

В данной курсовой работе объектом моделирования является система обслуживания развлекательного форума, поток заявок неоднородный, каждый транзакт представляет собой модель клиента (посетителя) форума, таким образом в рамках моделирования используются три класса заявок: обычный гость (приоритет равен одному), vip гости (приоритет равен двум), организаторы форума (приоритет равен трем).

В реализованной модели аэропорта 6 узлов:

1. Досмотр для vip и обычных гостей
2. Досмотр для организаторов
3. Регистрационные столы для vip гостей
4. Регистрационные столы для обычных гостей
5. Вход для всех посетителей

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

1. Равенство количества прибывающих и убывающих гостей
2. Интенсивность прибытия гостей равномерна на протяжении расчетного периода.
3. Отношение количество посетителей по классам
Обычные: Vip: Организаторы как 14:6:1
4. Время досмотра одного обычного и Vip гостей на входе в аэропорт 25 с., организаторов: 9с.
5. Для обычных и vip гостей используется 9 пунктов досмотра, для организаторов 1 пункт досмотра.
6. Среднее время регистрации обычных гостей – 1 минута
7. Среднее время регистрации vip гостей – 30 секунд.
8. Количество столов регистрации для обычных гостей - 12.
9. Количество столов регистрации для vip гостей - 3.
10. Время требуемое на вход: 5 с.
11. Интервалы времени между новыми заявками и время обслуживания заявок в каждом узле распределены по экспоненциальному закону, с соответствующим средним временем.
12. Вероятность повторного досмотра пассажиров на пунктах досмотра на входе: 0,2
13. Вероятность отказа в дальнейшем обслуживании на всех узлах: 0,03
14. Очереди к каждому узлу обслуживания - бесконечны

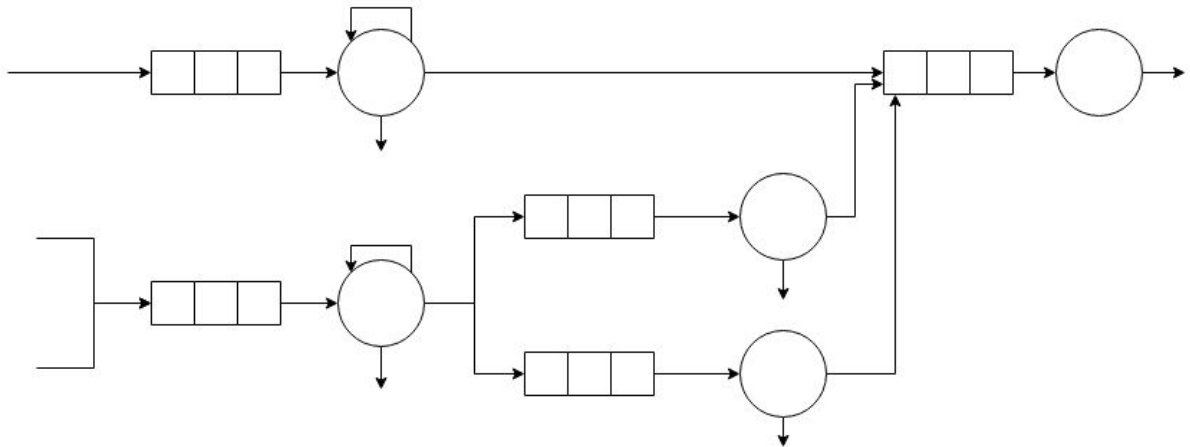
В качестве расчетного времени моделирования выбрано 10 часов; за единицу времени моделирования принята 1 секунда.

Для расчета временного интервала прибытия гостей на форум была взята статистика игрового форума Comic-Con 2015 год, согласно которой, в данный расчетный период поток гостей форума составил 12 000 человек (данные с официального сайта Comic-Con).

