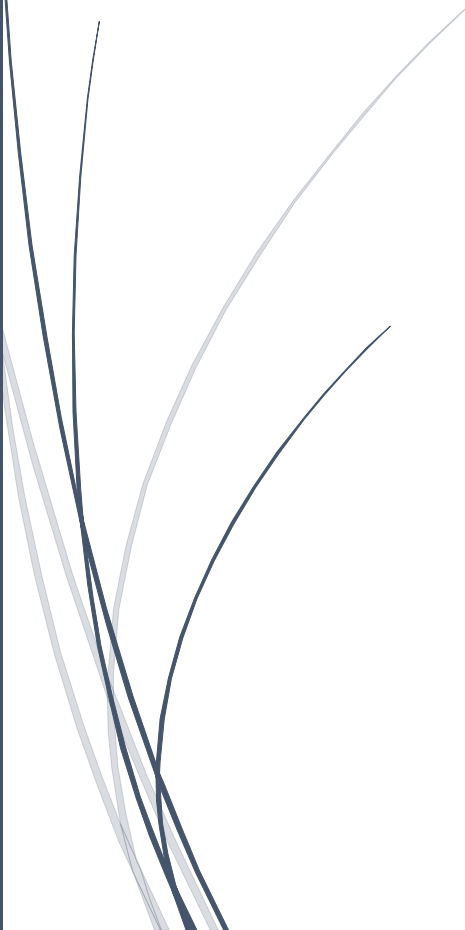




19.12.2013

# Курсовая работа

Курс: Моделирование



Артем Кудряшов, Шестель Владислав  
СПбНИУ ИТМО

В данной курсовой работе объектом моделирования является система обслуживания аэропорта, поток заявок неоднородный, каждый транзакт представляет собой модель клиента (пассажира) аэропорта, таким образом в рамках моделирования используются три класса заявок: пассажиры эконом класса (приоритет равен одному), пассажиры бизнес класса (приоритет равен двум), пассажиры первого класса (приоритет равен трем).

В реализованной модели аэропорта 6 узлов:

- 1) Вход в аэропорт для пассажиров эконом и бизнес класса
- 2) Вход в аэропорт для пассажиров первого класса
- 3) Регистрационные столы для пассажиров эконом класса
- 4) Регистрационные столы для пассажиров бизнес класса
- 5) Регистрационные столы для пассажиров первого класса
- 6) Посадочный терминал для всех классов пассажиров

В процессе выполнения работы были приняты следующие допущения и использованы следующие предположения:

- 1) Равенство пассажиропотоков терминалов Пулково-1 и Пулково-2
- 2) Равенство количества прибывающих и убывающих пассажиров
- 3) Интенсивность прибытия пассажиров равномерна на протяжении расчетного периода.
- 4) Вывод из п.2: интенсивность посадки пассажиров в самолеты равномерна на протяжении расчетного периода.
- 5) Вывод из п.3: интенсивность обслуживания пассажиров равномерна на протяжении расчетного периода
- 6) Отношение количество пассажиров по классам Эконом:Бизнес:Первый как 20:4:1
- 7) Время осмотра одного пассажира Эконом и Бизнес класса на входе в аэропорт 18 с., первого класса: 9с.
- 8) На входе для пассажиров эконом и бизнес класса 4 пункта досмотра, для пассажиров первого класса 2 пункта досмотра.
- 9) Среднее время регистрации пассажира эконом и бизнес класса – 4 минуты
- 10) Среднее время регистрации пассажира первого класса – 2 минуты
- 11) Количество столов регистрации для разных классов пассажиров: Эконом – 32, Бизнес – 10, Первый - 3
- 12) В случае отсутствия в очереди на регистрацию пассажиров бизнес класса, столами регистрации бизнес класса могут воспользоваться пассажиры эконом класса
- 13) Процесс посадки в самолет для всех классов пассажиров: 5 с.
- 14) Интервалы времени между новыми заявками и время обслуживания заявок в каждом узле распределены по экспоненциальному закону, с соответствующим средним временем
- 15) Вероятность повторного досмотра пассажиров на пунктах досмотра на входе: 0,2
- 16) Вероятность отказа в дальнейшем обслуживании на всех узлах: 0,03
- 17) Очереди к каждому узлу обслуживания - бесконечны

