

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

МОДЕЛИРОВАНИЕ

Курсовая работа

«Магазин строительных материалов»

Выполнил: Романов Олег

Санкт-Петербург, 2017



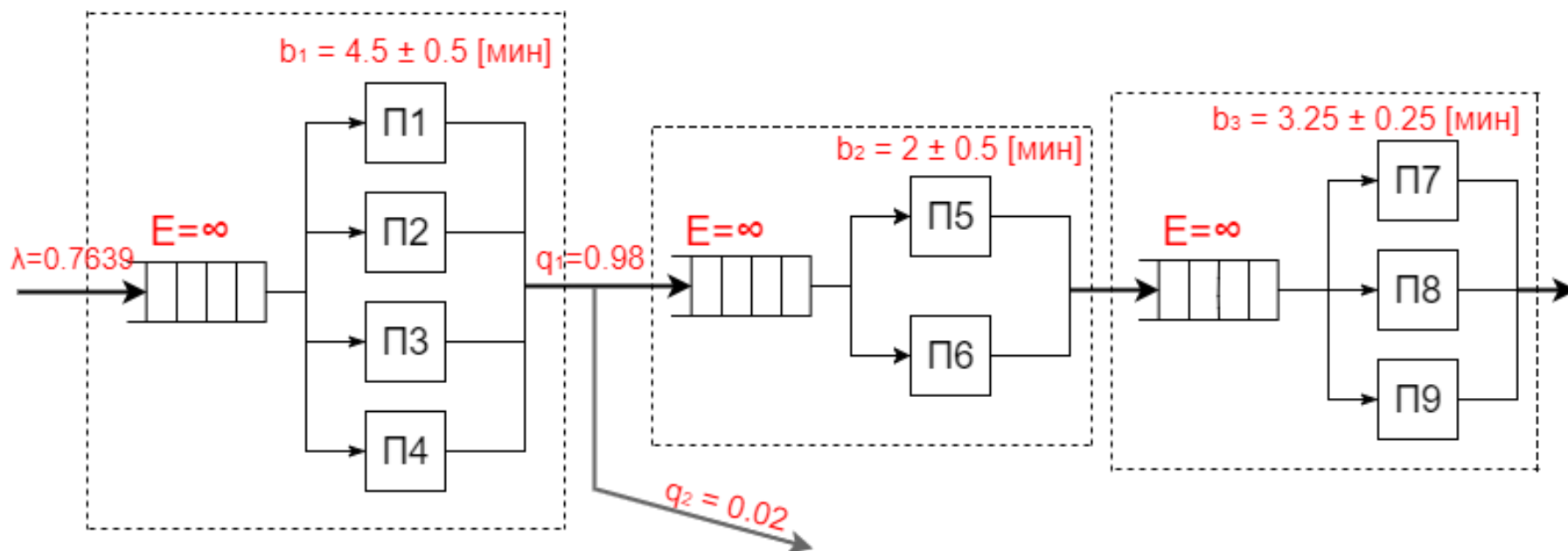
ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

- ✓ Исследуемая система – магазин строительных материалов.
- ✓ Сначала клиенты уточняют наличия товара на складе и оформляют заказ, если товара не оказалось, они покидают систему.
- ✓ Затем клиенты, оформившие заказ, оплачивают его в кассе
- ✓ После оплаты заказа, клиенты забирают его на складе и покидают систему

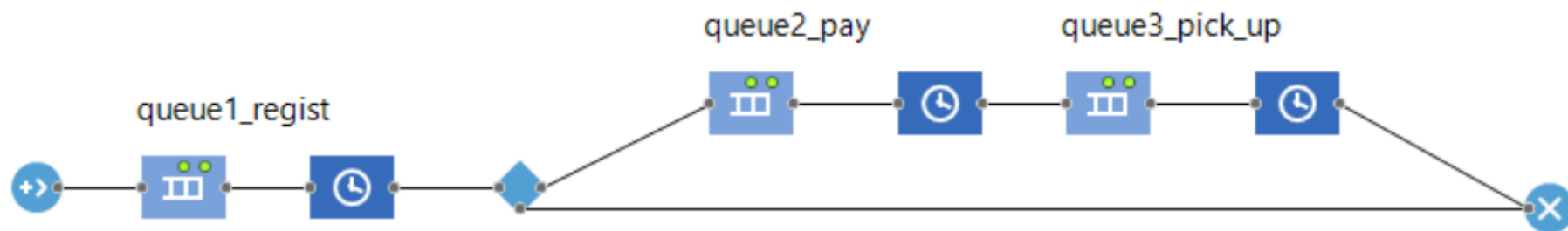
КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ

- ✓ Система - РСеМО с 3 узлами (4, 2 и 3 приборов в узлах)
- ✓ Очереди к приборам неограниченны
- ✓ За рабочий день в систему поступает 550 клиентов
- ✓ Время оформления заказа – от 4 до 5 минут
- ✓ Время оплаты заказа – от 1.5 до 2.5 минут
- ✓ Время выдачи заказа – от 3 до 3.5 минут
- ✓ Вероятности попадания клиента к любому прибору равны
- ✓ Клиентов, покидающих систему из-за отсутствия товара – 2%

СХЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ

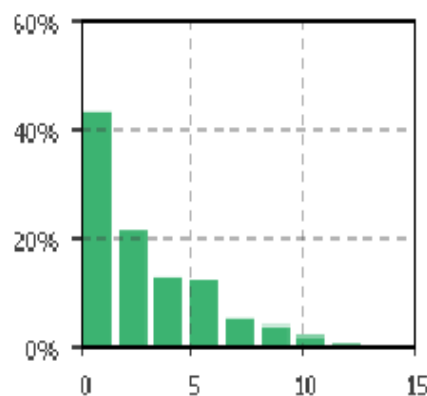


Модель AnyLogic

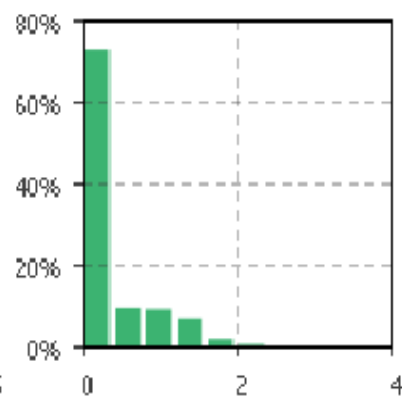


Время ожидания и время обслуживания

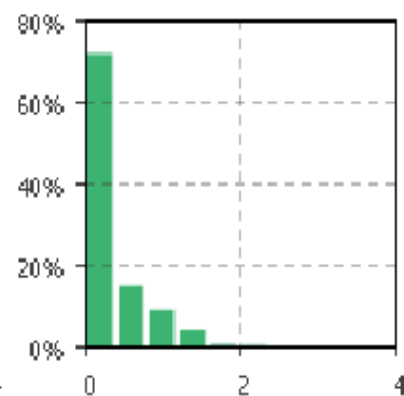
Характеристики СеМО	Разомкнутая СеМО		
	Узел 1	Узел 2	Узел 3
Загрузка	0,862	0,73	0,782
Длина очереди	2,141	0,236	0,213
Число заявок	550	544	544
Время ожидания	2,717	0,305	0,275
Время пребывания	7,206	2,307	3,527
Производительность	0,766	0,73	0,722