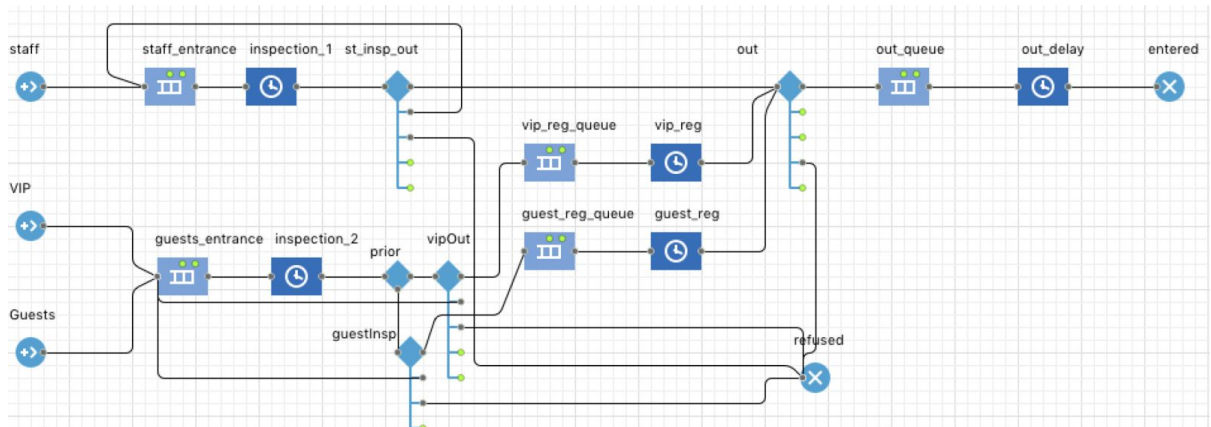
Согласно этим данным и факторам, описанным в п.3 входные данные для моделирования:

Средний временной интервал между появлением обычных гостей	5 сек
Средний временной интервал между появлением vip гостей	11 сек
Средний временной интервал между появлением организаторов	72 сек
Среднее время досмотра обычных и vip гостей на входе	25 сек
Среднее время досмотра организаторов на входе	9 сек
Вероятность успешного прохождения узла, содержащего досмотр	77%
Вероятность отправки пассажира на повторный досмотр на входе	20%
Вероятность отказа в дальнейшем обслуживании посетителей на узлах досмотра и регистрации	3%
Среднее время обслуживания обычных гостей на узле регистрации	60 сек
Среднее время обслуживания vip гостей на узле регистрации	30 сек
Среднее время, затрачиваемое на проход на форум	5 сек

Схема модели



Имитационная модель AnyLogic



Имитационная модель GPSS:

```
cmn_gates STORAGE 9;
cmn_entrance STORAGE 2;
vip_reg STORAGE 3;
guests_reg STORAGE 12

; СТАФФ
GENERATE (Exponential(1,0,72)),,,,3
STAFF_IN_QUEUE QUEUE staff_q_in
SEIZE staff_gates
DEPART staff_q_in
ADVANCE (Exponential(11,0,9))
RELEASE staff_gates
TRANSFER 30,,EXIT_GATES
TRANSFER 0.2062,,STAFF_IN_QUEUE
QUEUE cmn_q_entrance
ENTER cmn_entrance
DEPART cmn_q_entrance
ADVANCE (Exponential(22,0,5))
LEAVE cmn_entrance
TERMINATE

; VIP
GENERATE (Exponential(5,0,11)),,,,2
VIP_IN_QUEUE QUEUE cmn_q_in
ENTER cmn_gates
DEPART cmn_q_in
ADVANCE (Exponential(13,0,25))
LEAVE cmn_gates
TRANSFER 30,,EXIT_GATES
TRANSFER 0.2062,,VIP_IN_QUEUE
QUEUE vip_q_reg
ENTER vip_reg
DEPART vip_q_reg
ADVANCE (Exponential(15,0,30))
LEAVE vip_reg
```

```
TRANSFER 30,,EXIT_GATES
QUEUE cmn_q_entrance
ENTER cmn_entrance
DEPART cmn_q_entrance
ADVANCE (Exponential(22,0,5))
LEAVE cmn_entrance
TERMINATE

; ГОСТИ
GENERATE (Exponential(9,0,5)),,,,1
GUESTS_IN_QUEUE QUEUE cmn_q_in
ENTER cmn_gates
DEPART cmn_q_in
ADVANCE (Exponential(13,0,25))
LEAVE cmn_gates
TRANSFER 30,,EXIT_GATES
TRANSFER 0.2062,,GUESTS_IN_QUEUE
QUEUE guests_q_reg
ENTER guests_reg
DEPART guests_q_reg
ADVANCE (Exponential(19,0,72))
LEAVE guests_reg
TRANSFER 30,,EXIT_GATES
QUEUE cmn_q_entrance
ENTER cmn_entrance
DEPART cmn_q_entrance
ADVANCE (Exponential(22,0,5))
LEAVE cmn_entrance
TERMINATE

EXIT_GATES TERMINATE

; 1 день
GENERATE 36000
TERMINATE 1
START 1
```

