



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС"
Институт «Информационные технологии и автоматизированные системы управления»

Кафедра «Интеллектуальные системы управления»

Выпускная квалификационная работа

Тема: Подсистема «Управление кадрами» АСУ ФНС России г. Москва

Специальная часть: «Планирование численности персонала контакт-центра»

1

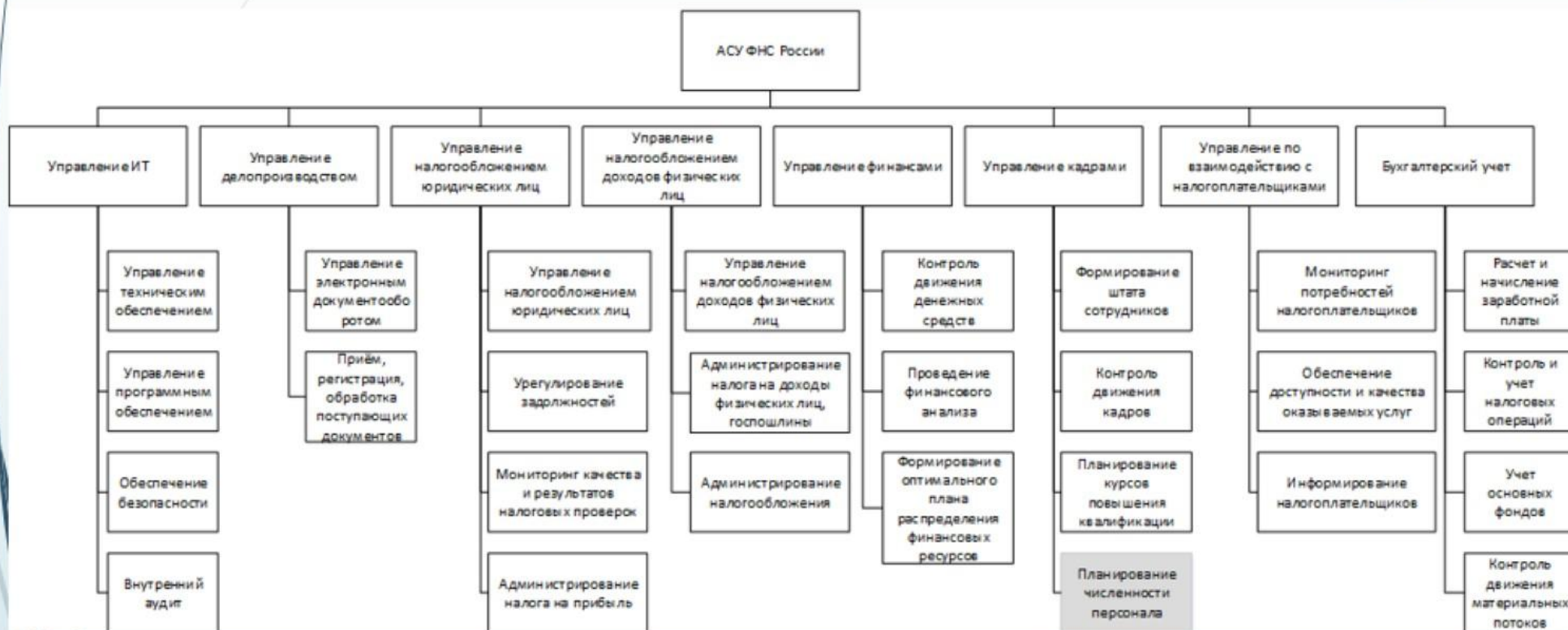
Выполнил: ст. гр. АС-1-10
Тюрин И.А.
Руководитель: доц., к.т.н.
Могирева Е.С.

