НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

КАФЕДРА АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ І УПРАВЛІННЯ

Комп’ютерний практикум № 10

з дисципліни

“Моделювання систем”

Виконала:

студентка групи ІС-71

Вознюк О.В.

Перевірила:

старший викладач

Новікова П.А.

Київ-2020

**Отримані результати**

**1**

|  |  |
| --- | --- |
| **Назва класу** | **Опис** |
| ArcIn | Описує параметри та методи вхідної дуги |
| ArcOut | Описує параметри та методи вихідної дуги |
| ExceptionInvalidNetStructure | Обробляє виключення про некоректну стуктуру мережі |
| ExceptionInvalidTimeDelay | Обробляє виключення про некоректно задану затримку |
| FunRand | реалізація генераторів за заданими законами розподілу |
| PetriNet | Містить інструменти для конструювання мережі Петрі |
| PetriP | Описує параметри та методи позицій |
| PetriSim | Містить інструменти для симуляції мережі Петрі |
| PetriT | Описує параметри та методи переходів |
| StateTime | Визначая поточний час та час імітації |

**2**

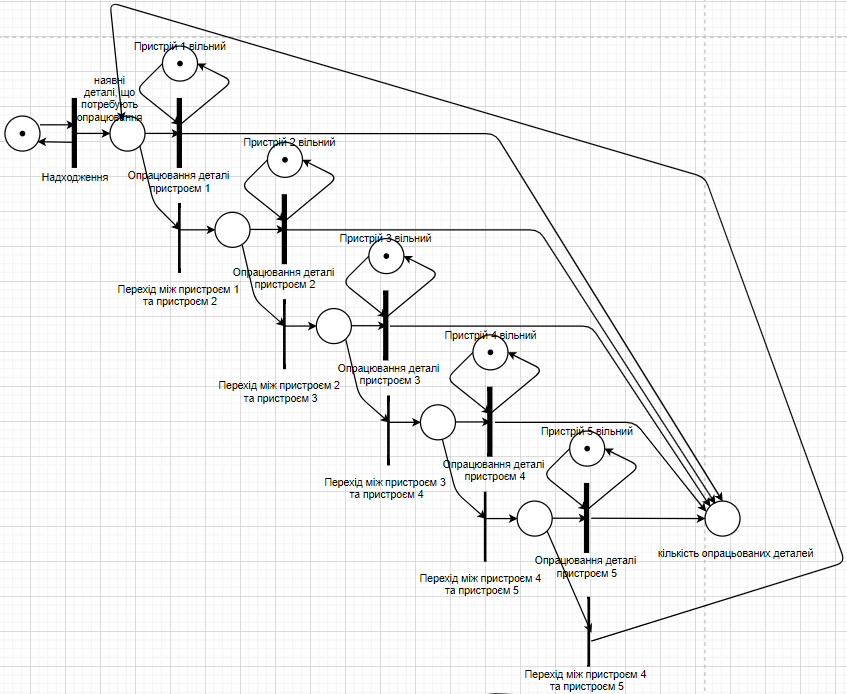


Рисунок 1 – схема мережі Петрі (завдання 1 практикуму 6)

