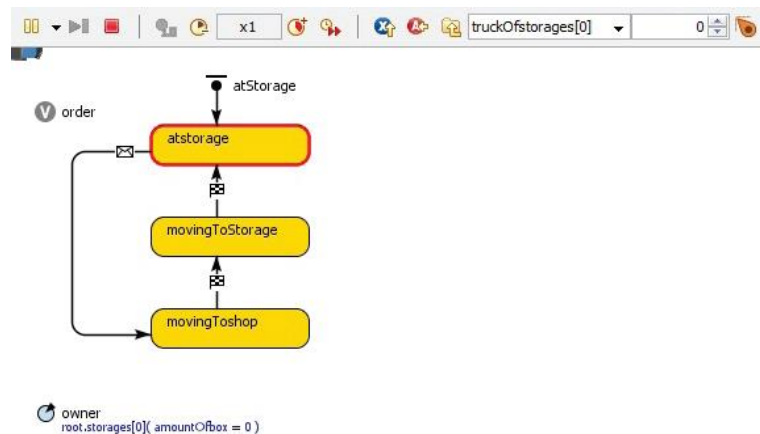


Рис. 40. Перевірка роботи функції setStorage, прив'язує вантажівки до  
складів

### **Крок 3. Додавання функції пошуку вільного вантажівки на складі в агент Склад**

В агента Склад потрібно додати функцію пошуку вільної вантажівки. По  
суті своїй ця функція аналогічна функції пошуку вільної вантажівки на заводі,  
тому повторіть дії кроку 4 попереднього етапу. Кінцевий код функції наведено  
на рис. 41.

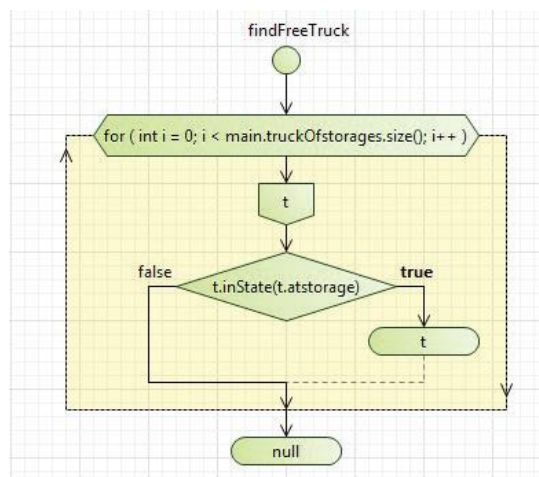


Рис. 41. Функція пошуку вільної вантажівки на складі

#### Крок 4. Завдання поведінки агента Магазин

Агент Магазин продає коробки морозива і замовляє нові на склади. Агент має запаси коробок. Для зберігання кількості коробок в запасі створіть параметр amountBox цілочисельного типу (Рис. 42).

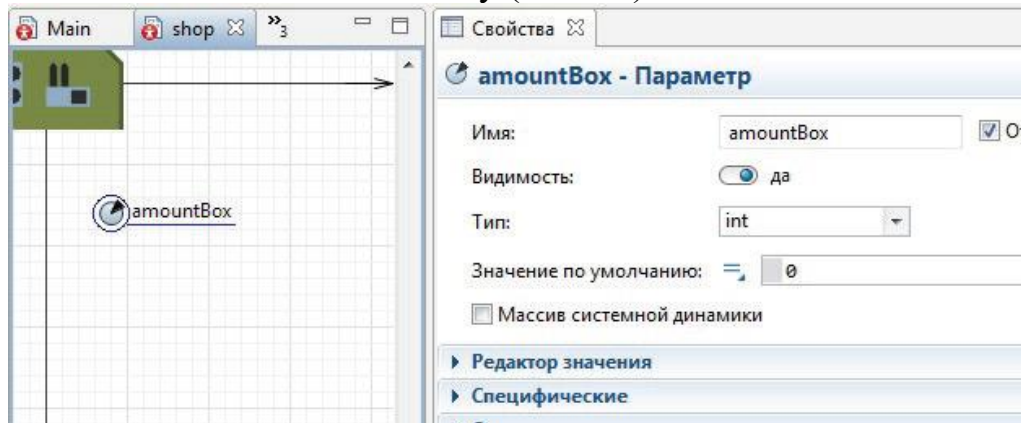


Рис. 42. Параметр агента Магазин

Для формування замовлень на склад створіть функцію requestShop, яка в якості параметра приймає кількість коробок у замовленні, але сама нічого не повертає. Її код наведений на рис. 43.

```
if(amountBox < 5)
{
  order order = new order(amount,null, this);
  truckOfstorage t =null;
  storage s=this.owner;
  t= s.findFreeTruck();
  if(t != null )
  {
    t.order = order;
    send(order,t);
    this.amountBox += amount;
    s.amountOfbox -= amount;
  }
}
```

Рис. 43. Функція складання і відправки замовлення агента Магазин

В цілому ця функція аналогічна функції request. Тільки тут у змінну s зберігається склад-господар магазину і враховується вимірювання кількості коробок як в магазині, так і на складі.

Функція requestShop запускається подією OrderBox, яке запускається із заданою інтенсивністю (рис. 44).