Москва 2015

Организационная структура ФНС России



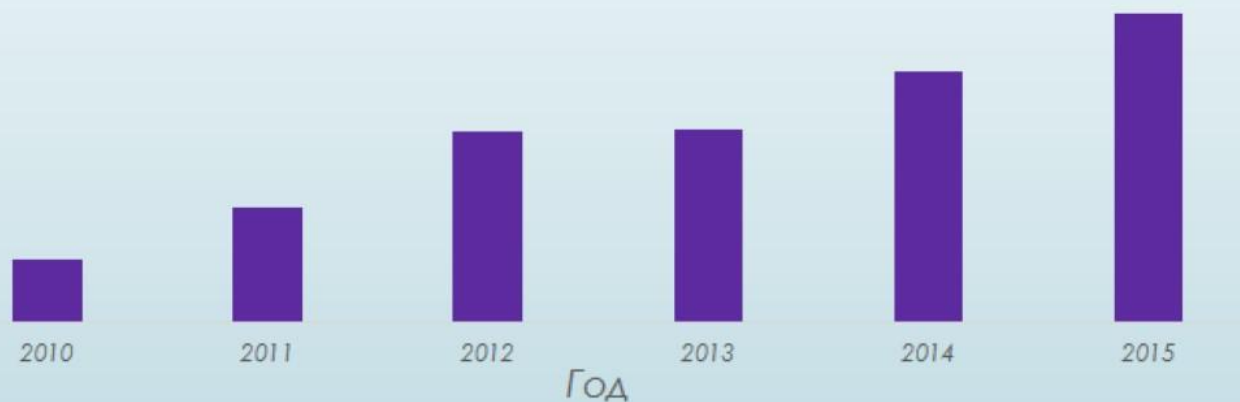
Функциональная схема АСУ ФНС России



Услуги контакт-центра на 2010 и 2015 год

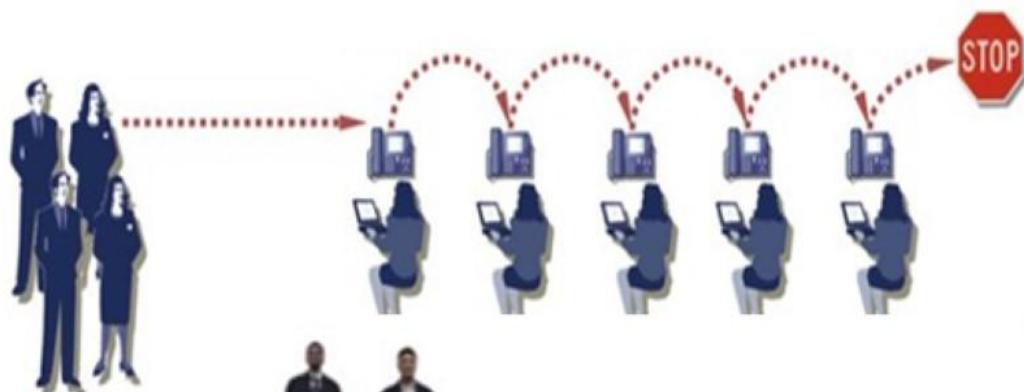


Динамика роста обращений в ФНС России

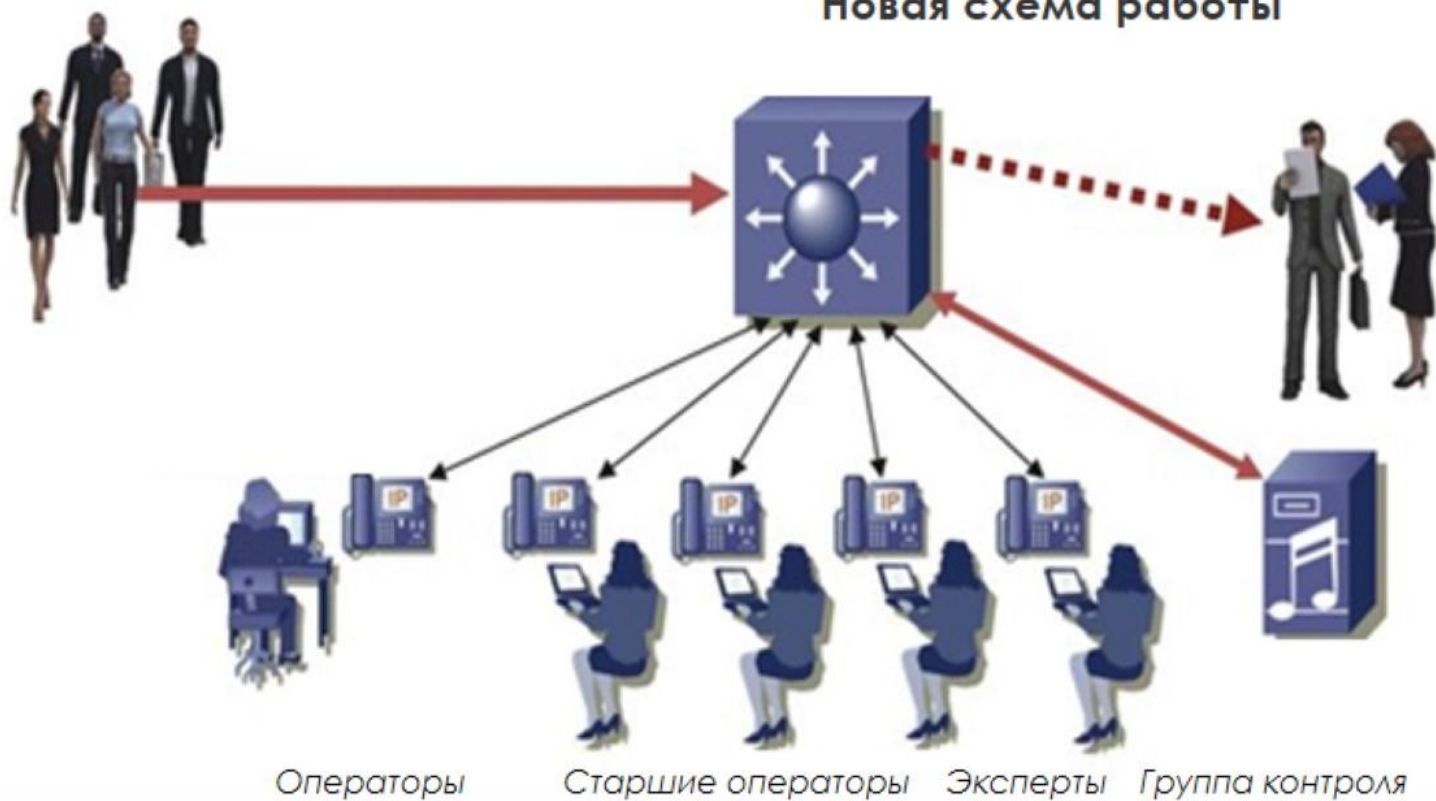


Традиционная схема работы

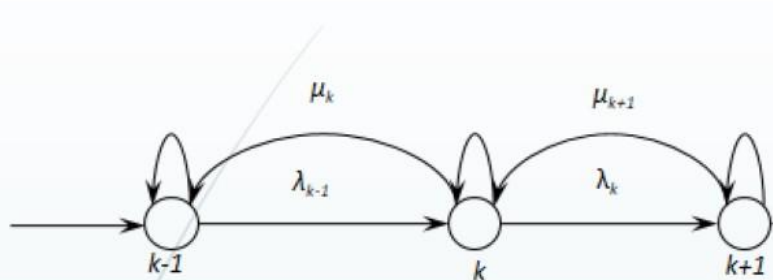
5



Новая схема работы



Математическая модель задачи «Планирование численности персонала контакт-центра»



$$P_{отк} = P_{m+n} = \frac{\rho^{m+n}}{n^m \cdot n!} P_0$$

$$Q = 1 - P_{отк}$$

$$A = \lambda Q = \lambda \left(1 - \frac{\rho^{m+n}}{n^m \cdot n!} P_0 \right)$$

$$\bar{r} = \frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n!} * \frac{1 - (\rho/n)^m * (m+1 - m * \rho/n)}{(1 - \rho/n)^2} * P_0$$

$$\bar{t}_{ож} = \frac{\bar{r}}{\lambda}; \quad \bar{K} = \bar{z} + \bar{r}; \quad \bar{z} = \frac{A}{\mu}$$

