

ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТРАНСПОРТНИХ
ПРОЦЕСІВ І СИСТЕМ

Тема 13 Транспортний потік та його різновиди

Мацюк Вячеслав Іванович,
д.т.н., професор

План теми

1. **Поняття про транспортний потік та різновиди транспортних потоків.**
2. **Характеристики транспортних потоків**
3. **Прикладні методи дослідження транспортних потоків**

1. Поняття про транспортний потік та різновиди транспортних потоків

У теорії транспортних процесів та систем одним з ключових теоретичних категорій є поняття транспортного потоку, його різновидів, властивостей та характеристик.

Під транспортним потоком в подальшому буде розумітись наступне: це послідовність транспортних засобів, що впорядкована відповідною транспортною мережею. Даний термін достатньо щільно пов'язаний із іншим важливим у прикладній транспортній науці терміном – потоком заявок, якій є де що загальним і має широке застосування у теорії масового обслуговування – потоком заявок.

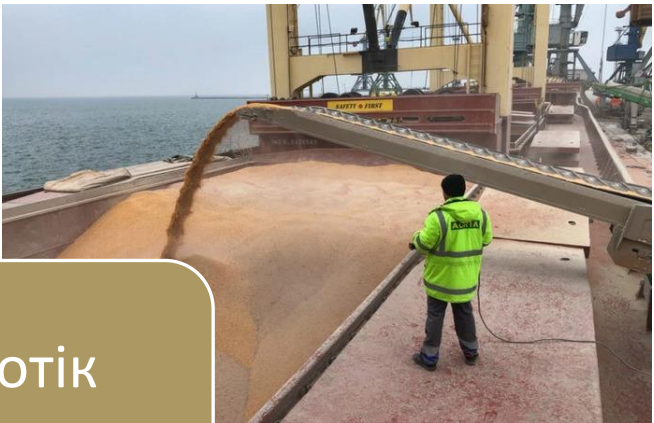
Потік заявок – це послідовність заявок у загальному, структурованому та організованому за певним порядком процесі, і представляє, як правило, собою процес надходження заявок до пункту їх обслуговування.



Різновиди транспортних потоків



Пасажиро потік



Вантажо потік

Транспортний
потік

Потік пішоходів

Потік автомобілів,
поїздопотік,
контейнеропотік



Різновиди транспортних потоків

Пасажиропотік – переміщення (перевезення) пасажирів.

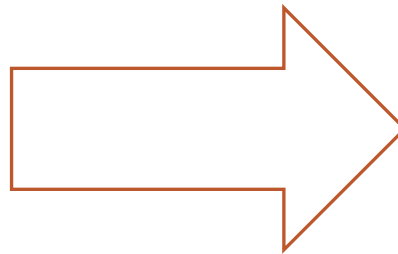
Вантажопотік – переміщення (перевезення) вантажів.

Потік пішоходів – рух пішоходів.

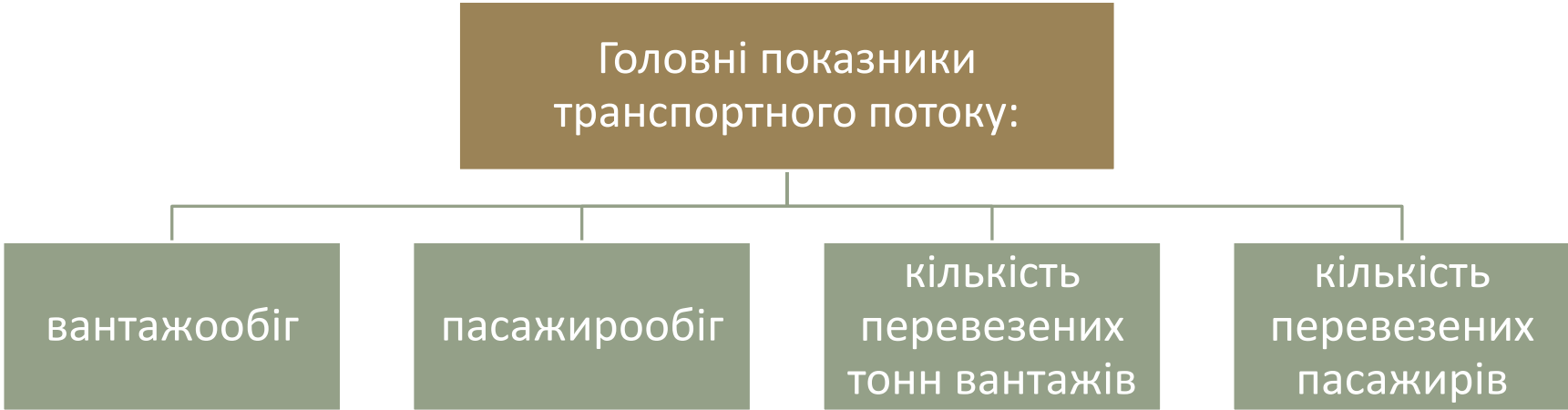
Потік транспортних засобів, вантажних модулів: переміщення (рух, перевезення) автомобілів, вагонів, поїздів, літаків, суден, контейнерів та ін.