Результаты имитационного моделирования:

Длина очереди AnyLogic					
Время досмотра	Досмотр персонала	Досмотр гостей	Регистрация VIP-гостей	Регистрация обычных-гостей	Вход
23	0.014	4.747	1.603	6.062	0.268
24	0.016	16.768	2.114	5.227	0.318
25	0.015	60.944	2.615	3.382	0.274

Длина очереди GPSS					
Время досмотра	Досмотр персонала	Досмотр гостей	Регистрация VIP-гостей	Регистрация обычных-гостей	Вход
23	0.018	5.250	2.734	8.102	1.083
24	0.018	15.657	3.119	5.729	0.349
25	0.016	68.868	3.011	3.644	0.969

Загрузка приборов AnyLogic					
Время досмотра	Досмотр персонала	Досмотр гостей	Регистрация VIP-гостей	Регистрация обычных-гостей	Вход
23	0.158	0.922	0.840	0.961	0.701
24	0.166	0.964	0.867	0.956	0.706
25	0.157	0.997	0.877	0.935	0.698

Загрузка приборов GPSS					
Время досмотра	Досмотр персонала	Досмотр гостей	Регистрация VIP-гостей	Регистрация обычных-гостей	Вход
23	0.154	0.920	0.858	0.952	0.706
24	0.170	0.963	0.868	0.953	0.710
25	0.151	0.992	0.876	0.935	0.697

Время ожидания в очереди						
Время досмотра	На досмотре всех гостей	На досмотре персонала	На регистрации и гостей	На регистрации vip гостей	На вход	В худшем случае
23	14.570	1.066	42.477	31.407	1.083	89.537
24	43.305	0.970	30.000	35.832	1.229	110.366
25	191.153	0.984	19.430	34.575	0.969	246.127

Слабой точкой данной системы является, является узел досмотра гостей. При увеличении времени досмотра сильно увеличивается худшее время пребывания гостя в очереди. Также нагрузка в этом узле приближается к 1. Уменьшать время досмотра гостей может быть недопустимо по требованиям безопасности, но можно добавить еще один прибор в этот узел.

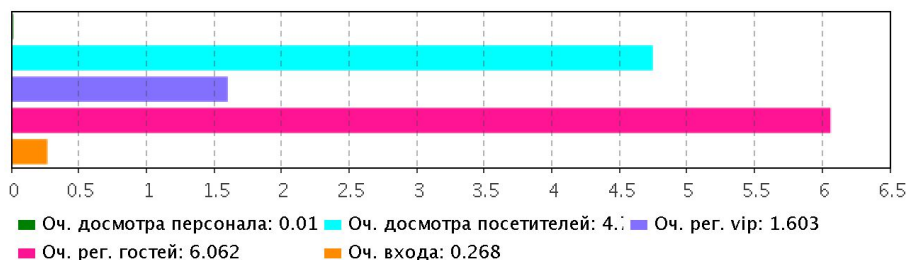
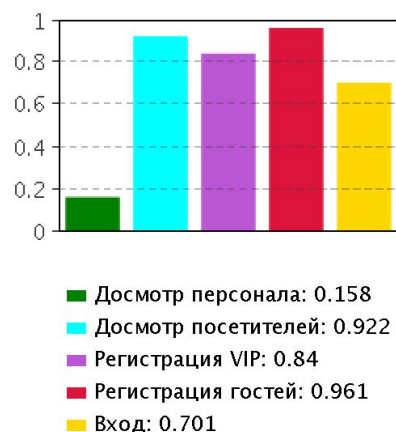
Загрузка приборов					
Время досмотра	Досмотр персонала	Досмотр гостей	Регистрация VIP-гостей	Регистрация обычных-гостей	Вход
25	0.166	0.899	0.872	0.952	0.709