$$\bar{t}_{смо} = \bar{t}_{ож} + \bar{t}_{обсл} = \frac{\bar{r}}{\lambda} + \frac{Q}{\mu}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} p_1 = \frac{\rho}{1!} * p_0; \\ p_2 = \frac{\rho^2}{2!} * p_0; \\ p_k = \frac{\rho^k}{k!} * p_0, 0 \leq k \leq n; \\ p_n = \frac{\rho^n}{n!} * p_0 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} p_{n+1} = \frac{\rho^{n+1}}{n * n!} * p_0; \\ p_{n+2} = \frac{\rho^{n+2}}{n^2 * n!} * p_0; \\ p_{n+r} = \frac{\rho^{n+r}}{n^r * n!} * p_0, 0 \leq r \leq m; \\ p_{n+m} = \frac{\rho^{n+m}}{n^m * n!} * p_0 = P_{отк} \\ \sum_0^{n+m} p_i = 1 \end{array} \right.$$

$$p_0 = \left[1 + \frac{\rho}{1!} + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^{n+1}}{n * n!} + \frac{\rho^{n+2}}{n^2 * n!} + \dots + \frac{\rho^{n+m}}{n^m * n!} \right]^{-1}$$

$P_{отк}$ – вероятность отказа;

Q – относительная пропускная способность;

A – абсолютная пропускная способность;

\bar{r} – среднее число заявок в очереди;

$\bar{t}_{ож}$ – среднее время ожидания заявки в очереди;

\bar{K} – среднее число заявок в системе;

\bar{z} – среднее число занятых каналов;