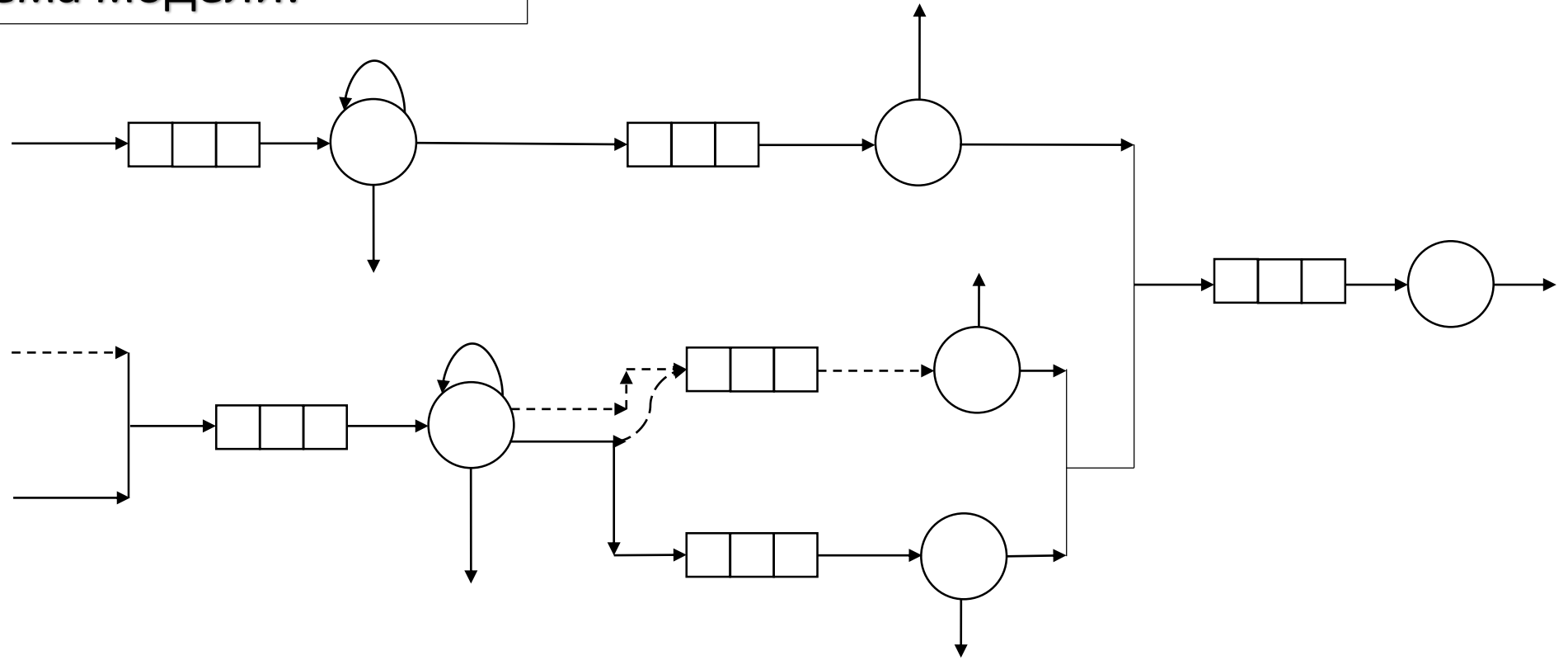
В качестве расчетного времени моделирования выбран один день, за единицу времени моделирования принята 1 секунда.

Для расчета временного интервала прибытия пассажиров в аэропорт была взята статистика аэропорта Пулково г. Санкт – Петербург за 2012 год, согласно которой, в данный расчетный период пассажиропоток аэропорта составил 11 154 560 человек (данные интернет энциклопедии Википедия).

