

**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 121 Інженерія програмного забезпечення

Освітня програма Інженерія програмного забезпечення інформаційних систем

Навчальна дисципліна – «Моделювання систем»

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 15

1. Формалізм базових мереж Петрі.
2. Елементи анімації програмного забезпечення Агеп.
3. Складіть Петрі-об'єктну модель, що представляє функціонування такої системи та виконайте дослідження її властивостей:

Транспортний цех об'єднання обслуговує філії А, В, С і D. Вантажівки здійснюють перевезення виробів з філії А в В, з філії В в С, з філії С в D, повертаючись потім в А без вантажу. Навантаження в кожному пункті займає в середньому 50 хвилин, переїзд з А в В триває в середньому 120 хвилин, навантаження у В - 20 хвилин, переїзд у С - 70 хвилин, переїзд у D - 100 хвилин, і переїзд в А - 30 хвилин. Якщо до моменту навантаження в пунктах відсутні вироби, вантажівки йдуть далі по маршруту. На лінії працює 20 вантажівок. Ймовірність того, що вироби на момент навантаження відсутні в А – 0,1, відсутні в В – 0,05, відсутні в С – 0,15, відсутні в D – 0,01. Метою моделювання є визначення частоти порожніх перегонів вантажівок між пунктами.

4. Виконайте дослідження впливу фактору для таких результатів експерименту (у таблиці наведені результати 8 прогонів моделі для двох альтернативних значень фактору a і b):

a	3	5	4	1	5	2	2	2
b	4	1	6	6	2	3	1	1

1. Мережі Петрі є засобом формального опису процесів функціонування дискретних систем. У дискретній системі зміни її стану трапляються в особливі моменти часу, коли виникають умови для здійснення події. Здійснення події означає зміну стану системи, а значить, виникнення або не виникнення умов для інших подій. Процес функціонування дискретної системи – це упорядкована в часі послідовність подій.

Переваги формалізації мережею Петрі:

- Гнучкість формалізації подій
- Універсальність алгоритму імітації
- Візуалізація процесу функціонування
- Пристосованість до представлення паралельних процесів

Недоліки формалізації мережі Петрі:

- Велика кількість елементів

Формальне означення класичної мережі Петрі

$$N = (P, T, A, W)$$

$P = \{P\}$ - множина позицій;

$T = \{T\}$ - множина переходів;

$$P \cap T = \emptyset$$

$A \subseteq (P \times T \cup T \times P)$ - множина дуг;






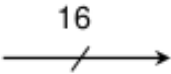
$W: A \rightarrow \mathbb{N}$ - множина натуральних чисел, що задають кратності дуг (кількість зв'язків);

Правило запуску переходу класичної мережі Петрі

- Якщо в усіх вхідних позиціях переходу є маркери у кількості, рівній кратності дуги, то умова запуску переходу виконана
- Якщо умова запуску переходу виконана, то з усіх вхідних позицій переходу маркери видаляються у кількості, рівній кратності дуги, а в усі вихідні позиції переходу маркери додаються у кількості, рівній кратності дуги. Таким чином, в класичній мережі Петрі запуск переходу здійснюється миттєво.

Елементи мережі Петрі

ЕЛЕМЕНТИ МЕРЕЖІ ПЕТРІ

Перехід		позначає подію
Позиція		позначає умову
Дуга		позначає зв'язки між подіями та умовами
Маркер(один) (один)		позначає виконання (або не виконання) умови
Багато фішок		позначає багаторатне виконання умови
Багато дуг		позначає велику кількість зв'язків

Формальний опис запуску переходу

Множина вхідних позицій переходу:

$$\bullet T = \{P \in P | (P, T) \in A\}$$

Множина вихідних позицій переходу:

$$T = \{P \in P | (T, P) \in A\}$$

Умова запуску переходу:

$$\forall P \in \bullet T \quad M_P \geq W_{P,T} \rightarrow I T = 1$$

$$\exists P \in \bullet T \quad M_P < W_{P,T} \rightarrow I T = 0$$

Запуск переходу

$$I T = 1 \rightarrow \{ \{ \forall P \in \bullet T \quad M'_P = M_P - W_{P,T} \}, \forall P \in T \bullet \quad M'_P = M_P + W_{P,T} \}$$

Базові мережі Петрі (БМП):

- БМП є детерміністичними, що означає, що вони не враховують випадкових факторів або невизначеності в системі.
- Кожна активація переходу в БМП завжди призводить до однозначного стану системи.
- Вони використовуються для моделювання та аналізу систем з точним визначенням подій та станів.