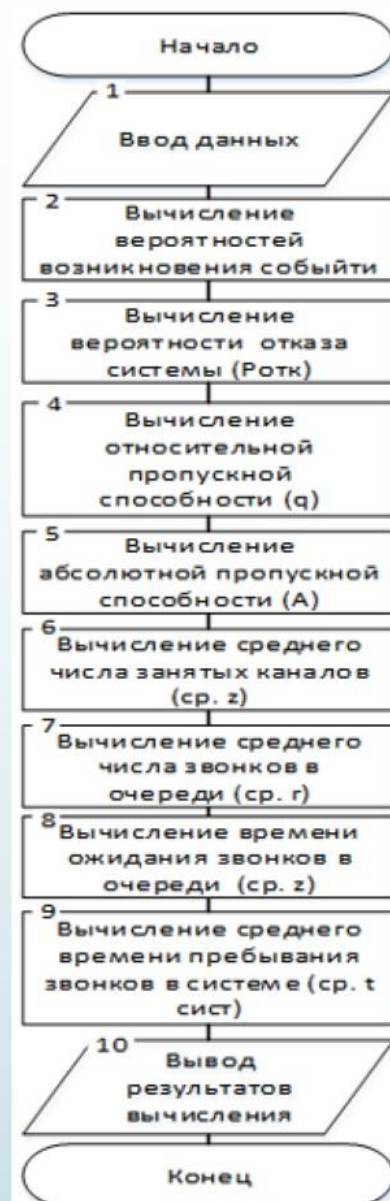
$\bar{t}_{смо}$ – среднее время пребывания заявки в системе.

Блок-схема процедуры

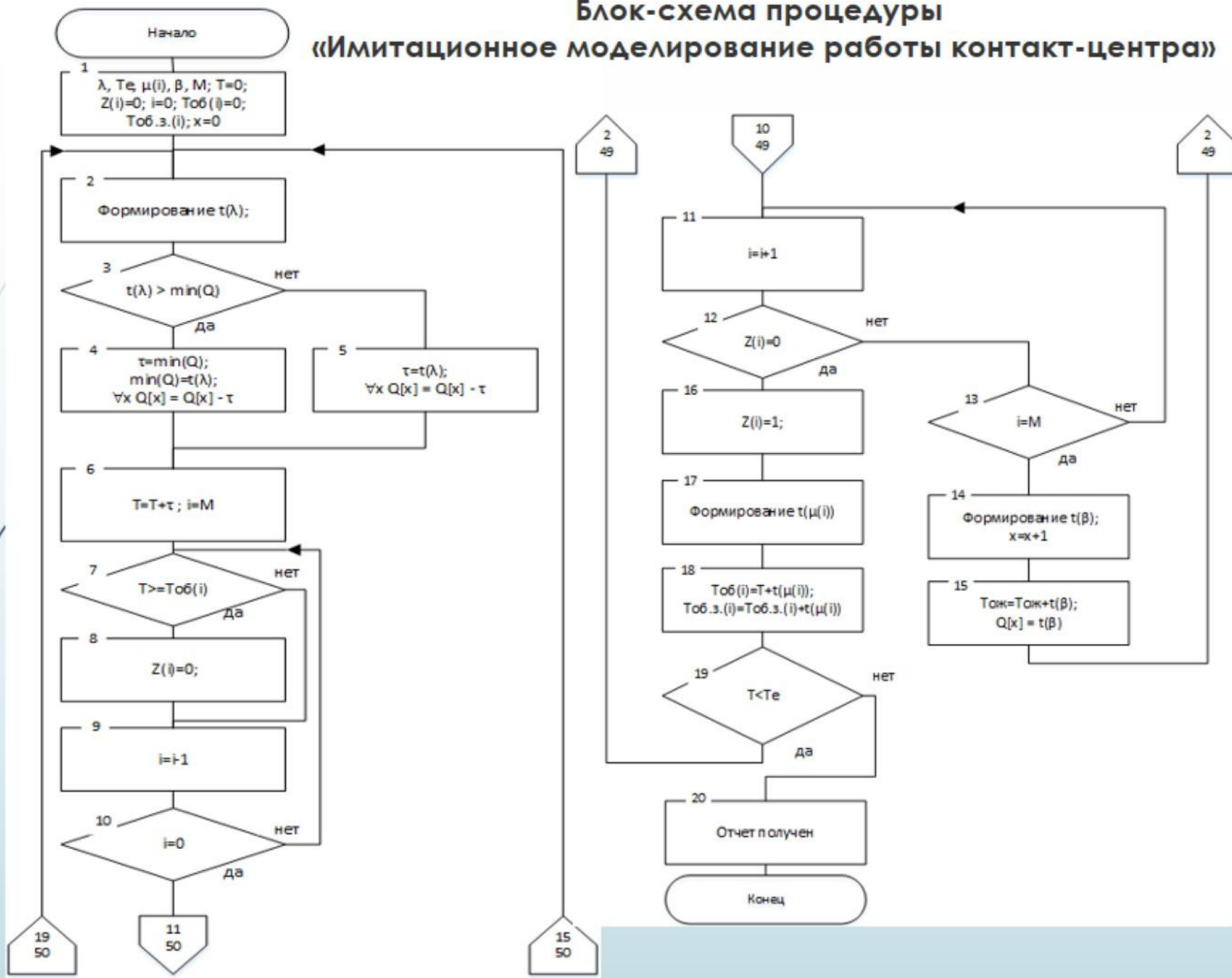
«Сбор и обработка результатов моделирования»