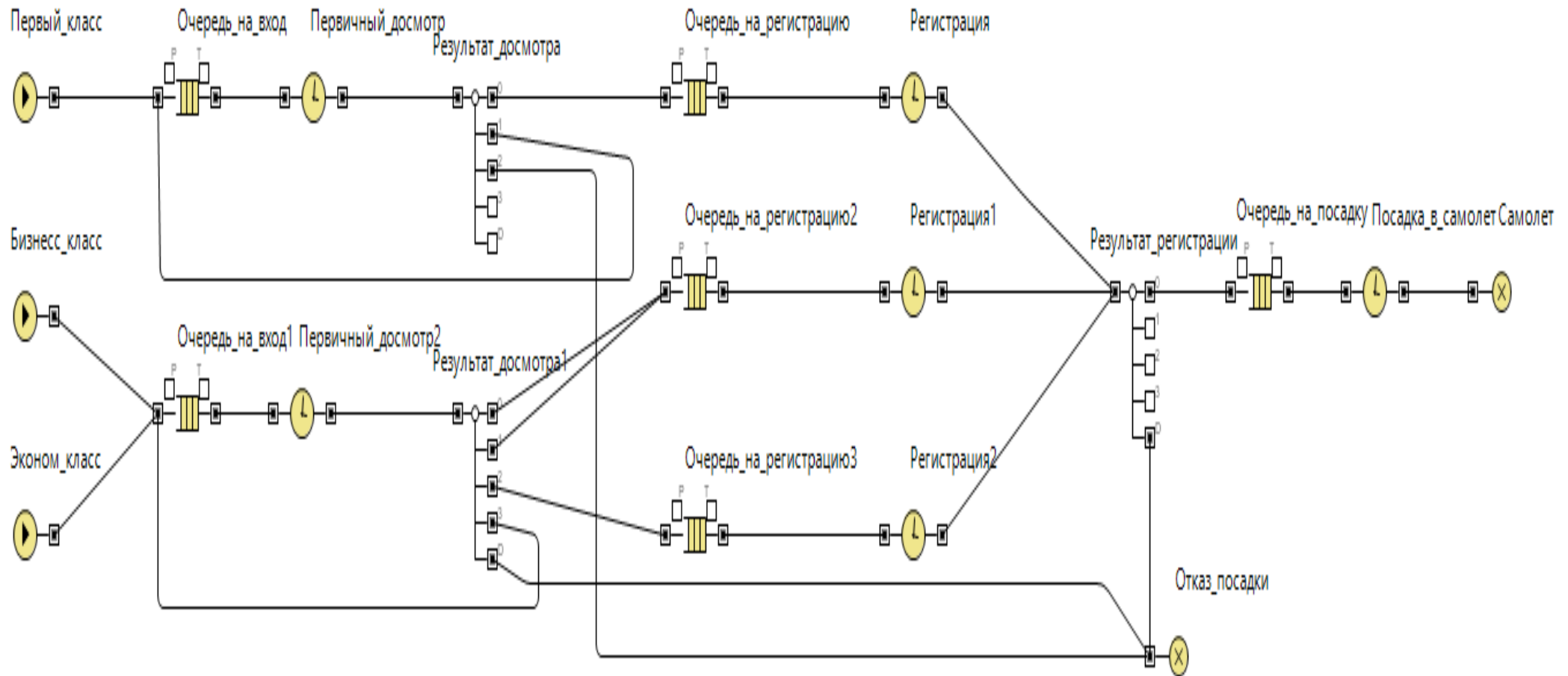
Согласно этим данным и факторам, описанным в п.3 входные данные для моделирования:

Средний временной интервал между появлением пассажиров эконом класса	7,3 с.
Средний временной интервал между появлением пассажиров бизнес класса	29 с.
Средний временной интервал между появлением пассажиров первого класса	140 с.
Среднее время обслуживания пассажиров эконом и бизнес класса на входе	4,5 с.
Среднее время обслуживания пассажиров первого класса на входе	4,5 с.
Вероятность успешного прохождения узла, содержащего досмотр:	0,77
Вероятность отправки пассажира на повторный досмотр на входе	0,2
Вероятность отказа в дальнейшем обслуживании пассажира на узлах входа и регистрации	0,03
Среднее время обслуживания пассажиров эконом класса на узле регистрации	7,5 с.
Среднее время обслуживания пассажиров бизнес класса на узле регистрации	25 с.
Среднее время обслуживания пассажиров первого класса на узле регистрации	40 с.
Среднее время, затрачиваемое на посадку в самолет	5 с.