Загальні ознаки транспортного потоку:

- наявність транспортної одиниці: пасажир, партія вантажу, вантажний модуль, транспортний засіб;
- зміна координат через переміщення, транспортування, динаміку руху.



Головні ознаки транспортного потоку



2. Характеристики транспортних потоків

Структура транспортного потоку – це кількісна характеристика середньої чисельності типів транспортних засобів, вантажних модулів та ін. в загальному транспортному потоці.

Структура транспортного потоку значно впливає на інтенсивність руху та пропускну спроможність транспортних систем.

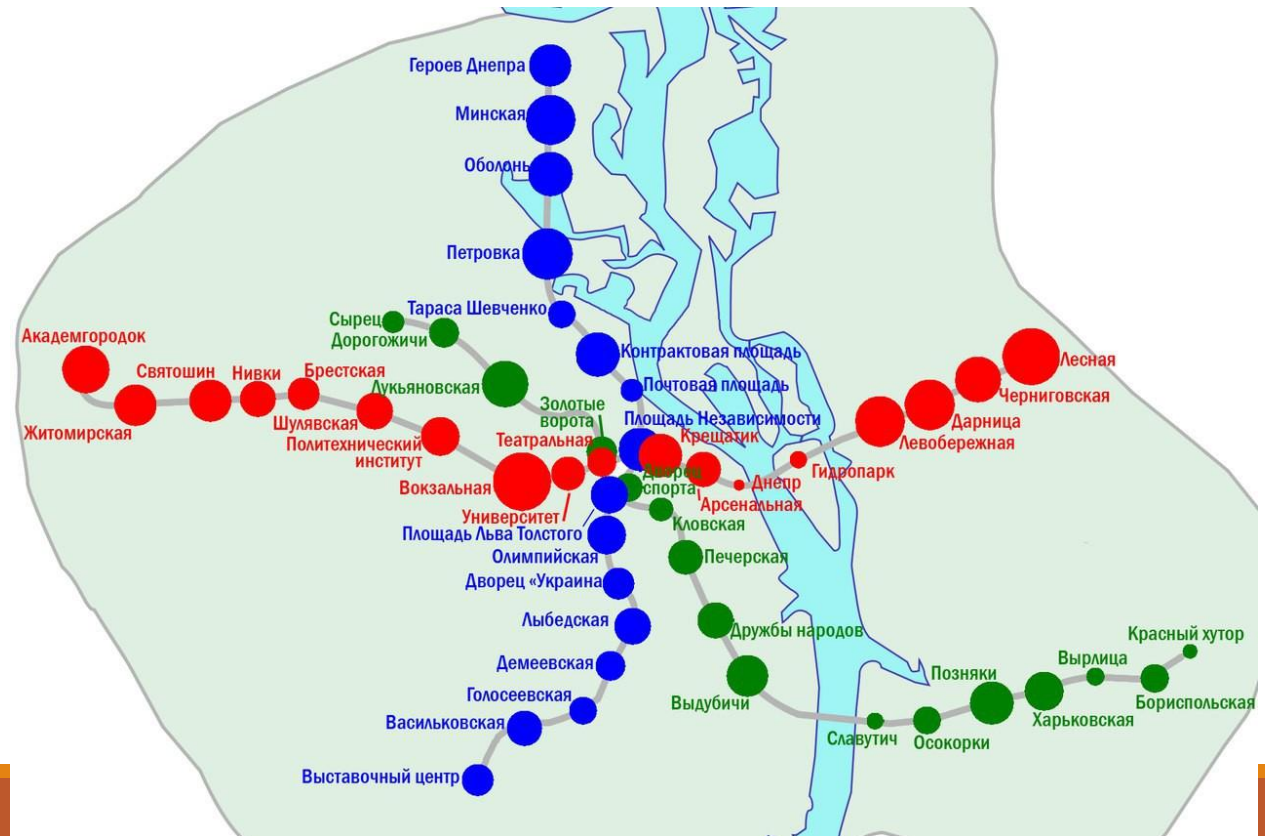


2. Характеристики транспортних потоків

Щільність транспортного потоку – вимірюється кількістю транспортних засобів на одиницю протяжності (1 км) дороги.

Різновидами даного показника є:

- вантажнапруженість – кількість тонн вантажів, що припадає на 1 км. дороги за певний період часу.
- пасажиронапруженність – кількість пасажирів, що припадає на 1 км. дороги за певний період часу.



2. Характеристики транспортних потоків

Швидкість руху – є найважливішим показником, тому що являє цільову функцію дорожнього руху. Найбільш об'єктивною характеристикою транспортного засобу на дорозі може служити графік зміни його швидкості протягом всього маршруту руху. Однак отримання таких просторових характеристик для безлічі рухомих автомобілів є складним, оскільки вимагає безперервної автоматичного запису швидкості на кожному з них. У практиці організації руху прийнято оцінювати швидкість руху транспортних засобів миттєвими її значеннями, зафіксованими в окремих типових перетинах (точках) дороги.



2. Характеристики транспортних потоків