7

Укрупненная блок-схема решения задачи «Планирование численности персонала контакт-центра»

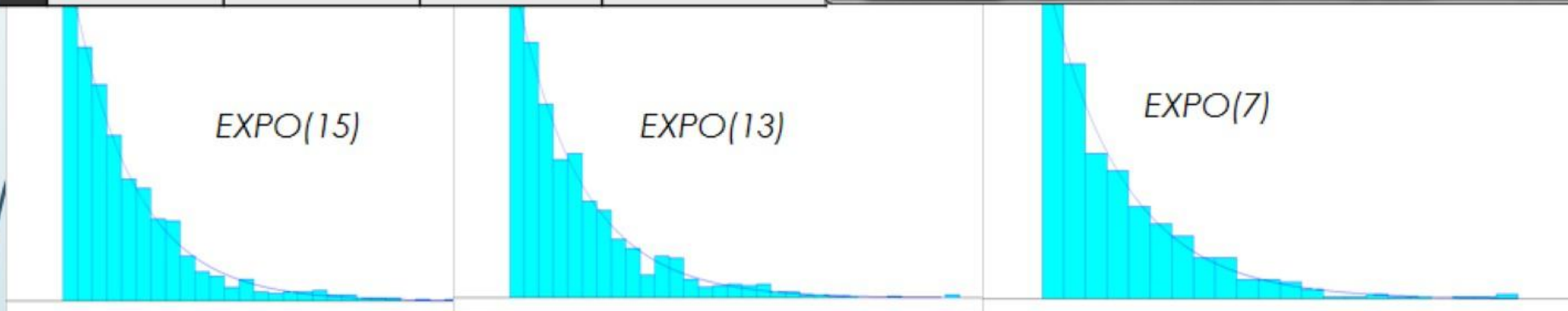
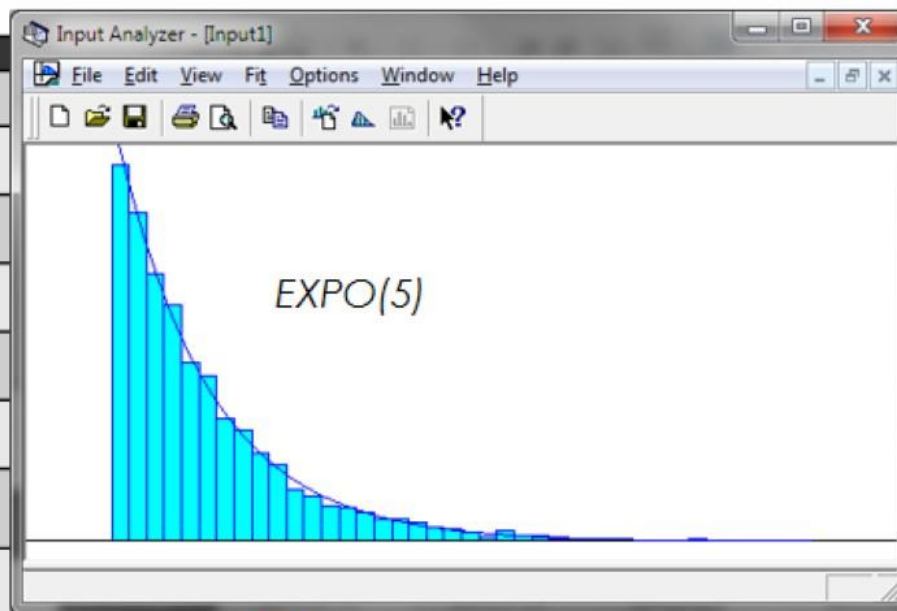


Блок-схема процедуры «Имитационное моделирование работы контакт-центра»