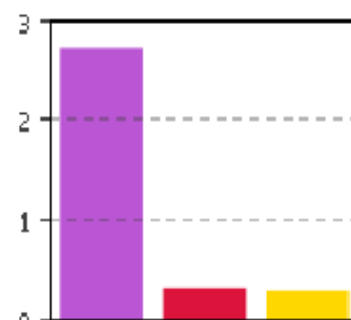
Waiting time of queue 1



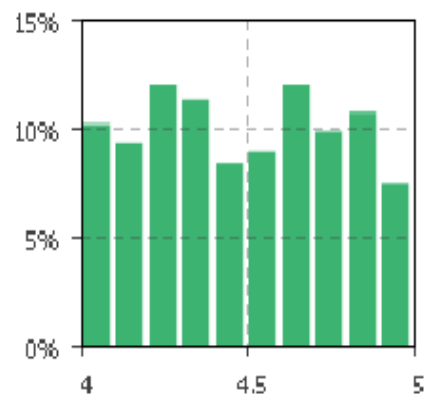
Waiting time of queue 2



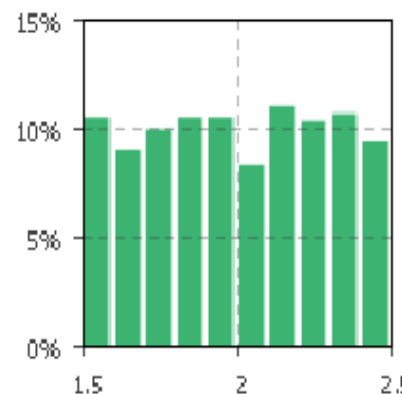
Waiting time of queue 3



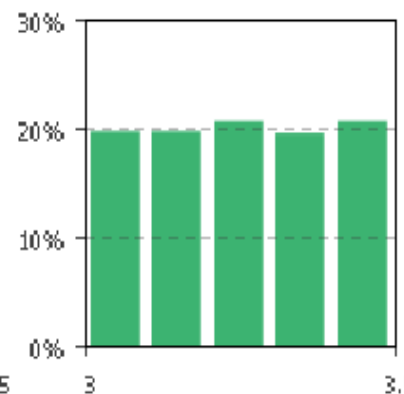
Waiting time 1: 2.717
Waiting time 2: 0.305
Waiting time 3: 0.275



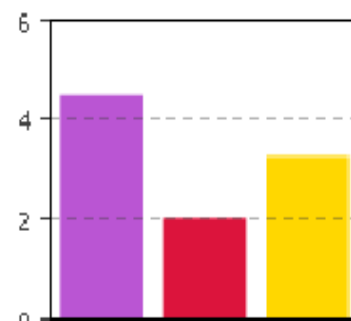
Service time of device 1



Service time of device 2



Service time of device 3



Service time 1: 4.489
Service time 2: 2.002
Service time 3: 3.252

Меняем число транзактов

Узел 1

Число заявок, поступающих в систему	30	250	400	550	800	10000	50000