Швидкість сполучення є вимірником швидкості доставки вантажів і пасажирів і визначається як відношення відстані між точками повідомлення до часу знаходження транспортного засобу в дорозі (часу повідомлення). Цей же показник застосовується для характеристики швидкості по окремих ділянках доріг.



2. Характеристики транспортних потоків

Темп руху є показником, зворотним швидкості повідомлення, і вимірюється часом в секундах, витрачається на подолання одиниці довжини шляху в кілометрах.

Цей показник дуже зручний для розрахунків часу доставки пасажирів і вантажів на різні відстані. Миттєва швидкість транспортного засобу і відповідно швидкість повідомлення залежать від багатьох факторів і схильні до значних коливань.



2. Характеристики транспортних потоків

Інтенсивність пішохідного потоку коливається в дуже широких межах залежно від функціонального призначення вулиці чи дороги і від розташованих на них об'єктів тяжіння. Особливо висока інтенсивність руху пішоходів спостерігається на головних і торгових вулицях великих міст, а також у зоні транспортних пересадочних вузлів (вокзалів, станцій метрополітену). Обсяг пішохідного потоку в обох напрямках уздовж великих міських магістралей в години пік може досягати 15-20 тис. люд.-год



2. Характеристики транспортних потоків

Щільність пішохідного потоку так само, як і інтенсивність, коливається в широких межах і впливає на швидкість руху пішоходів і пропускну здатність пішохідних шляхів. Так само, як і для транспортного потоку, гранична щільність пішохідного потоку визначається відповідними габаритними розмірами рухомих об'єктів. Так, людина в статичному положенні в літньому одязі займає площу 0,1...0,2 м², в зимовому одязі – 0,25 м², а при наявності ручної поклажі – до 0,5 м².