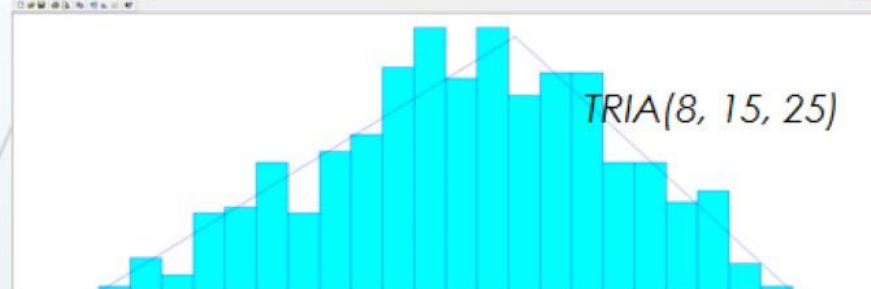
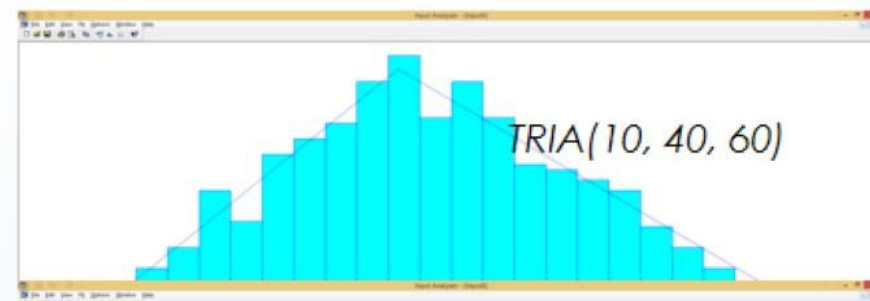
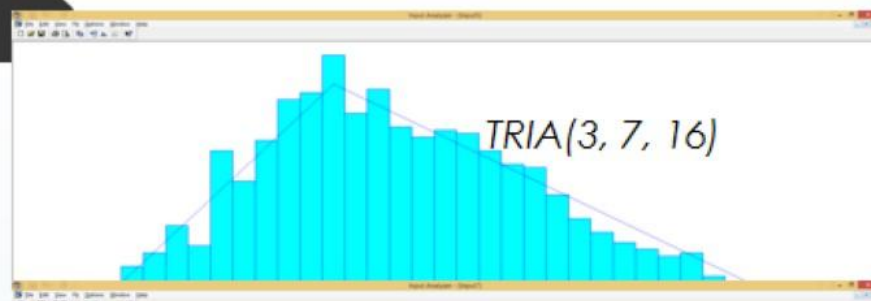
Подготовка входных данных в Input Analyzer

Тесты	Распределения звонков			
	Первый уровень EXPO(5)	Второй уровень EXPO(7)	Третий уровень EXPO(13)	Четвертый уровень EXPO(15)
Хи-квадрат				
Количество интервалов	18	11	16	17
Степени свободы	16	9	14	15
Тестовая статистика	18.6	3.68	19.8	21.5
Corresponding p-value	0.295	0.75	0.148	0.129
Колмогоров-Смирнов	Первый уровень EXPO(5)	Второй уровень EXPO(7)	Третий уровень EXPO(13)	Четвертый уровень EXPO(25)
Тестовая статистика	0.0251	0.0228	0.0255	0.0134
Corresponding p-value	0.15	0.15	0.15	0.15