Загрузка	0,769	0,83	0,85	0,862	0,865	0,859	0,858
Число заявок, поступающих в узел	30	250	400	550	800	10000	50000
Время ожидания	1,68	2,14	3,24	2,72	2,13	2,87	2,86
Время пребывания	6,18	6,63	7,72	7,21	6,63	7,47	7,46

Меняем число транзактов

Узел 2

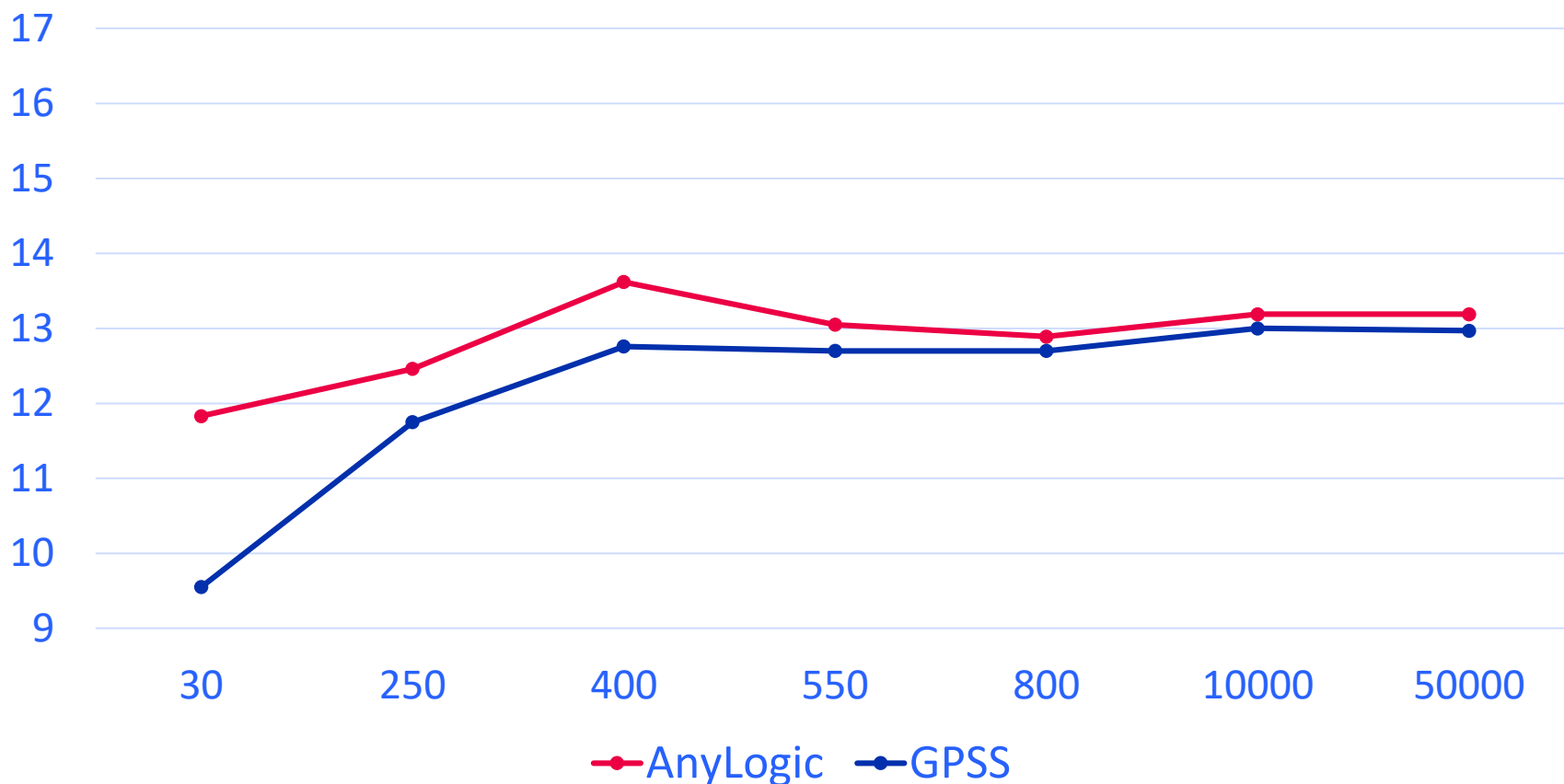
Число заявок, поступающих в систему	30	250	400	550	800	10000	50000
Загрузка	0,462	0,679	0,713	0,73	0,74	0,748	0,748
Число заявок, поступающих в узел	29	247	395	544	791	9810	48989
Время ожидания	0,24	0,30	0,34	0,31	0,27	0,25	0,26
Время пребывания	2,24	2,30	2,34	2,31	2,27	2,25	2,27