2. Entity -Представляє об'єкт, який рухається через модель (наприклад, клієнт, товар, машина). Анімація показує переміщення сутності між блоками або затримку в черзі.

Queue-ідображає накопичення сутностей, які чекають обслуговування. Анімація показує, скільки сутностей перебуває в черзі, а також порядок їх надходження.

Resource-Відображає доступність або зайнятість ресурсів (наприклад, машини, персоналу). Анімація змінює стан ресурсу (вільний/зайнятий) і може показувати час обслуговування.

Transporter-Візуалізує транспортний засіб, який переміщує сутності між локаціями. Анімація показує рух транспортера, його навантаження та розвантаження.

Path-Відображає маршрути, якими рухаються сутності чи транспортери. Анімація показує переміщення сутностей або транспортерів вздовж заданих шляхів.

Station-Відображає місця, де сутності можуть зупинятися для виконання певних дій (обслуговування, сортування). Анімація показує прибуття й відправлення сутностей зі станції.

Timer-Відображає плин часу в моделі симуляції. Анімація показує поточний симуляційний час або реальний час, який пройшов з початку моделювання. Це допомагає відстежувати тривалість виконання процесів і співвідносити її з подіями у моделі.

Date-Відображає поточну симуляційну дату (або реальну, якщо вказано). Анімація оновлює значення дати залежно від плину часу в моделі, дозволяючи враховувати часові періоди для подій, які мають прив'язку до календаря (наприклад, робочі зміни, графік виконання завдань).

Plot-Відображає зміну змінних або параметрів системи у вигляді графіків. Анімація показує динаміку параметрів моделі (наприклад, довжина черги, використання ресурсу).

Анімація об'єкта обслуговування виконується за допомогою параметру Entity Picture, що задається в блоці Entity. Анімаційну картинку об'єкта обслуговування можна вибрати із переліку запропонованих картинок або із бібліотеки анімаційних картинок. При запуску моделі користувач спостерігатиме рух об'єктів обслуговування від одного блоку моделі до іншого.

Анімація ресурсу виконується за допомогою панелі Resours. У вікні, що з'явиться після виклику панелі Resours, потрібно вибрати ресурс із списку ресурсів моделі. Потім обрати картинку для зображення стану «вільний» у списку картинок і перемістити її до вікна Idle. Так само обрати картинку для зображення стану «зайнятий» і перемістити її до вікна Busy. Якщо бажаної картини в запропонованому списку не знайдено, можна скористатись бібліотеками картинок, які містяться у папці C:\Program Files\Rockwell Software\Arena у файлах з розширенням.plb. Після вибору усіх картинок ресурсу як зайнятого, так і вільного, анімаційна картинка розташовується курсором миші у потрібному користувачу місці. Розтягуванням анімаційної картини користувач може змінювати її розміри.