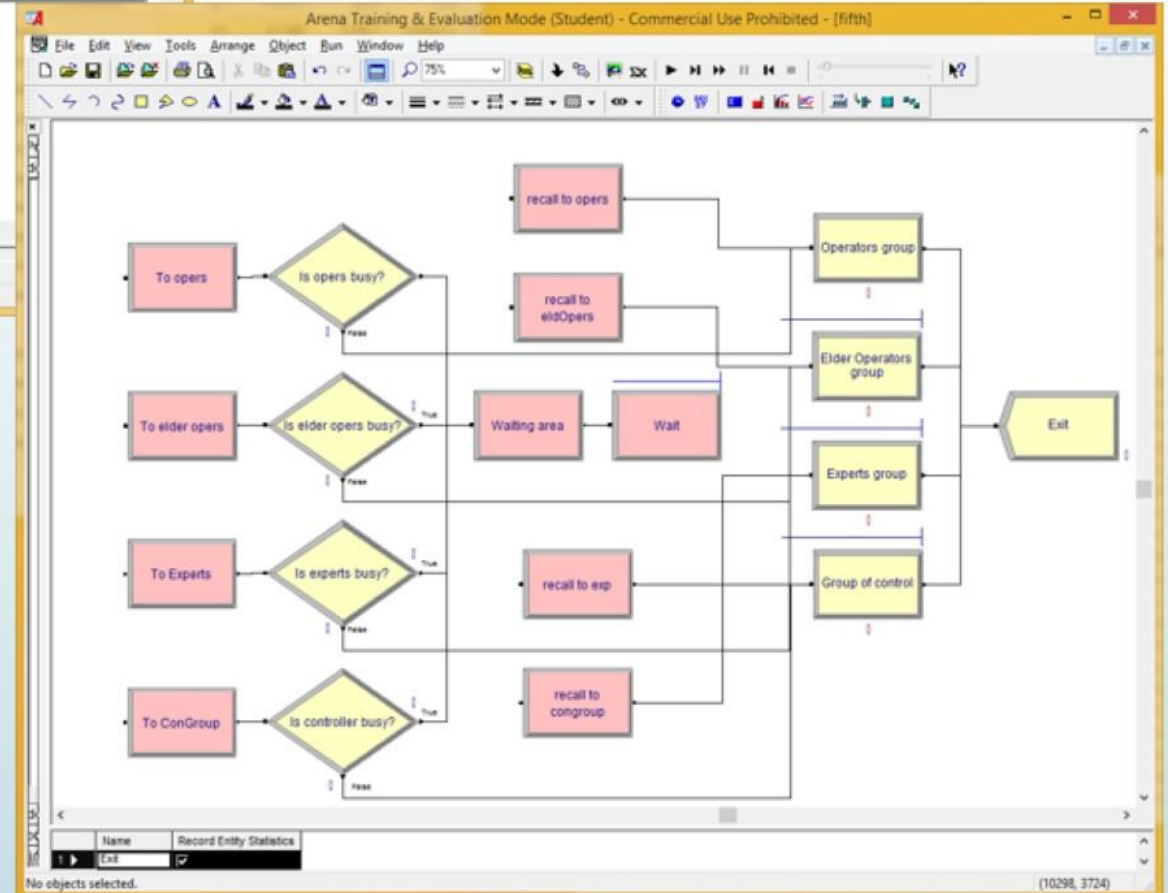
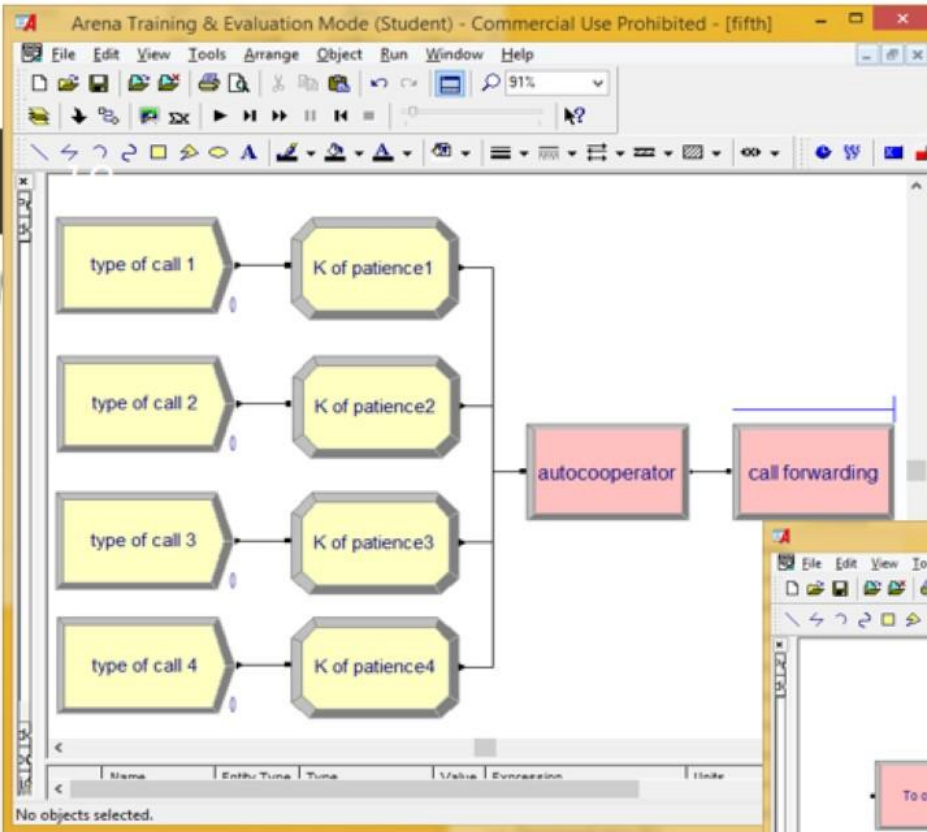
Подготовка входных данных в Input Analyzer