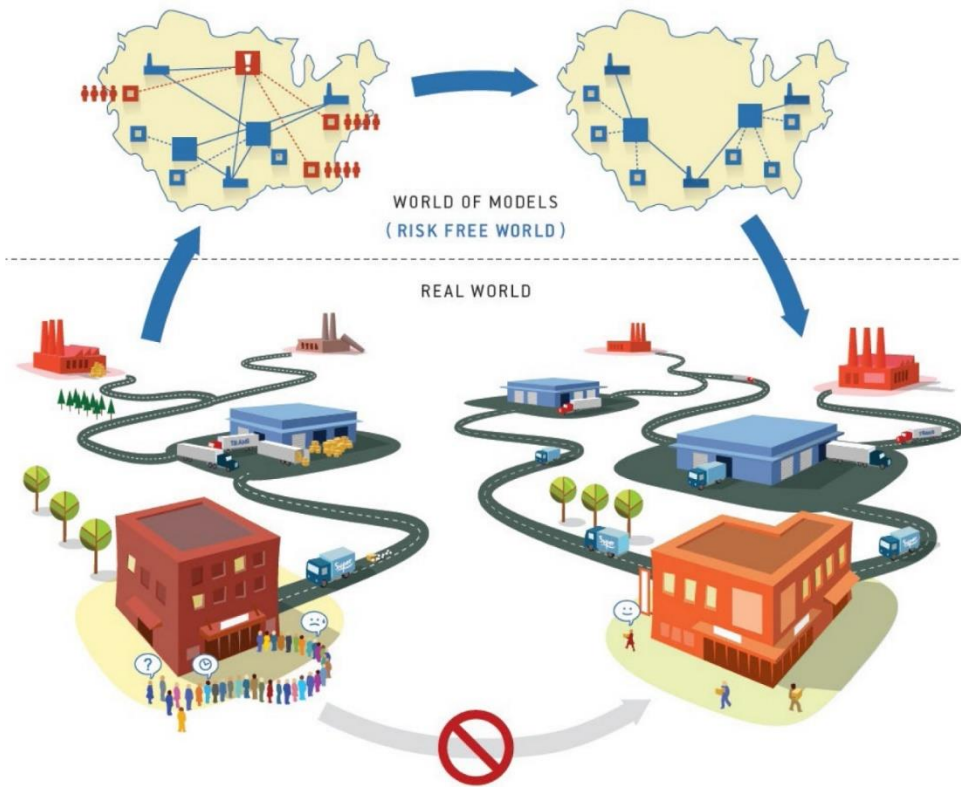


2. Характеристики транспортних потоків

Швидкість пішохідного потоку обумовлена швидкістю пересування пішоходів у потоці. Швидкість руху людини спокійним кроком коливається в середньому в межах 0,5...1,5 м/с і залежить від віку і стану здоров'я, мети пересування, дорожніх умов (рівності, поздовжнього ухилу і слизькості покриття), стану навколишнього середовища (видимості, опадів, температури повітря). Швидкість на пішохідних переходах через проїзну частину вулиць може змінюватися залежно від типу і стану дорожнього покриття приблизно в 2,2 рази, від віку - в 1,7, від довжини переходу - в 1,4 рази. Характерно, що на переходах більшої довжини швидкість пішоходів ставала вище. Тут проявляється психологічний вплив зростання небезпеки конфлікту з транспортним потоком. Пересування пішоходів може також характеризуватися показником, зворотним швидкості - темпом руху, вимірюваним в секундах, ділених на метри (с/м).



3. Прикладні методи дослідження транспортних потоків



Всі етапи розробки моделі - проєкція реального світу на світ моделей, вибір рівня абстракції і вибір мови моделювання - менш стандартизовані, ніж процес використання моделей для вирішення задач. Моделювання досі більше мистецтво, ніж наука.