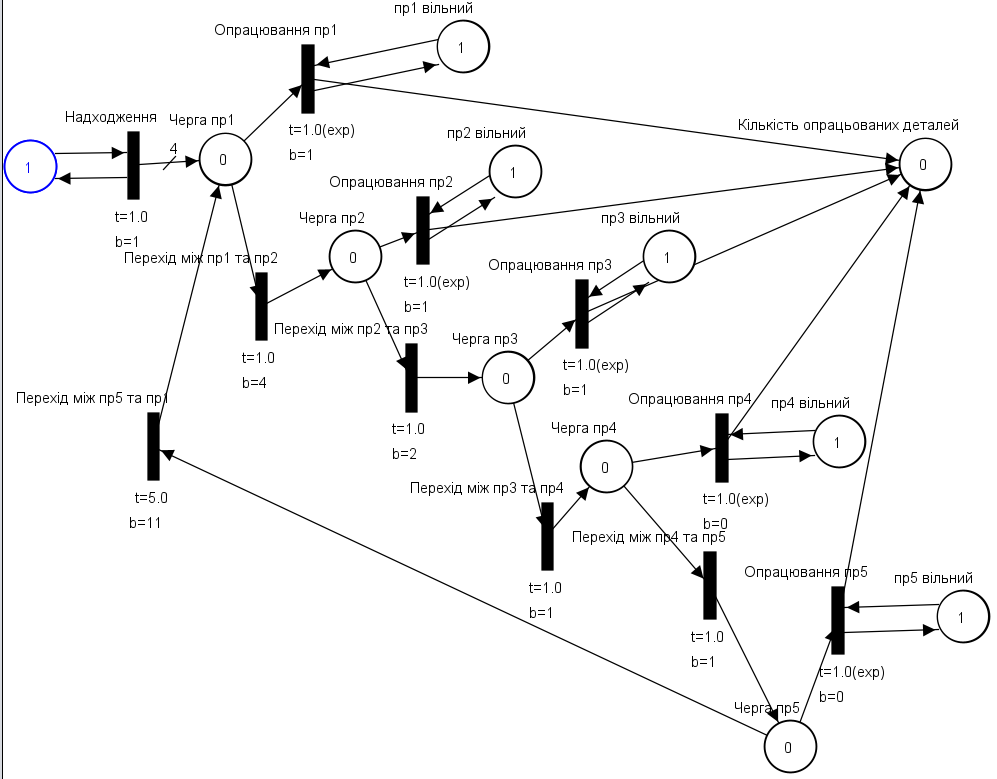


Рисунок 2 – схема мережі Петрі (завдання 1 практикуму 6)

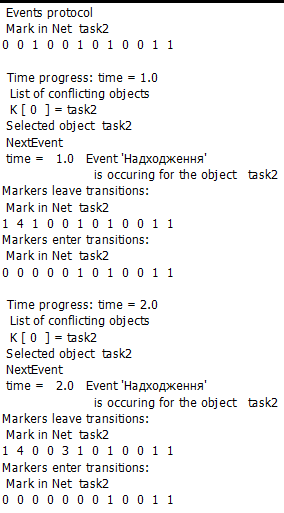


Рисунок 3 – Фрагмент роботи алгоритму

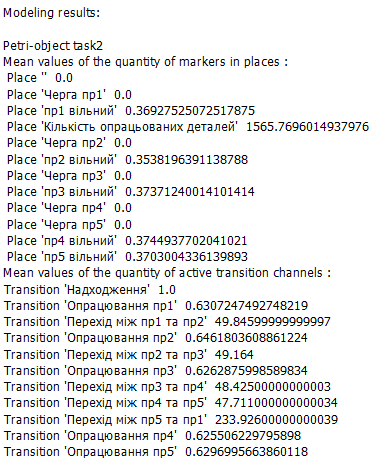


Рисунок 4 – Результати моделювання

---------STATISTICS---------

Statistics of Petri net places:

Place : mean value = 0.0

max value = 1.0

min value = 0.0

Place Черга пр1: mean value = 0.0

max value = 117.0

min value = 0.0

Place пр1 вільний: mean value = 0.36927525072517875

max value = 1.0

min value = 0.0

Place Кількість опрацьованих деталей: mean value = 1565.7696014937976

max value = 3135.0

min value = 0.0

Place Черга пр2: mean value = 0.0

max value = 117.0

min value = 0.0

Place пр2 вільний: mean value = 0.3538196391138788

max value = 1.0

min value = 0.0

Place Черга пр3: mean value = 0.0

max value = 116.0

min value = 0.0

Place пр3 вільний: mean value = 0.37371240014101414

max value = 1.0

min value = 0.0

Place Черга пр4: mean value = 0.0

max value = 115.0

min value = 0.0

Place Черга пр5: mean value = 0.0

max value = 114.0

min value = 0.0

Place пр4 вільний: mean value = 0.3744937702041021

max value = 1.0

min value = 0.0

Place пр5 вільний: mean value = 0.3703004336139893

max value = 1.0

min value = 0.0

Statistics of Petri net transitions:

Transition Надходження has mean value 1.0

max value = 1.0

min value = 0.0

Transition Опрацювання пр1 has mean value 0.6307247492748219

max value = 1.0

min value = 0.0

Transition Перехід між пр1 та пр2 has mean value 49.84599999999997

max value = 117.0

min value = 0.0

Transition Опрацювання пр2 has mean value 0.6461803608861224

max value = 1.0

min value = 0.0

Transition Перехід між пр2 та пр3 has mean value 49.164

max value = 116.0

min value = 0.0

Transition Опрацювання пр3 has mean value 0.6262875998589834

max value = 1.0

min value = 0.0

Transition Перехід між пр3 та пр4 has mean value 48.42500000000003

max value = 115.0

min value = 0.0

Transition Перехід між пр4 та пр5 has mean value 47.711000000000034

max value = 114.0

min value = 0.0

Transition Перехід між пр5 та пр1 has mean value 233.92600000000039

max value = 486.0

min value = 0.0

Transition Опрацювання пр4 has mean value 0.625506229795898

max value = 1.0

min value = 0.0

Transition Опрацювання пр5 has mean value 0.6296995663860118

max value = 1.0

min value = 0.0

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Verification | Place | Mean | Max | Min |
| Початкові дані | Можливість надходження нової деталі | 0 | 1 | 0 |
| Черга пр1 | 0 | 117 | 0 |
| пр1 вільний | 0.36927525072517875 | 1 | 0 |
| Черга пр2 | 0 | 117 | 0 |
| пр2 вільний | 0.3538196391138788 | 1 | 0 |
| Черга пр3 | 0 | 116 | 0 |
| пр3 вільний | 0.37371240014101414 | 1 | 0 |
| Черга пр4 | 0 | 115 | 0 |
| пр4 вільний | 0.3744937702041021 | 1 | 0 |
| Черга пр5 | 0 | 114 | 0 |
| пр5 вільний | 0.3703004336139893 | 1 | 0 |
| Кількість опрацьованих деталей | 1565.7696014937976 | 3135.0 | 0 |
| Transition | Mean | Max | Min |
| Надходження | 1 | 1 | 0 |
| Опрацювання пр1 | 0.6307247492748219 | 1 | 0 |
| Перехід між пр1 та пр2 | 49.84599999999997 | 117.0 | 0 |
| Опрацювання пр2 | 0.6461803608861224 | 1 | 0 |
| Перехід між пр2 та пр3 | 49.164 | 116 | 0 |
| Опрацювання пр3 | 0.6262875998589834 | 1 | 0 |
| Перехід між пр3 та пр4 | 48.42500000000003 | 115 | 0 |
| Опрацювання пр4 | 0.625506229795898 | 1 | 0 |
| Перехід між пр4 та пр5 | 47.711000000000034 | 114 | 0 |
| Опрацювання пр5 | 0.6296995663860118 | 1 | 0 |
| Перехід між пр5 та пр1 | 233.92600000000039 | 486 | 0 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Verification | Place | Mean | Max | Min |
| Збільшення часу моделювання з 1000 до 5000 | Можливість надходження нової деталі | 0 | 1 | 0 |
| Черга пр1 | 0 | 501 | 0 |
| пр1 вільний | 0.3651803363757776 | 1 | 0 |
| Черга пр2 | 0 | 500 | 0 |
| пр2 вільний | 0.3768510469675755 | 1 | 0 |
| Черга пр3 | 0 | 499 | 0 |
| пр3 вільний | 0.3584326446045609 | 1 | 0 |
| Черга пр4 | 0 | 498 | 0 |
| пр4 вільний | 0.37182287761297855 | 1 | 0 |
| Черга пр5 | 0 | 497 | 0 |
| пр5 вільний | 0.36954302190168414 | 1 | 0 |
| Кількість опрацьованих деталей | 7934.833229927444 | 15874.0 | 0 |
| Transition | Mean | Max | Min |