Схема модели:



# Имитационная модель Any Logic



# Имитационная модель GPSS WORLD

GENERATE (Exponential(1,0,147)),,,,3

FC\_IN\_QUEUE QUEUE fc\_q\_in

SEIZE fc\_gates

DEPART fc\_q\_in

ADVANCE (Exponential(2,0,4.5))

RELEASE fc\_gates

TRANSFER 0.03,,FC\_GATES\_EXIT

TRANSFER 0.2062,,FC\_IN\_QUEUE

QUEUE fc\_q\_reg

SEIZE fc\_reg

DEPART fc\_q\_reg

ADVANCE (Exponential(3,0,40))

RELEASE fc\_reg

TRANSFER 30,,FC\_REG\_EXIT

QUEUE cmn\_q\_seat

SEIZE cmn\_seat

DEPART cmn\_q\_seat

ADVANCE (Exponential(4,0,5))

RELEASE cmn\_seat

TERMINATE

FC\_GATES\_EXIT TERMINATE

FC\_REG\_EXIT TERMINATE

; БИЗНЕС КЛАСС

GENERATE (Exponential(5,0,29)),,,,2

BC\_IN\_QUEUE QUEUE cmn\_q\_in

SEIZE cmn\_gates

DEPART cmn\_q\_in

ADVANCE (Exponential(6,0,5))

RELEASE cmn\_gates

TRANSFER 0.03,,BC\_GATES\_EXIT

TRANSFER 0.2062,,BC\_IN\_QUEUE

QUEUE bc\_q\_reg

SEIZE bc\_reg

DEPART bc\_q\_reg

ADVANCE (Exponential(7,0,25))

RELEASE bc\_reg

TRANSFER 30,,BC\_REG\_EXIT

QUEUE cmn\_q\_seat

PREEMPT cmn\_seat,PR

DEPART cmn\_q\_seat

ADVANCE (Exponential(8,0,5))

RETURN cmn\_seat

TERMINATE

BC\_GATES\_EXIT TERMINATE

BC\_REG\_EXIT TERMINATE

; ЭКОНОМ КЛАСС

GENERATE (Exponential(9,0,7.3)),,,,5

EC\_IN\_QUEUE QUEUE cmn\_q\_in

SEIZE cmn\_gates

DEPART cmn\_q\_in

ADVANCE (Exponential(10,0,5))

RELEASE cmn\_gates

TRANSFER 0.03,,CMN\_GATES\_EXIT

TRANSFER 0.2062,,EC\_IN\_QUEUE

TEST E Q\$bc\_q\_reg,0,EC\_REG\_QUEUE

QUEUE bc\_q\_reg

SEIZE bc\_reg

DEPART bc\_q\_reg

ADVANCE (Exponential(11,0,7.5))

RELEASE bc\_reg

TRANSFER ,EC\_SEAT\_Q

EC\_REG\_QUEUE QUEUE cmn\_q\_reg

SEIZE cmn\_reg

DEPART cmn\_q\_reg

ADVANCE (Exponential(12,0,7.5))

RELEASE cmn\_reg

TRANSFER 30,,CMN\_REG\_EXIT

EC\_SEAT\_Q QUEUE cmn\_q\_seat

SEIZE cmn\_seat

DEPART cmn\_q\_seat

ADVANCE (Exponential(13,0,5))

RELEASE cmn\_seat

TERMINATE

CMN\_GATES\_EXIT TERMINATE

CMN\_REG\_EXIT TERMINATE

GENERATE 86400

TERMINATE 1

START 1

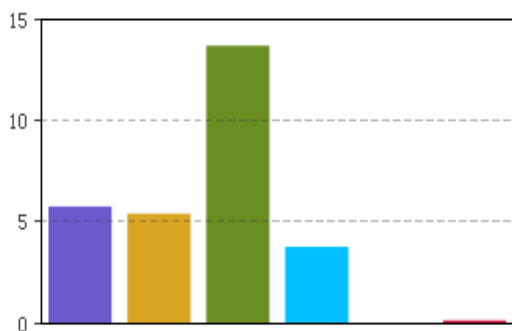
По результатам анализа предварительного моделирования было выявлено «узкое место» системы (максимальная средняя длина очереди): узел обслуживания на входе пассажиров эконом и бизнес класса, таким образом, для варьирования было выбрано среднее значение времени обслуживания на узле досмотра пассажиров эконом и бизнес класса при входе в аэропорт; значения для моделирования 4; 4.5, 5 секунд