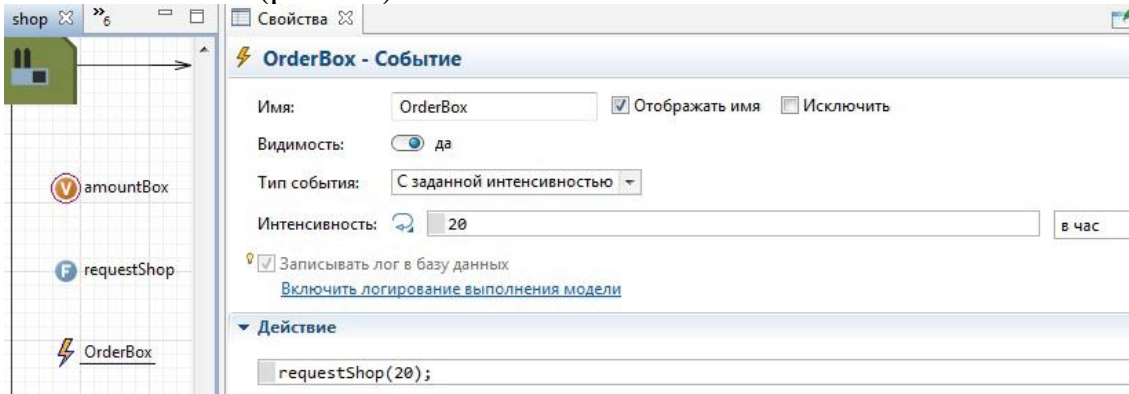


Рис. 44. Запуск функції формування замовлень магазину

Для моделювання продажів створіть подію sold, яка із заданою інтенсивністю буде зменшувати коробки в запасах магазину (рис. 45).

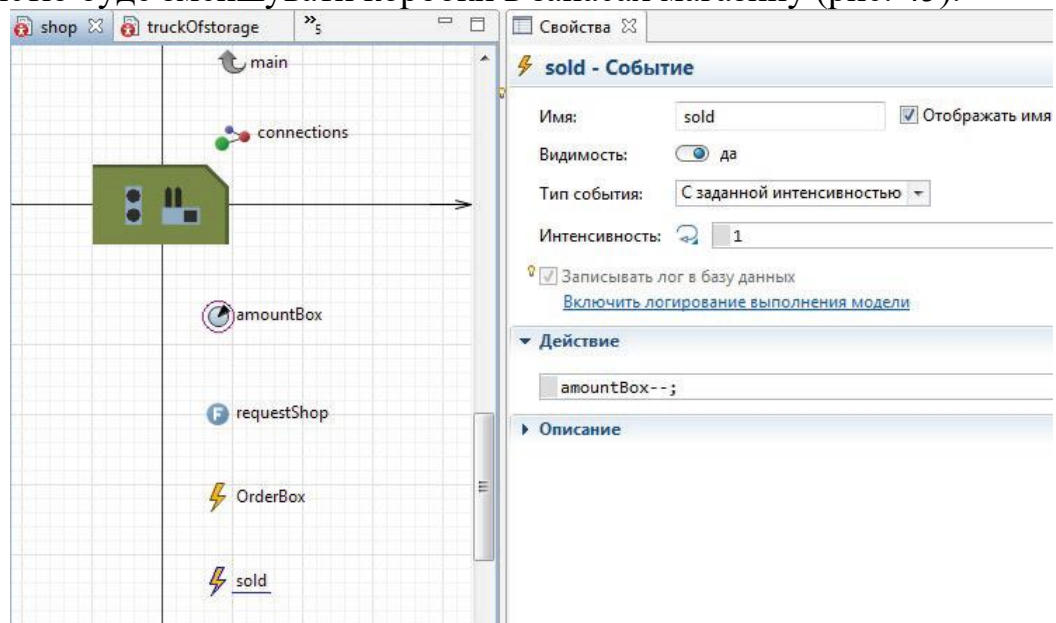


Рис. 45. Подія, що імітує продаж

### Крок 5. Запуск моделі

Запустіть модель і перевірте працездатність всіх її агентів (Рис. 46).

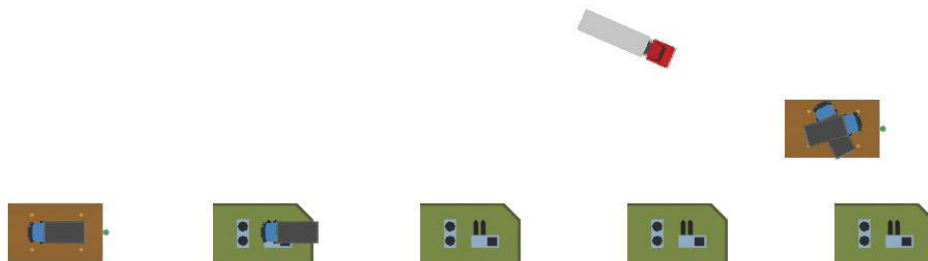


Рис. 46. Робота моделі

### САМОСТІЙНО

1. Додайте ще один склад з двома магазинами.
2. Додайте збір статистики по вантажівкам на складах і на заводі.
3. За результатами прогону моделі зі статистикою, оптимізуйте кількість вантажівок.
4. Творчий проект. Створіть Агентну модель транспортної системи.