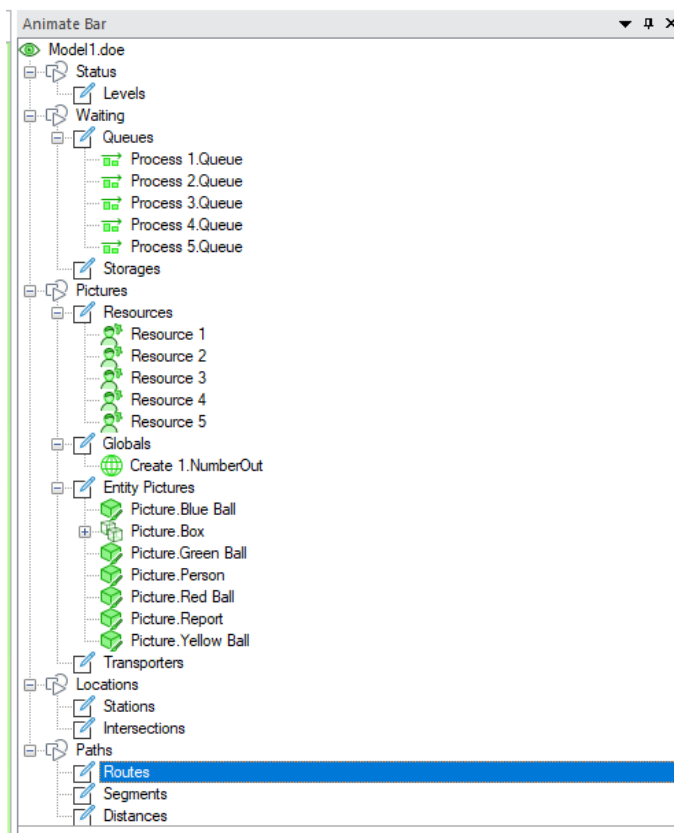
Анімація черги виконується за допомогою панелі Queues. Після заповнення діалогового вікна картинка розміщується користувачем на моделі.

Візуальне зображення гістограми виконується за допомогою панелі Histograms. Зображення гістограми сильно залежить від масштабу, який обрав користувач, тому вибирати його потрібно ретельно.

Візуальне зображення значення змінної виконується за допомогою панелі Variables. Скористатись цією візуалізацією можна тільки якщо у моделі була введена змінна типу Variable.

Візуальне графічне зображення динаміки змінювання виконується за допомогою панелі Plot. Може бути виведена, наприклад, динаміка змінювання кількості об'єктів у черзі, динаміка змінювання часу обслуговування об'єктів у моделі і т.і.

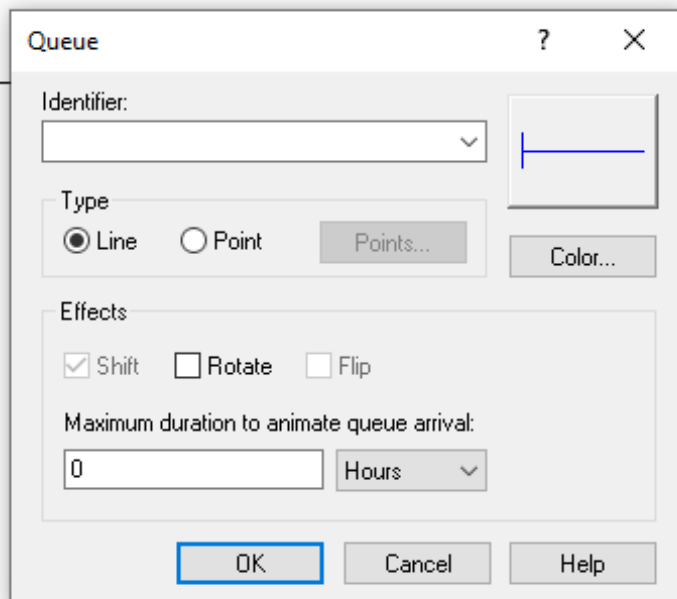
Панель конфігурації та моніторингу анімації