Результаты имитационного моделирования в Any Logic:

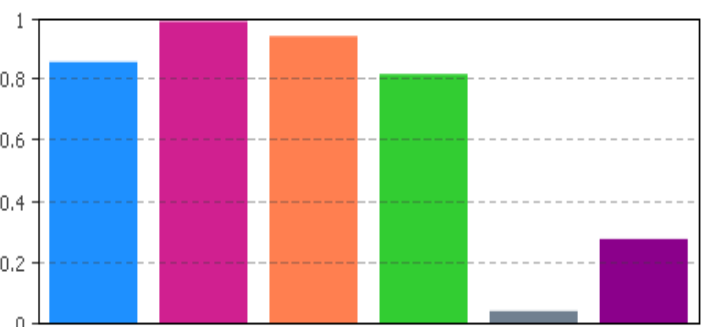
Длина очереди						
Время задержки на входе	Вход (Э,Б)	Регистрация(Б)	Регистрация(Э)	Вход(П)	Регистрация(П)	Посадка
5	457,8	3,5	6,3	0,002	0,01	2,54
4.5	23,69	6,1	14,27	0	0,006	4,47
4	5,738	5,4	13,6	0	0,112	3,7

Загрузка приборов						
Время задержки на входе	Вход (Э,Б)	Регистрация(Б)	Регистрация(Э)	Вход(П)	Регистрация(П)	Посадка
5	1	0,987	0,89	0,036	0,243	0,775
4.5	0,96	0,99	0,93	0,038	0,258	0,84
4	0,858	0,991	0,942	0,038	0,275	0,818

Время задержки на входе: 4 (Длина очереди; Загрузка приборов)

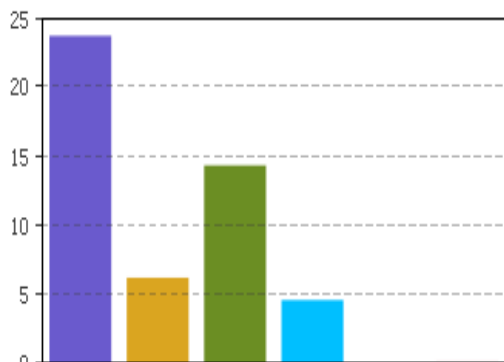


■ входЭк: 5.733  
■ Бизнес\_регистрация: 5.379  
■ Эконом\_регистрация: 13.665  
■ Посадка: 3.742

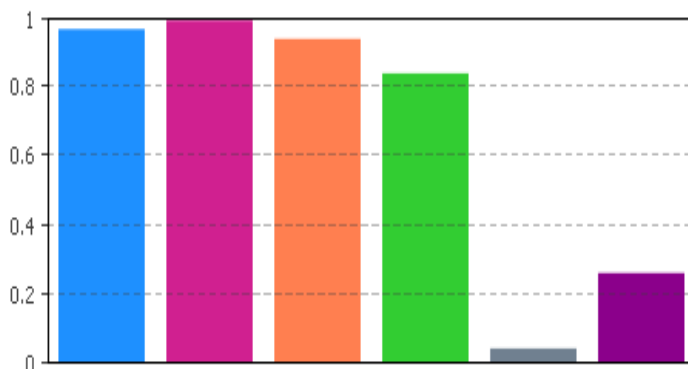


■ Э.Б.К.Вход: 0.858 ■ Б.Пер: 0.991 ■ Э.Пер: 0.942 ■ Посадка: 0.818  
■ П.К.Вход: 0.038 ■ П.К.Пер: 0.275

Время задержки на входе: 4,5 (Длина очереди; Загрузка приборов)

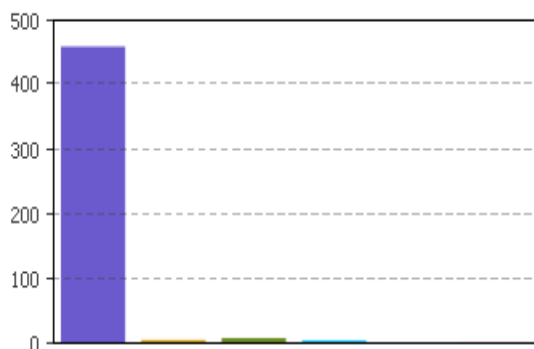


входЭк: 23.69  
 Бизнес\_регистрация: 6.102  
 Эконом\_регистрация: 14.268  
 Посадка: 4.476