3. Прикладні методи дослідження транспортних потоків

Залежно від поставленого завдання, способу розробки і предметної області розрізняють безліч типів моделей:

За область
використання

- навчальні, досвідчені, ігрові, імітаційні, науково-дослідні;

За часовим
фактором

- статичні і динамічні;

За формою
представлення

- математичні, геометричні, словесні, логічні, спеціальні (ноти, хімічні формули і т.п.);

За способом
представлення

- інформаційні (нематеріальні, абстрактні) і матеріальні;

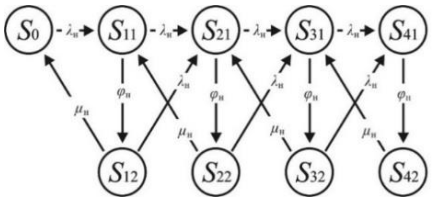
3. Прикладні методи дослідження транспортних потоків

Ментальна модель: представлення «в умі» про те, як це працює



Математична модель:
опис (формалізація) того, як це працює, за допомогою набору умовних символів та особливих методологій:

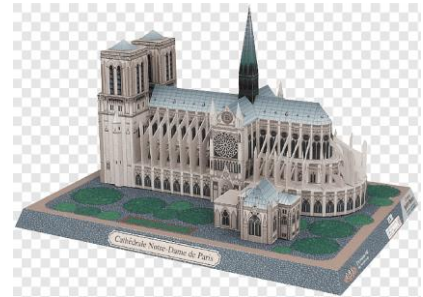
графічна інтерпретація станів системи масового обслуговування



аналітична інтерпретація станів системи масового обслуговування

$$\begin{aligned}
 P_{12}\mu_n &= P_0\lambda_n, \\
 P_0\lambda_n + P_{22}\mu_n &= P_{11}\lambda_n + P_{11}\varphi_n, \\
 P_{12}\lambda_n + P_{22}\mu_n &= P_{11}\varphi_n, \\
 P_{11}\lambda_n + P_{32}\mu_n + P_{12}\lambda_n &= P_{21}\lambda_n + P_{21}\varphi_n, \\
 P_{21}\varphi_n &= P_{22}\lambda_n + P_{22}\varphi_n, \\
 P_{31}\lambda_n + P_{31}\varphi_n &= P_{21}\lambda_n + P_{42}\mu_n + P_{22}\lambda_n, \\
 P_{32}\lambda_n + P_{32}\varphi_n &= P_{31}\varphi_n, \\
 P_{31}\lambda_n + P_{32}\lambda_n &= P_{41}\lambda_n, \\
 P_{42}\lambda_n &= 2P_{41}\varphi_n, \\
 P_0 + P_{11} + P_{12} + P_{21} + P_{22} + P_{31} + P_{32} + P_{41} + P_{42} &= 1.
 \end{aligned}$$

Фізична модель: копія (зменшена і ін.) Реального фізичного об'єкта. Копія того, як це працює.



3. Прикладні методи дослідження транспортних потоків

Ключовим для оцінки транспортних процесів і системи є математичне моделювання. Формальна класифікація математичних моделей ґрунтується на класифікації використовуваних математичних засобів:

1	<ul style="list-style-type: none">• лінійні• нелінійні
2	<ul style="list-style-type: none">• статичні• динамічні
3	<ul style="list-style-type: none">• детерміновані• стохастичні (ймовірні)
4	<ul style="list-style-type: none">• дискретні• безперервні
5	<ul style="list-style-type: none">• аналітичні• імітаційні (симуляція)

3. ПРИКЛАДНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ

Потік заявок - процес послідовного надходження заявок (товарів, інформаційних повідомлень, вагонів, машин, пасажирів, контейнерів) в пункти їх обробки або переробки (залізничні станції, вантажні термінали, пасажирські вокзали і т.д.) в одиницю часу. Характеризується параметрами: інтенсивність (заявок в одиницю часу), середній інтервал між заявками, детермінований або стохастичний.