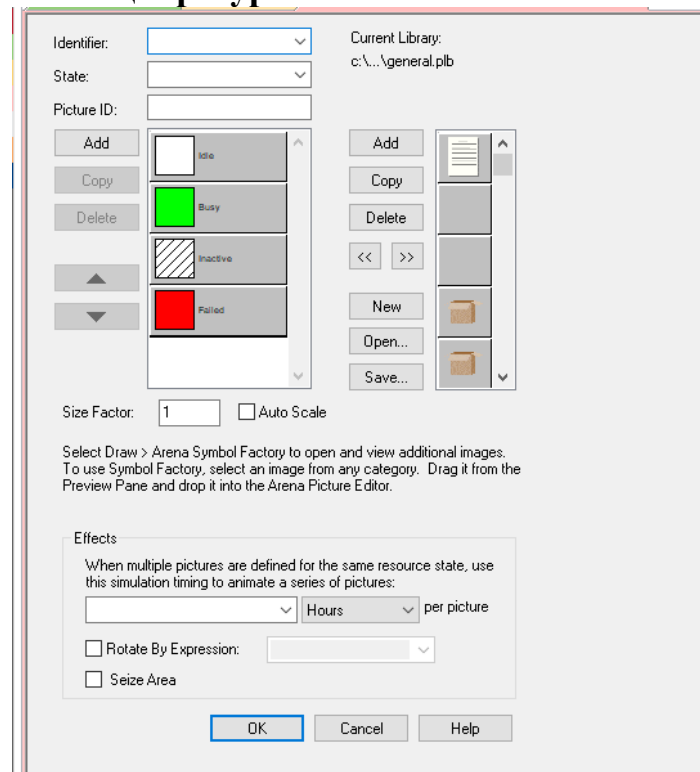
Сама панель анімації в застосунку поділена на різні розділи анімації