| Надходження | 1 | 1 | 0 |
| Опрацювання пр1 | 0.6348196636242213 | 1 | 0 |
| Перехід між пр1 та пр2 | 231.09639999999973 | 500 | 0 |
| Опрацювання пр2 | 0.6231489530324259 | 1 | 0 |
| Перехід між пр2 та пр3 | 230.353 | 499.0 | 0 |
| Опрацювання пр3 | 0.6415673553954474 | 1 | 0 |
| Перехід між пр3 та пр4 | 229.64440000000016 | 498.0 | 0 |
| Опрацювання пр4 | 0.6281771223870156 | 1 | 0 |
| Перехід між пр4 та пр5 | 228.92040000000128 | 497 | 0 |
| Опрацювання пр5 | 0.6304569780983182 | 1 | 0 |
| Перехід між пр5 та пр1 | 1139.9944000000032 | 2353 | 0 |
| Verification | Place | Mean | Max | Min |
| Збільшення початкової кількості маркерів у позиції “Можливість надходження нової деталі” з 1 до 10 | Можливість надходження нової деталі | 0 | 10 | 0 |
| Черга пр1 | 0 | 4112.0 | 0 |
| пр1 вільний | 0.37177260051957917 | 1 | 0 |
| Черга пр2 | 0 | 4106.0 | 0 |
| пр2 вільний | 0.3568249485720528 | 1 | 0 |
| Черга пр3 | 0 | 4105.0 | 0 |
| пр3 вільний | 0.37178683235185056 | 1 | 0 |
| Черга пр4 | 0 | 4104.0 | 0 |
| пр4 вільний | 0.3907406431692021 | 1 | 0 |
| Черга пр5 | 0 | 4104.0 | 0 |
| пр5 вільний | 0.3894994346457623 | 1 | 0 |
| Кількість опрацьованих деталей | 1603.7456244592586 | 3188.0 | 0 |
| Transition | Mean | Max | Min |
| Надходження | 11 | 11 | 0 |
| Опрацювання пр1 | 1.6282273994804224 | 2 | 0 |
| Перехід між пр1 та пр2 | 2063.625000000001 | 4116.0 | 0 |
| Опрацювання пр2 | 1.6431750514279497 | 2 | 0 |
| Перехід між пр2 та пр3 | 2056.9289999999987 | 4107.0 | 0 |
| Опрацювання пр3 | 1.6282131676481495 | 2 | 0 |
| Перехід між пр3 та пр4 | 2051.2320000000013 | 4105.0 | 0 |
| Опрацювання пр4 | 0.6092593568308006 | 1 | 0 |
| Перехід між пр4 та пр5 | 2046.4889999999957 | 4105.0 | 0 |
| Опрацювання пр5 | 0.6105005653542354 | 1 | 0 |
| Перехід між пр5 та пр1 | 10173.85999999998 | 20462.0 | 0 |
| Verification | Place | Mean | Max | Min |
| Збільшення початкової кількості маркерів у позиціях “ пр1 вільний ”, “ пр2 вільний ”, “пр3 вільний”, “ пр4 вільний ”, “пр5 вільний” з 1 до 10 | Можливість надходження нової деталі | 0 | 1 | 0 |
| Черга пр1 | 0 | 4 | 0 |
| пр1 вільний | 6.059209623717696 | 10 | 0 |
| Черга пр2 | 0 | 1 | 0 |
| пр2 вільний | 9.998557401415516 | 10 | 9 |
| Черга пр3 | 0 | 0 | 0 |
| пр3 вільний | 10 | 10 | 10 |
| Черга пр4 | 0 | 0 | 0 |
| пр4 вільний | 10 | 10 | 10 |
| Черга пр5 | 0 | 0 | 0 |
| пр5 вільний | 10 | 10 | 10 |
| Кількість опрацьованих деталей | 1994.0547670251344 | 3993.0 | 0 |
| Transition | Mean | Max | Min |
| Надходження | 2 | 2 | 0 |
| Опрацювання пр1 | 4.940790376282303 | 11 | 0 |
| Перехід між пр1 та пр2 | 4.002999999999992 | 5 | 0 |
| Опрацювання пр2 | 1.0014425985844961 | 2 | 0 |
| Перехід між пр2 та пр3 | 2 | 0 | 0 |
| Опрацювання пр3 | 1 | 0 | 0 |
| Перехід між пр3 та пр4 | 1 | 0 | 0 |
| Опрацювання пр4 | 0 | 0 | 0 |
| Перехід між пр4 та пр5 | 1 | 0 | 0 |
| Опрацювання пр5 | 0 | 0 | 0 |
| Перехід між пр5 та пр1 | 11 | 0 | 0 |