Детермінований потік - це послідовність заявок зі строго фіксованими не випадковими моментами часу між будь-якими сусідніми подіями (заявками). Простіше кажучи потік з одним інтервалом надходження заявок:

$$t_i = \{10; 10; 10; 10; 10; 10; 10; 10; 10; 10; \dots; 10\} \text{ хв.}$$

Головна властивість детермінованих потоків: **кожен** конкретний інтервал надходження заявки (t_i) **дорівнює середньому** значенню надходження заявки ($t_{\text{ср.}}$):

$$t_i = t_{\text{ср.}}$$

3. ПРИКЛАДНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ

Стохастичний (імовірнісний) потік - це послідовність заявок, в якій проміжки часу між подіями (заявками) є випадковими величинами. Простіше кажучи потік з різними (варіативними) інтервалами надходження заявок:

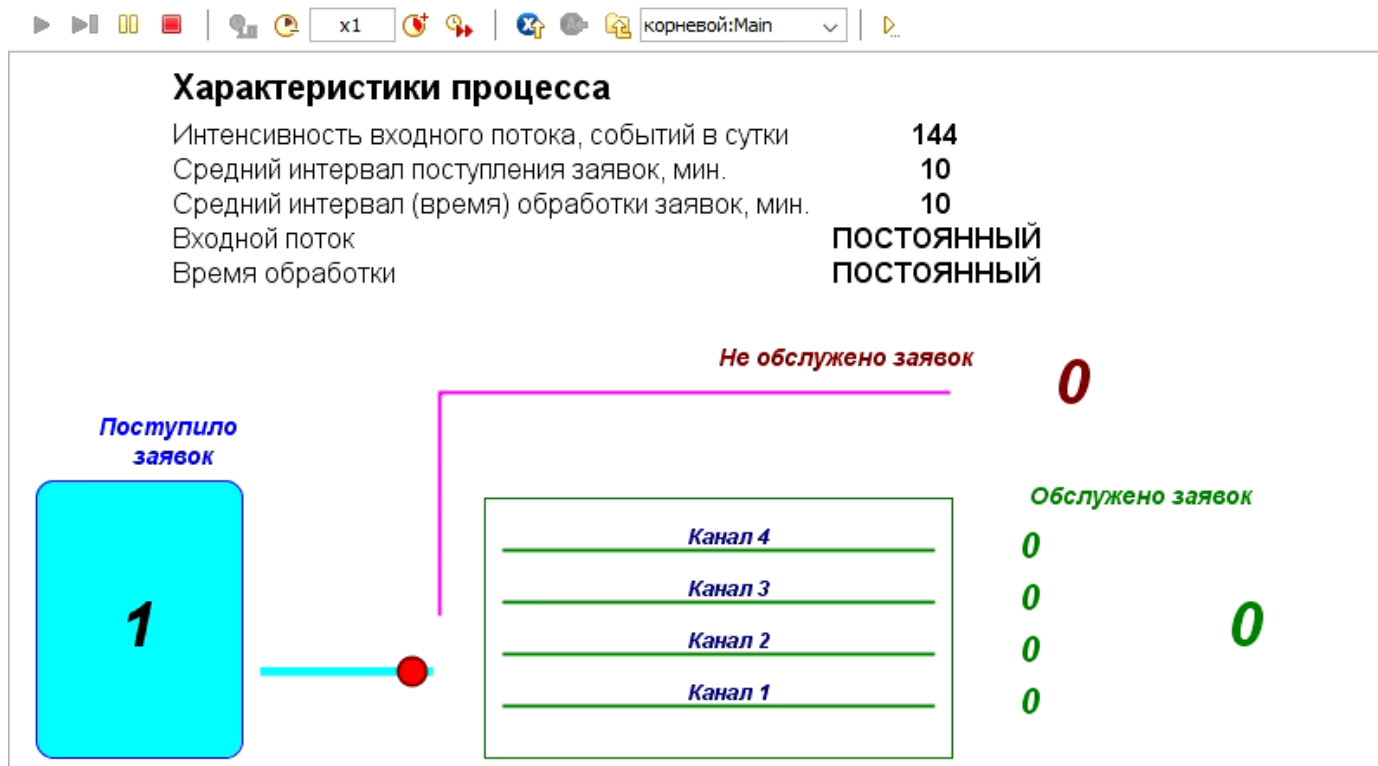
$$t_i = \{1; 7; 15; 7.1; 8.2; 20.7; 16.1; 10.0; 19.1; 0.2; 15.1; 7.6; \dots; 15.9\} \text{ хв.}$$