Меняем число транзактов

Узел 3

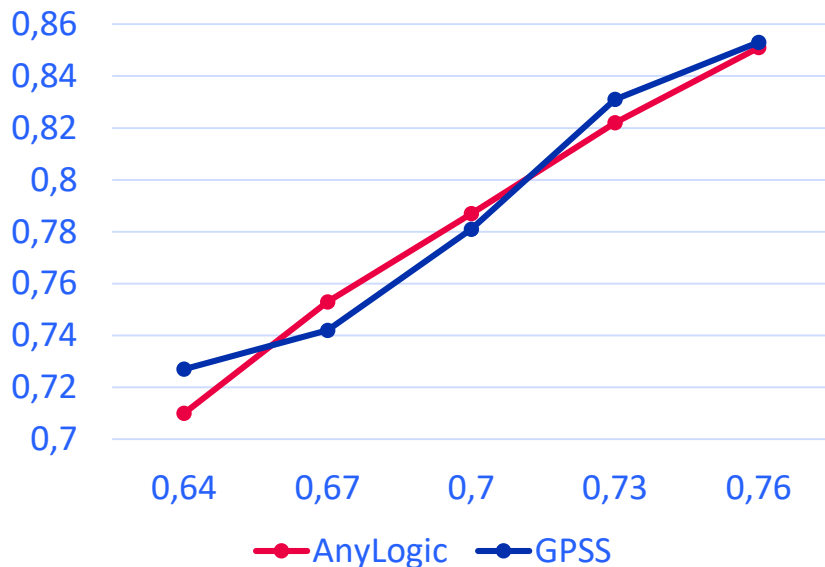
Число заявок, поступающих в систему	30	250	400	550	800	10000	50000
Загрузка	0,462	0,721	0,761	0,782	0,795	0,809	0,81
Число заявок, поступающих в узел	29	247	395	544	791	9810	48989
Время ожидания	0,17	0,28	0,31	0,28	0,24	0,22	0,22
Время пребывания	3,41	3,53	3,56	3,53	3,49	3,47	3,48

Зависимость ср. времени пребывания в системе от кол-ва заявок



Расчет характеристик при разной интенсивности

Интенсивность вх. потока	0,64	0,67	0,70	0,73	0,76
Загрузка Уз. 1	0,71	0,753	0,787	0,822	0,851
Число заявок Уз. 1	10000	10000	10000	10000	10000
Время ожидания Уз. 1	1,04	1,27	1,56	2,49	2,62
Время пребывания Уз. 1	5,54	5,77	6,06	7,00	7,12
Загрузка Уз. 2	0,618	0,655	0,686	0,715	0,739
Число заявок Уз. 2	9783	9783	9783	9783	9783
Время ожидания Уз. 2	0,19	0,22	0,22	0,24	0,25
Время пребывания Уз. 2	2,19	2,22	2,22	2,24	2,25
Загрузка Уз. 3	0,669	0,709	0,742	0,774	0,799
Число заявок Уз. 3	9783	9783	9783	9783	9783
Время ожидания Уз. 3	0,15	0,16	0,17	0,20	0,20
Время пребывания Уз. 3	3,40	3,41	3,42	3,45	3,45
Время пребывания в СеМО	11,13	11,40	11,70	12,69	12,82