**3**

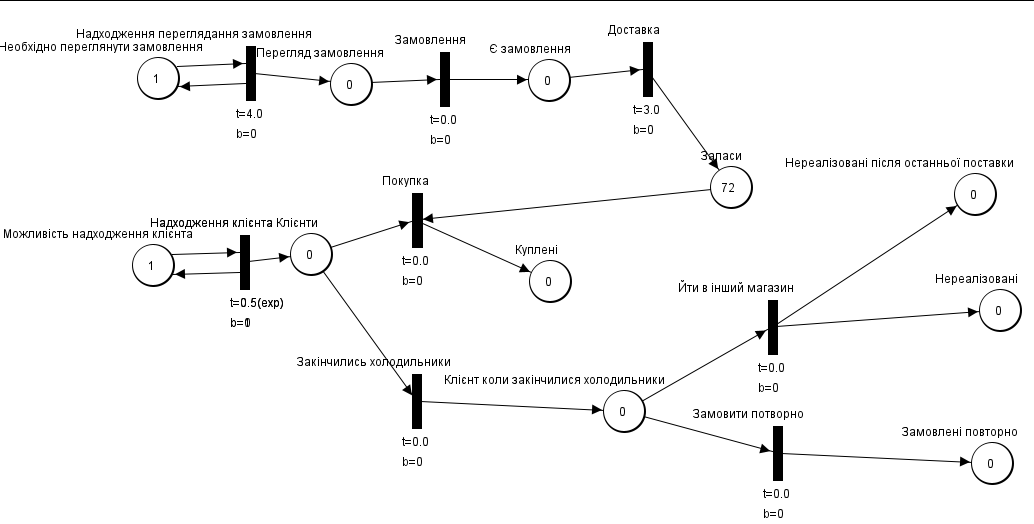


Рисунок 5 - схема мережі Петрі (завдання 4 практикуму 6)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Verification | Place | Mean | Max | Min |
| Початкові дані | Необхідно переглянути замовлення | 0 | 1 | 0 |
| Перегляд замовлення | 3.290089604685154 | 10 | 0 |
| Можливість надходження клієнта | 0 | 1 | 0 |
| Клієнти | 0 | 1 | 0 |
| Є замовлення | 0 | 10 | 0 |
| Запаси | 43.94090955979503 | 73.0 | 9.0 |
| Клієнт коли закінчилися холодильники | 0 | 1 | 0 |
| Замовлені повторно | 0 | 0 | 0 |
| Нереалізовані | 0 | 0 | 0 |
| Куплені | 994.2152336715399 | 1999.0 | 0 |
| Нереалізовані після останньої поставки | 0 | 0 | 0 |
| Transition | Mean | Max | Min |
| Надходження переглядання замовлення | 1 | 1 | 0 |
| Замовлення | 0 | 10 | 0 |
| Надходження клієнта | 1 | 1 | 0 |
| Покупка | 0 | 1 | 0 |
| Закінчились холодильники | 0 | 0 | 0 |
| Доставка | 0.7229999999999992 | 10 | 0 |
| Йти в інший магазин | 0 | 0 | 0 |
| Замовити потворно | 0 | 0 | 0 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Verification | Place | Mean | Max | Min |
| Зменшити delay mean value у переході Надходження клієнта з 0.5 до 0.05 (exp) | Необхідно переглянути замовлення | 0 | 1 | 0 |
| Перегляд замовлення | 0.22875339563424846 | 3 | 0 |
| Можливість надходження клієнта | 0 | 1 | 0 |
| Клієнти | 0 | 1 | 0 |
| Є замовлення | 0 | 3 | 0 |
| Запаси | 30.844343034213022 | 73.0 | 0 |
| Клієнт коли закінчилися холодильники | 0 | 1 | 0 |
| Замовлені повторно | 488.99673130755696 | 990.0 | 0 |
| Нереалізовані | 2173.6125697953953 | 4395.0 | 0 |
| Куплені | 7365.663102171741 | 14774.0 | 0 |
| Нереалізовані після останньої поставки | 4.575623372655849 | 51.0 | 0 |
| Transition | Mean | Max | Min |
| Надходження переглядання замовлення | 2 | 2 | 0 |
| Замовлення | 0 | 3 | 0 |
| Надходження клієнта | 2 | 2 | 0 |
| Покупка | 0 | 1 | 0 |
| Закінчились холодильники | 0 | 1 | 0 |
| Доставка | 0.7554234727433261 | 4 | 0 |
| Йти в інший магазин | 0 | 1 | 0 |
| Замовити потворно | 0 | 1 | 0 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Verification | Place | Mean | Max | Min |
| Зменшити delay mean value у переході Надходження клієнта з 0.5 до 0.05 (exp) та встановити вірогідність перходу Йти в інший магазин на 0.2 та Замовити потворно на 0.8 | Необхідно переглянути замовлення | 0 | 1 | 0 |
| Перегляд замовлення | 0.22872363567373183 | 3 | 0 |
| Можливість надходження клієнта | 0 | 1 | 0 |
| Клієнти | 0 | 1 | 0 |
| Є замовлення | 0 | 3 | 0 |
| Запаси | 30.877892275419914 | 73.0 | 0 |
| Клієнт коли закінчилися холодильники | 0 | 1 | 0 |
| Замовлені повторно | 2072.516757473519 | 4185.0 | 0 |
| Нереалізовані | 543.2296244336445 | 1056.0 | 0 |
| Куплені | 7344.195456760024 | 14681.0 | 0 |
| Нереалізовані після останньої поставки | 1.1635477022690397 | 17 | 0 |
| Transition | Mean | Max | Min |
| Надходження переглядання замовлення | 2 | 2 | 0 |
| Замовлення | 0 | 3 | 0 |
| Надходження клієнта | 2 | 2 | 0 |
| Покупка | 0 | 1 | 0 |
| Закінчились холодильники | 0 | 1 | 0 |
| Доставка | 0.7548718898613691 | 4 | 0 |
| Йти в інший магазин | 0 | 1 | 0 |
| Замовити потворно | 0 | 1 | 0 |