Анімація Черг

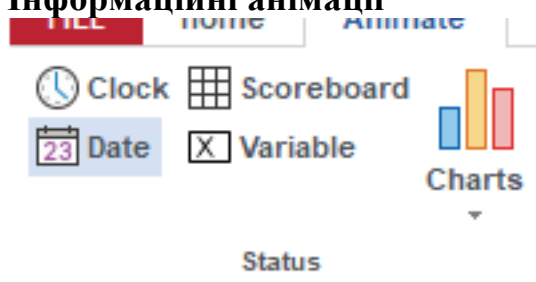


Анімація ресурсів

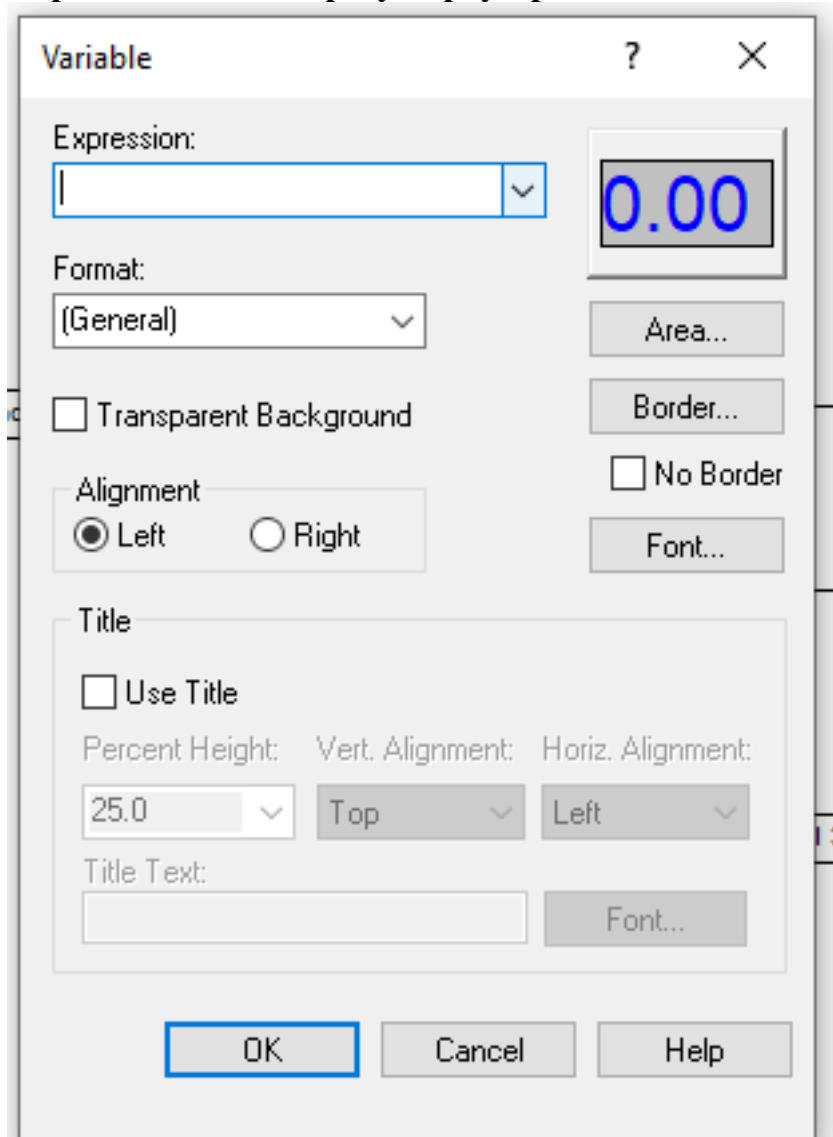


Обираємо ресурс, а також його стан. Далі вже конфігуруємо анімацію за обраними параметрам.









Інформаційні анімації





Варто сказати в першу чергу про змінні.