Графики зависимости загрузок узлов от интенсивности потока заявок

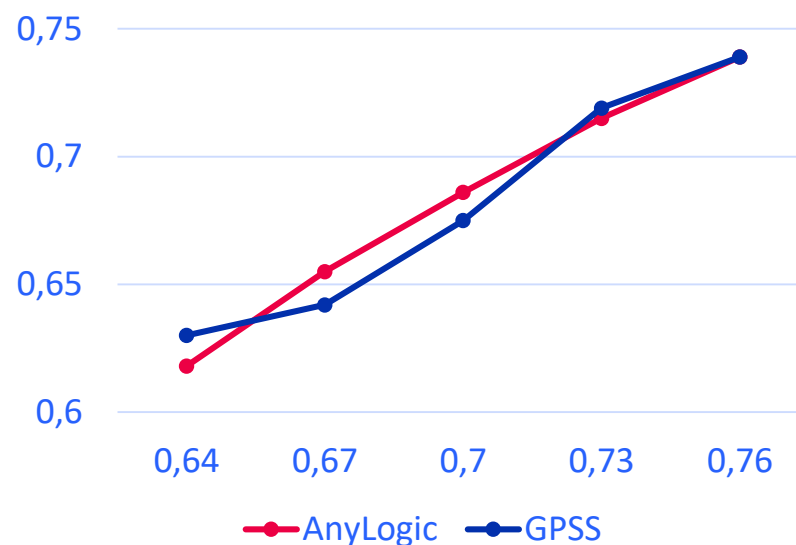
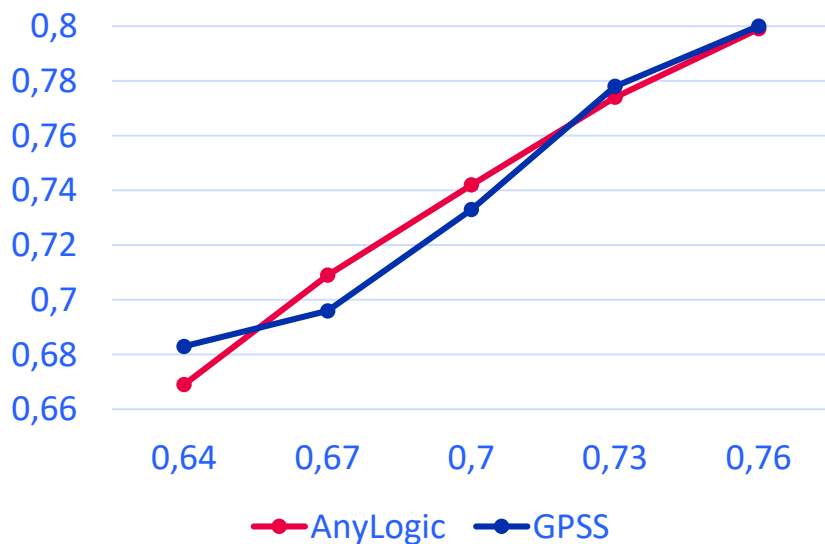
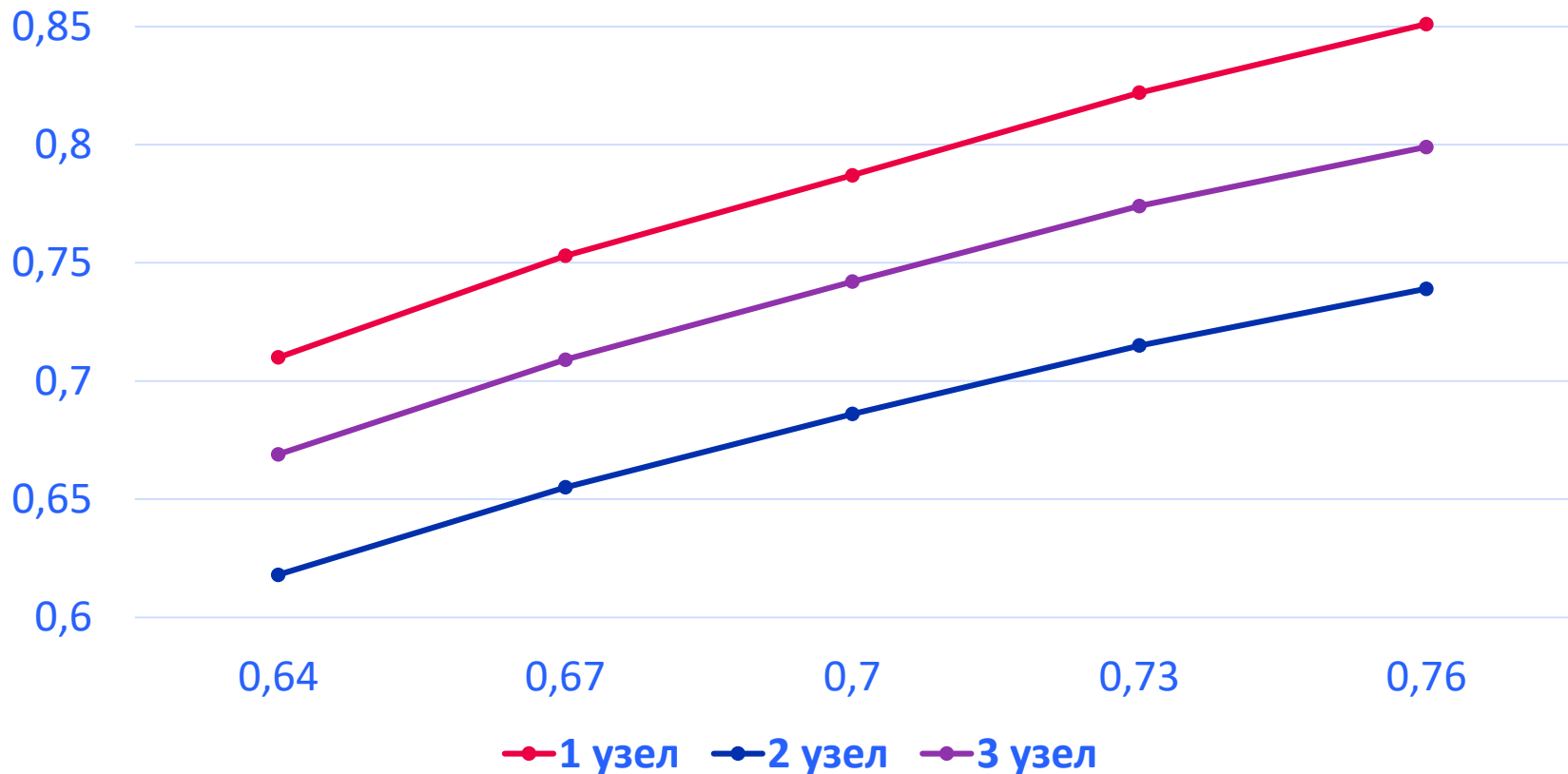