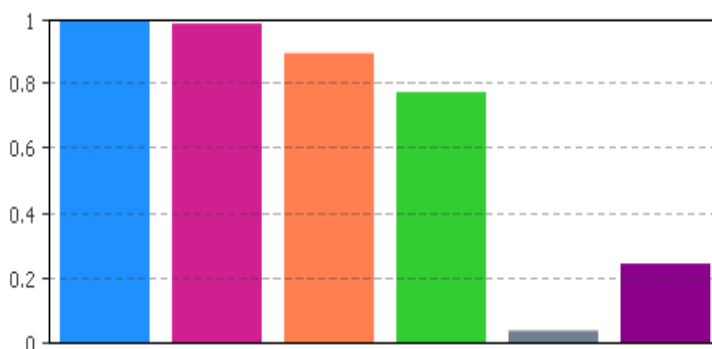


Э.Б.К.Вход: 0.96    Б.Пер: 0.992    Э.Пер: 0.939    Посадка: 0.838  
 П.К.Вход: 0.038    П.К.Пер: 0.258

Время задержки на входе: 5 (Длина очереди; Загрузка приборов)



входЭк: 457.778  
 Бизнес\_регистрация: 3.506  
 Эконом\_регистрация: 6.305  
 Посадка: 2.524



Э.Б.К.Вход: 1    Б.Пер: 0.987    Э.Пер: 0.895    Посадка: 0.775  
 П.К.Вход: 0.036    П.К.Пер: 0.243

Результаты имитационного моделирование в GPSS WORLD:

Время задержки на входе	Длина очереди					
	Вход (Э,Б)	Регистрация(Б)	Регистрация(Э)	Вход(П)	Регистрация(П)	Посадка
5	529.759	4.443	4.262	0,002	0.073	3.210
4.5	24.973	12.150	12.421	0.002	0.086	4.515
4	5.613	7.813	11.050	0.002	0.109	4.212

Время задержки на входе	Загрузка приборов					
	Вход (Э,Б)	Регистрация(Б)	Регистрация(Э)	Вход(П)	Регистрация(П)	Посадка
5	0.870	0.954	0.876	0.041	0.266	0.843
4.5	0.975	0.952	0.869	0.039	0.251	0.838
4	1.000	0.864	0.683	0.039	0.254	0.788



Анализ результатов:

Сравнивая результаты моделирования в двух разных средах, можно сделать вывод, что модели в среде GPSS имеют более стабильные результаты, что, скорее всего, обусловлено особенностями реализации генерации случайных величин.

Анализируя результат можно сделать следующие выводы:

В связи с большим временным промежутком между появлениями пассажиров первого класса загрузка узлов линии обслуживания данных узлов относительно мала, на основе этого, если считать интенсивность поступления заявок неизменяемой, для более рационального использования ресурсов следует уменьшить количество ресурсов на данной линии (уменьшение количества столов регистрации, пунктов досмотра )

При превышении среднего времени обслуживания пассажиров на входе значения 4.5 с., наблюдается постоянное увеличение очереди, таким образом можно считать значение, в среднем равное 4.5 - критическим, увеличение которого, даже за счет особенностей распределения времени между поступающими заявками, может привести к недопустимой длине очереди. Для решения данной проблемы можно уменьшить среднее время обслуживания пассажиров на данном узле, так как уменьшение времени, уделяемое досмотру 1 пассажира недопустимо, из соображений безопасности, то уменьшение данного параметра можно достигнуть за счет усовершенствования оборудования или увеличении количества пунктов пропуска на входе.

Так же длина очереди может оказаться излишне большой на узле регистрации пассажиров эконом класса, принципиальных отличий относительно узла входа, данный узел не имеет, следовательно, пути решения возможной проблемы можно считать аналогичными предыдущей.

Остальные узлы, можно считать достаточно безопасными и наиболее вероятно, что при больших всплесках пассажиров, на данных узлах длины очередей будут иметь относительно небольшое значение.