Головна властивість стохастичних потоків: **кожен** конкретний інтервал надходження (t_i) заявки як правило **НЕ дорівнює середньому** значенню надходження заявки ($t_{\text{сер.}}$):

$$t_i \neq t_{\text{сер.}}$$

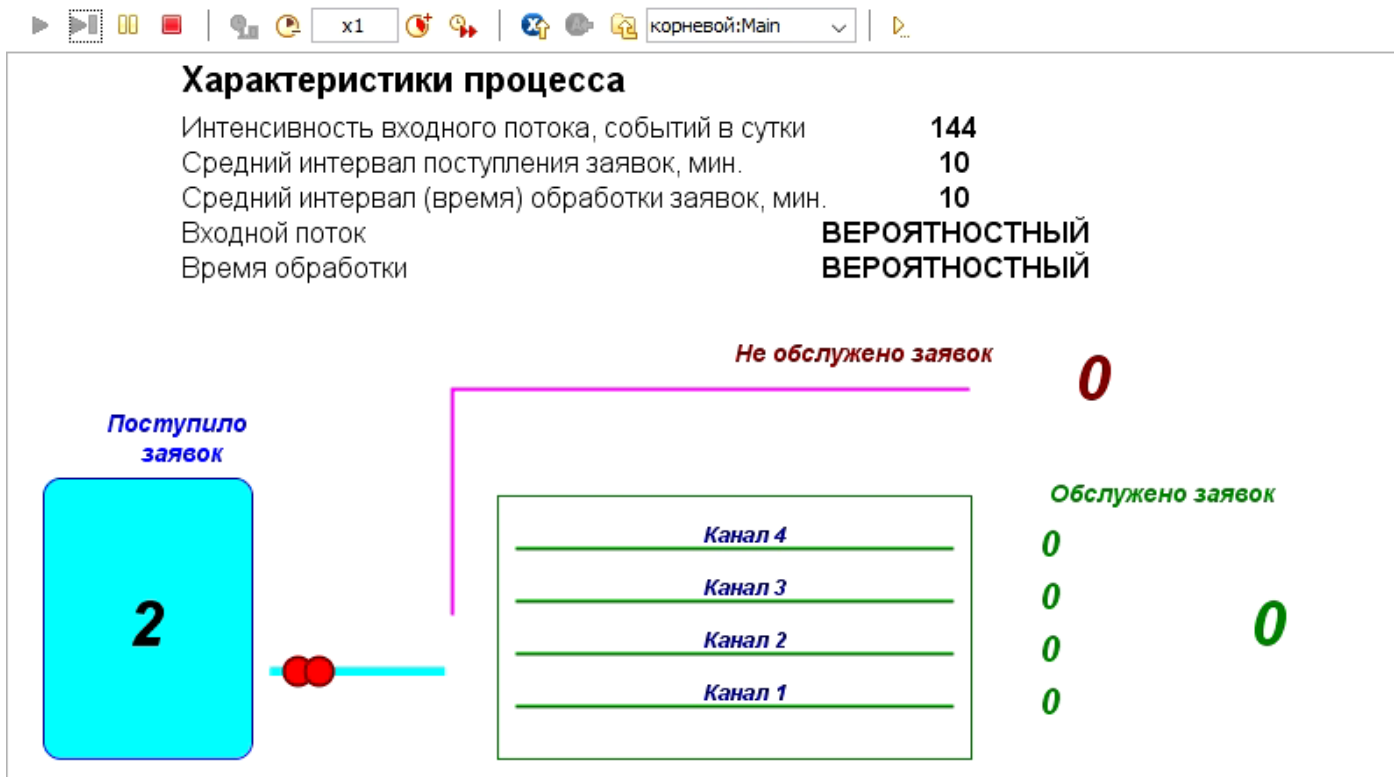
3. ПРИКЛАДНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ

Детермінований потік



3. ПРИКЛАДНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ

Стохастичний
(Пуассонівський)
потік



Дякую за увагу!