График зависимости каждого узла от интенсивности потока заявок





Анализ результатов моделирования

- ✓ Характеристики, полученные в результате моделирования в GPSS и AnyLogic имеют незначительное отличие, которое объясняется использованием различных генераторов случайных чисел.
- ✓ Линейный рост загрузок узлов
- ✓ Так как наибольшую загрузку в системе имеет 1 узел, а загрузки все узлов возрастают одинаково, то можно сделать вывод, что он является узким местом



Модернизация системы

Есть два пути избавления от «узкого места» исследуемой системы:

- ✓ уменьшить время обслуживания имеющихся приборов (Отправить сотрудников на повышение квалификации),
- ✓ увеличить количество приборов в Узле 1 (Увеличить число сотрудников).

Мы пойдем по второму пути, т.к. это самый быстрый вариант в реальной системе. Добавим в Узел 1 еще один прибор и исследуем изменения в модели.

Характеристики модернизированной системы

Интенсивность вх. потока	0,64	0,67	0,70	0,73	0,76
Загрузка Уз. 1	0,569	0,604	0,625	0,651	0,684
Число заявок Уз. 1	10000	10000	10000	10000	10000
Время ожидания Уз. 1	0,26	0,32	0,35	0,46	0,51
Время пребывания Уз. 1	4,76	4,82	4,85	4,96	5,01