Время ожидания в очереди						
Время досмотра	На досмотре всех гостей	На досмотре персонала	На регистрации и гостей	На регистрации vip гостей	На вход	В худшем случае
25	12.704	1.209	51.646	31.256	1.004	97.819

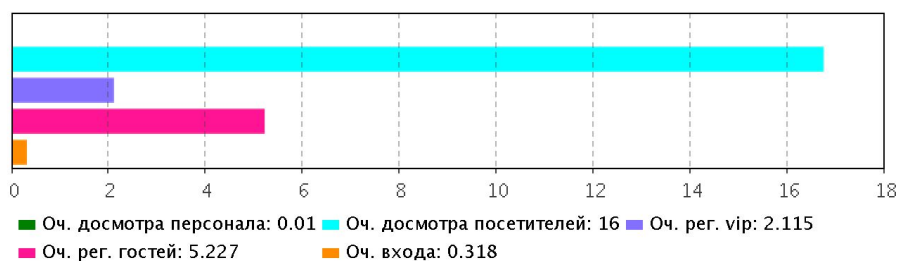
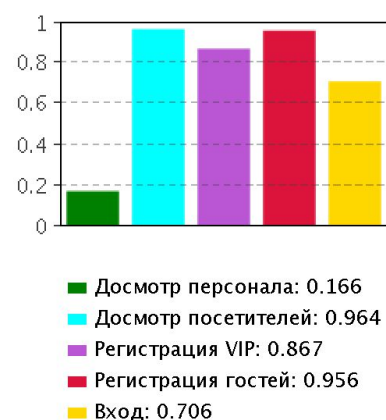
Как мы видим, загрузка прибора на данном узле уменьшилась на 10%, а на других узлах увеличилась не более чем на 3%, также время ожидания в худшем случае уменьшилось на 40% или на 150 секунд.

Гистограммы загрузки узлов и длин очередей

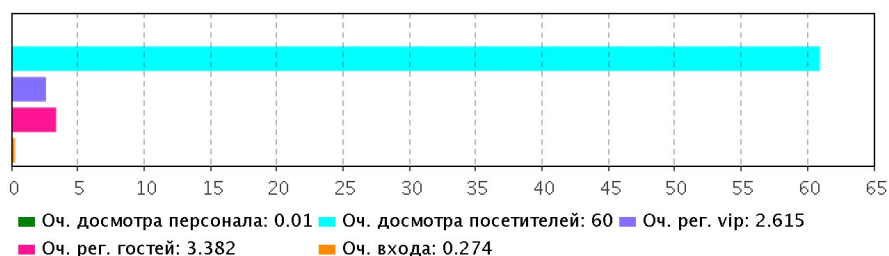
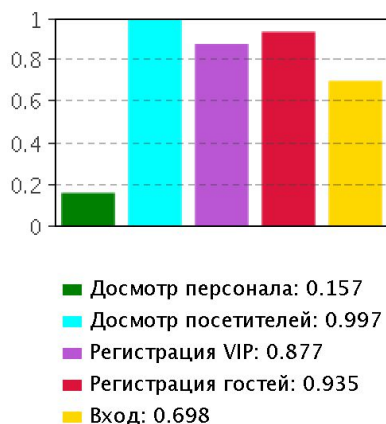
Время досмотра = 23 с



Время досмотра = 24 с



Время досмотра = 25 с



Выводы

В ходе данной курсовой работы, была смоделирована система развлекательного форума средствами GPSS и AnyLogic.

При анализе результатов, полученных при моделировании этой системы, был найден проблемный узел, а именно узел досмотра гостей.

Время досмотра гостей, в среднем равное 24 секундам, является критическим. Решением данной проблемы может послужить уменьшение времени досмотра. При этом уменьшаются очередь на вход и худшее время ожидания в очереди.

Так как уменьшение времени досмотра, не является допустимым из-за соображений безопасности, то для улучшения данной системы было решено увеличить количество приборов на данном узле, что благоприятно подействовало на систему: уменьшилась загрузка приборов, уменьшилось количество людей в очереди, уменьшилось худшее время ожидания