**4**

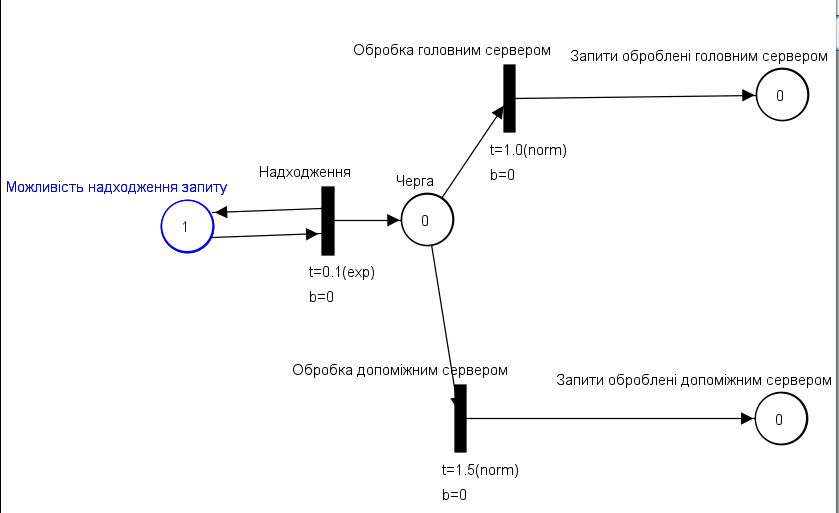


Рисунок 6

**Висновки**

* У завданні 2 при збільшенні часу моделювання в 5 разів максимальне значення черг також збільшилося майже в 5 разів. З цього можемо зробити висновок, що система не встигає обробляти деталі і при збільшенні часу її роботи кількість деталей, що знаходяться в очікуванні буде зростати. У цьому ж завданні далі було збільшено початкову кількості маркерів у позиції “Можливість надходження нової деталі” з 1 до 10. Згідно статистики це призвело до збільшення частоти надходження заявок, так як тепер умова переходу Надходження виконується в 10 разів частіше. Тож ми отримали збільшення навантаження на систему (збільшення величини кількості черг). Наостанок було збільшено початкову кількість маркерів у позиціях “ пр1 вільний ”, “ пр2 вільний ”, “пр3 вільний”, “ пр4 вільний ”, “пр5 вільний” з 1 до 10. Оскільки тепер кожен пристрій може одночасно обробляти до 10 деталей, то навантаження на систему значно зменшилося і можемо спостерігати, що до пристроїв 4 та 5 навіть не доходять деталі, так як вони обробляються раніше пристроями 1, 2 та 3.
* У завданні 3 при середній затримці надходження 0.5 (exp) бачимо, що система справляэться з таким навантаженням так як максимальне значення кылькосты маркерыв у позиціях Повторне замовлення та Нереалізовані = 0. При зменшенні середньої затримки до 0.05 очікувано спостерігаємо наявність Повторних замовлень та Нереалізованих холодильників, так як відбулося збільшення частоти надходженя клієнтів і даний інтервал між перглядом замовлення нової поставки вже не задовільняє нову кількість клієнтів.