Загрузка Уз. 2	0,618	0,658	0,681	0,707	0,743
Число заявок Уз. 2	9783	9783	9783	9783	9783
Время ожидания Уз. 2	0,45	0,52	0,58	0,69	0,75
Время пребывания Уз. 2	2,45	2,52	2,58	2,69	2,75
Загрузка Уз. 3	0,668	0,712	0,737	0,765	0,804
Число заявок Уз. 3	9783	9783	9783	9783	9783
Время ожидания Уз. 3	0,33	0,39	0,52	0,62	0,77
Время пребывания Уз. 3	3,58	3,64	3,77	3,87	4,02
Время пребывания в СеМО	10,79	10,98	11,20	11,52	11,78



График зависимости загрузки 3 узла от интенсивности потока заявок

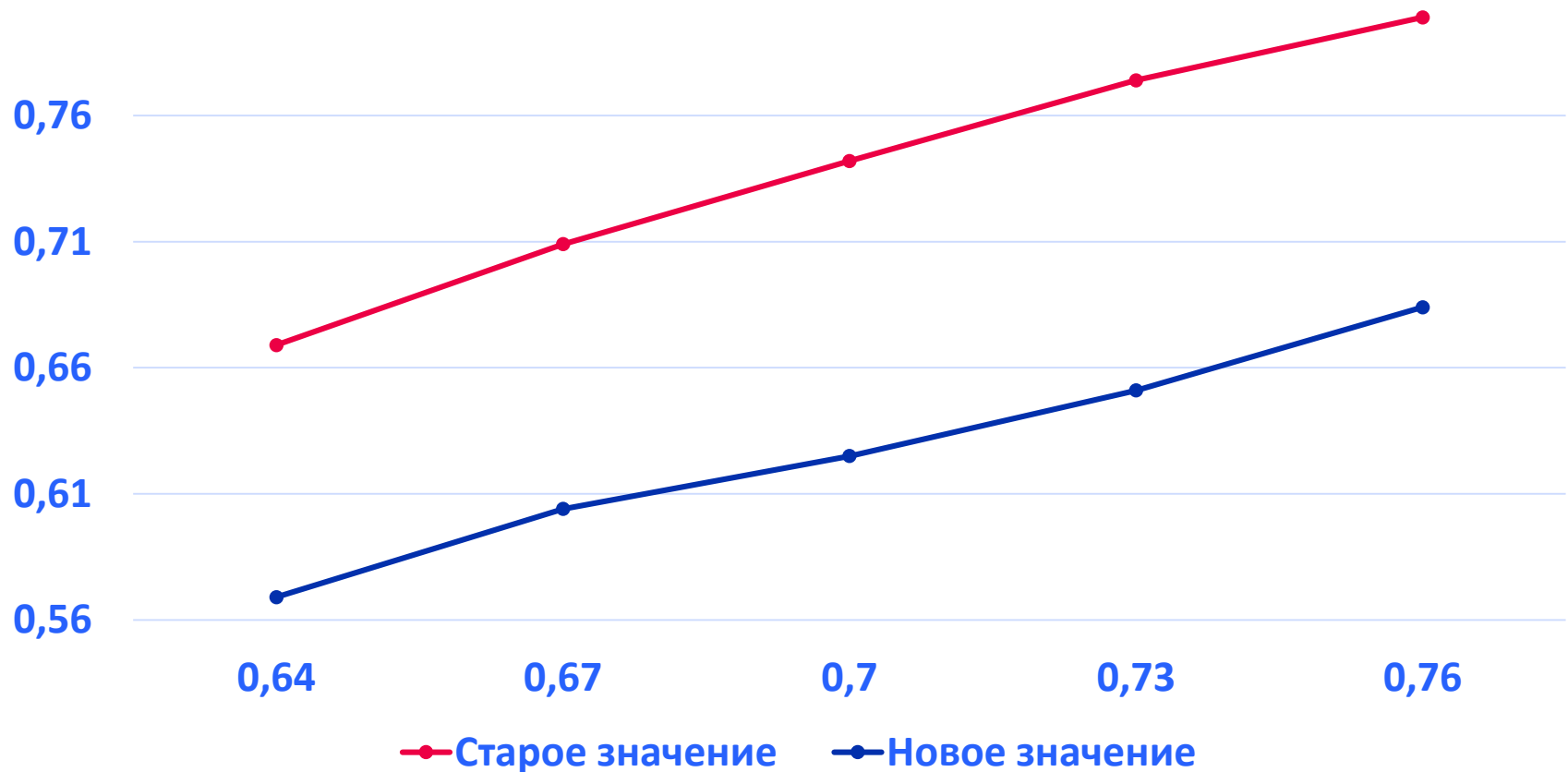
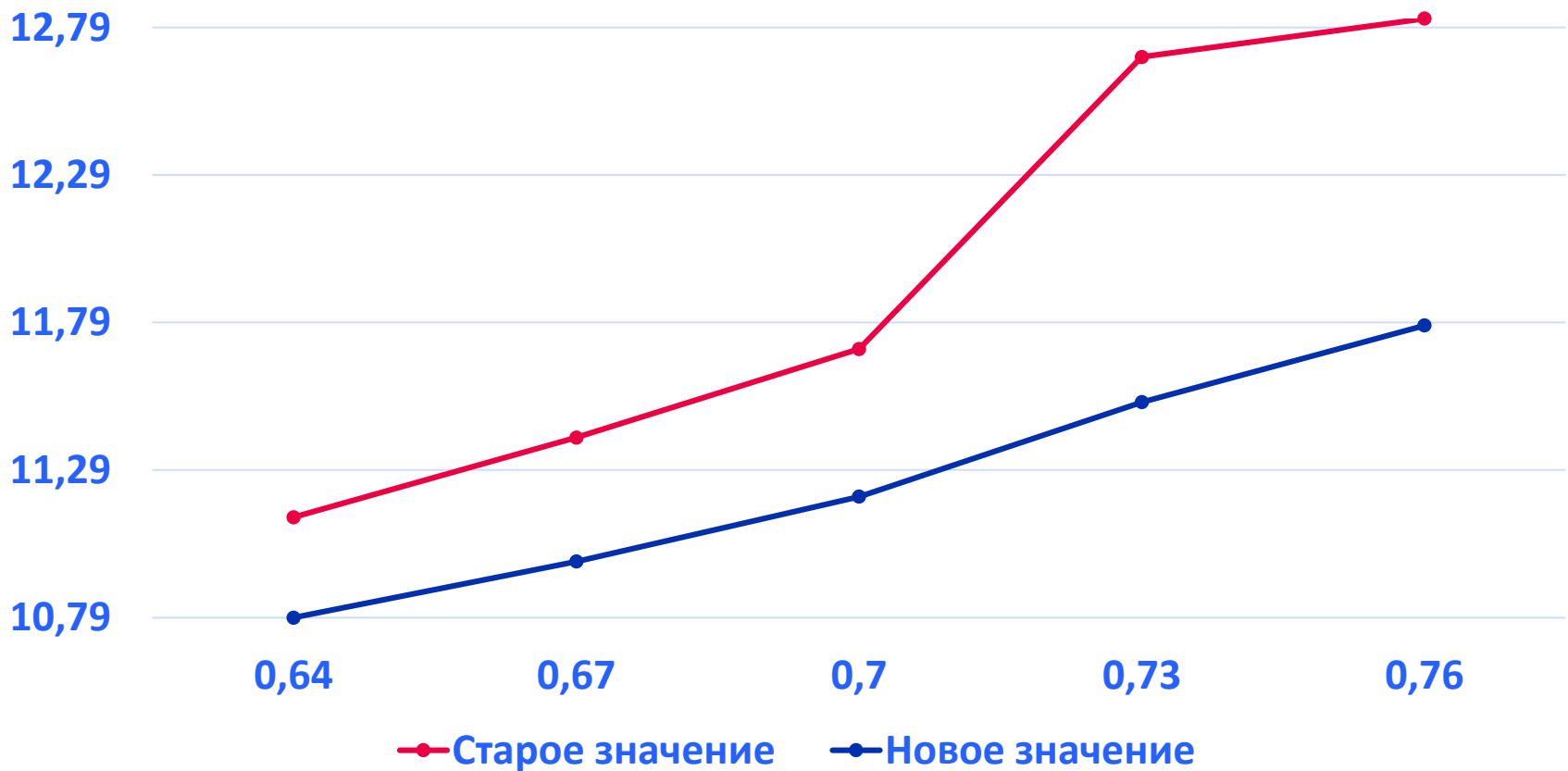




График зависимости ср. времени пребывания от интенсивности потока заявок





Выводы

- ✓ В ходе выполнения работы была построена модель системы магазина строительных материалов, были рассчитаны различные характеристики.
- ✓ Проведенное имитационное моделирование позволило выявить «узкое место» системы, которое в дальнейшем было устранено. Таким образом мы уменьшили время пребывания клиента в системе и повысили надежность системы.
- ✓ В ходе работы мы более близко познакомились с AnyLogic и GPSS.



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Спасибо за внимание!

Санкт-Петербург, 2017