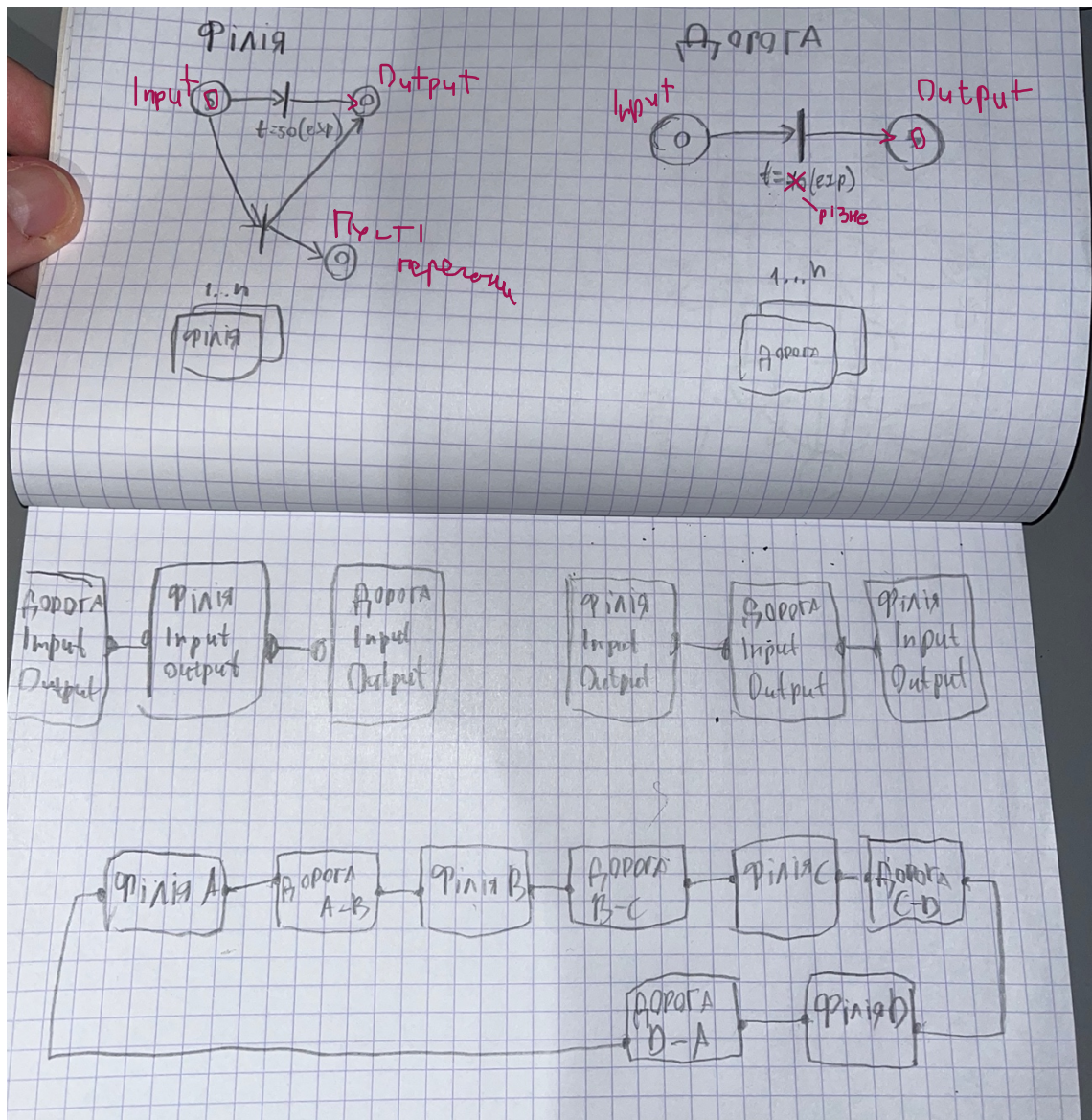
Анімація шляхів

y ..	 Station	 Route	 Network Link
	 Intersection	 Segment	 Animated Network Link
	Locations	 Distance	 Promote Path
		Paths	

Можна анімувати певні позиції маршруту, а також перетини цих маршрутів.

 Station
Add the animation for a station specified in the model (left click twice to add multiple stations in a single edit session).
 Intersection
Add the animation for an intersection specified in the model (left click twice to add multiple intersections in an edit session).

3.



Навантаження при переїздах різне.

Ймовірність відсутності виробів – ймовірність пустих перегонів різне

Частота порожніх перегонів:

- Між пунктом А-В = к-ть маркерів в позиції “Пусті перегони А-В” / час симуляції
- Між пунктом В-С = к-ть маркерів в позиції “Пусті перегони В-С” / час симуляції
- Між пунктом С-Д = к-ть маркерів в позиції “Пусті перегони С-Д” / час симуляції
- Між пунктом Д-А = к-ть маркерів в позиції “Пусті перегони Д-А” / час симуляції

4.

a	3	5	4	1	5	2	2	2
b	4	1	6	6	2	3	1	1

$$\bar{y}_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{ai} = \frac{3+5+4+1+5+2+2+2}{8} = 3$$

$$\bar{y}_b = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{bi} = \frac{4+1+6+6+2+3+1+1}{8} = 3$$

$$\bar{y} = \frac{\bar{y}_a + \bar{y}_b}{2} = \frac{3+3}{2} = 3$$

$$S_{\text{BAP}} = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^8 (y_{ji} - \bar{y})^2 = (3-3)^2 + (5-3)^2 + (4-3)^2 + (1-3)^2 + (5-3)^2 + (2-3)^2 + (2-3)^2 + (2-3)^2 + (4-3)^2 + (1-3)^2 + (6-3)^2 + (6-3)^2 + (2-3)^2 + (3-3)^2 + (1-3)^2 + (1-3)^2 = 0 + 4 + 1 + 4 + 4 + 1 + 1 + 1 + 4 + 9 + 9 + 4 + 0 + 4 + 4 = 48$$

$$S_{\text{PAKT}} = n \cdot \sum_{j=1}^2 (\bar{y}_j - \bar{y})^2 = 8 \sum_{j=1}^2 (\bar{y}_j - \bar{y})^2 = 8(3-3)^2 + (3-3)^2 = 0$$

$$S_{\text{ЗАКЛ}} = S_{\text{BAP}} - S_{\text{PAKT}} = 48 - 0 = 48$$

$$d_{\text{BAP}} = \frac{S_{\text{BAP}}}{2n-1} = \frac{48}{16-1} = \frac{48}{15} = 3.2$$

$$d_{\text{PAKT}} = S_{\text{PAKT}} = 0$$

$$d_{\text{ЗАКЛ}} = \frac{S_{\text{ЗАКЛ}}}{2(n-1)} = \frac{48}{2(8-1)} = \frac{48}{14} = 3.429$$

$$F = \frac{d_{\text{PAKT}}}{d_{\text{ЗАКЛ}}} = \frac{0}{3.429} = 0$$

Пусть $k_1 = 1$, $k_2 = (2(n-1)) = 14$, $\alpha = 0.05 \Rightarrow F_{\text{кр}} = 2.522$

Поскольку $F < F_{\text{кр}}$, то нуль фактоту немас (е не значимый)