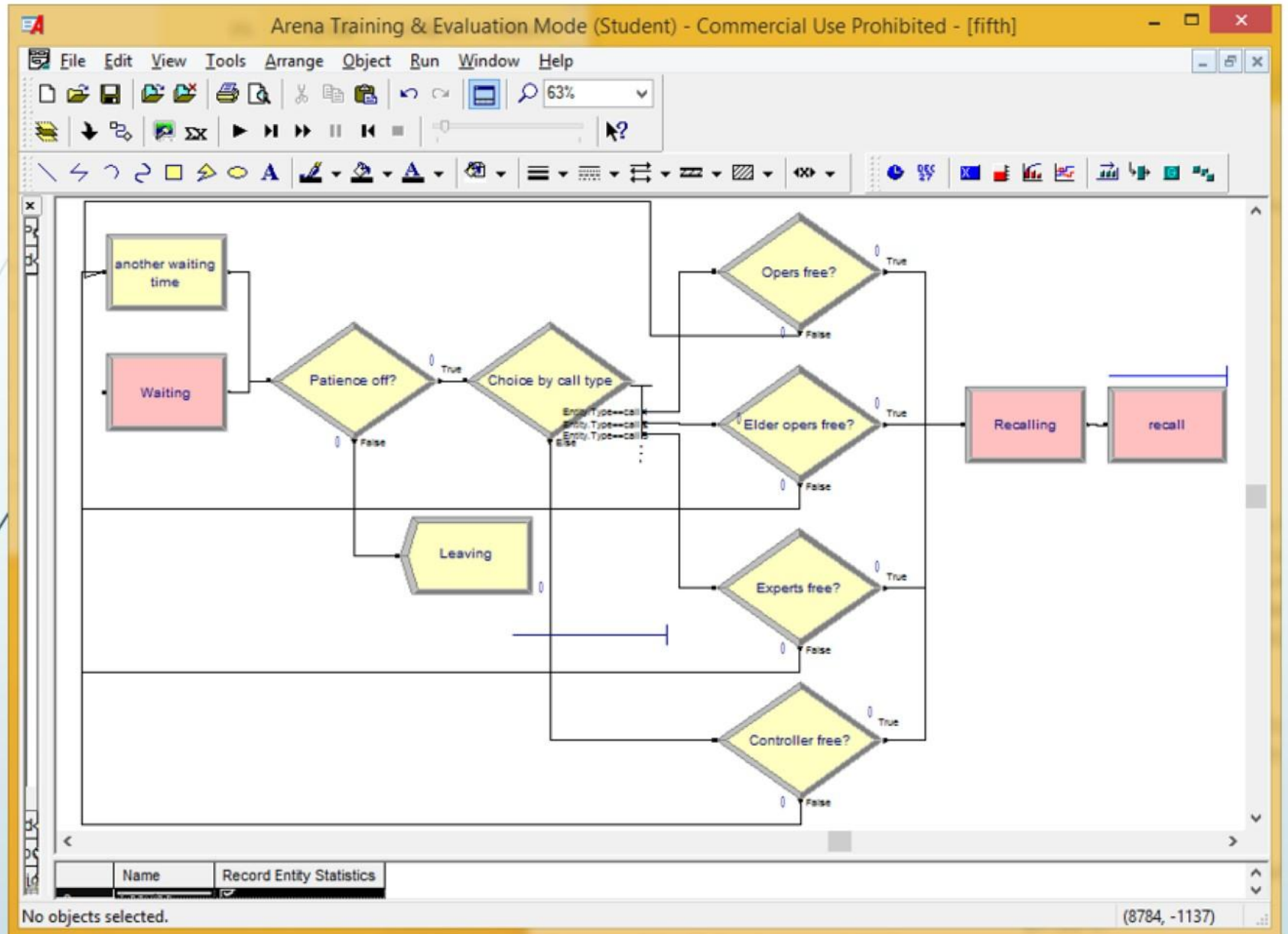
11



Тесты	Распределение обслуживания			
Хи-квадрат	Первый уровень TRIA(3, 7, 16)	Второй уровень TRIA(8, 15, 25)	Третий уровень TRIA(10, 40, 60)	Четвертый уровень TRIA(6, 60, 140)
Количество интервалов	28	18	19	29
Степени свободы	26	16	17	27
Тестовая статистика	21.4	7.18	19.4	28.3
Corresponding p-value	0.72	0.75	0.32	0.41
Колмогоров-Смирнов	Первый уровень TRIA(3, 7.4, 16)	Второй уровень TRIA(8, 15.2, 25)	Третий уровень TRIA(10, 40, 60)	Четвертый уровень TRIA(6, 60, 140)
Тестовая статистика	0.0363	0.0188	0.0294	0.00739
Corresponding p-value	0.14	0.15	0.15	0.15

Фрагменты имитационной модели работы контакт-центра





Фрагменты заполнения модели в Arena

14

Create ? x

Name: type of call 1 Entity Type: call 1

Time Between Arrivals
Type: Expression Expression: EXPO(5.19) Units: Minutes

Entities per Arrival: 1 Max Arrivals: Infinite First Creation: 0.0

OK Cancel Help

Process ? x

Name: Operators group Type: Standard

Logic
Action: Seize Delay Release Priority: Medium(2)

Resources:
Resource, Opers, 1
<End of list>

Delay Type: Triangular Units: Minutes Allocation: Value Added
Minimum: 3 Value (Most Likely): 7.4 Maximum: 16

Add... Edit... Delete

Decide ? x

Name: Is opers busy? Type: 2-way by Condition

If: Expression

Value: NR(Opers) == MR(Opers)

OK

Assign ? x

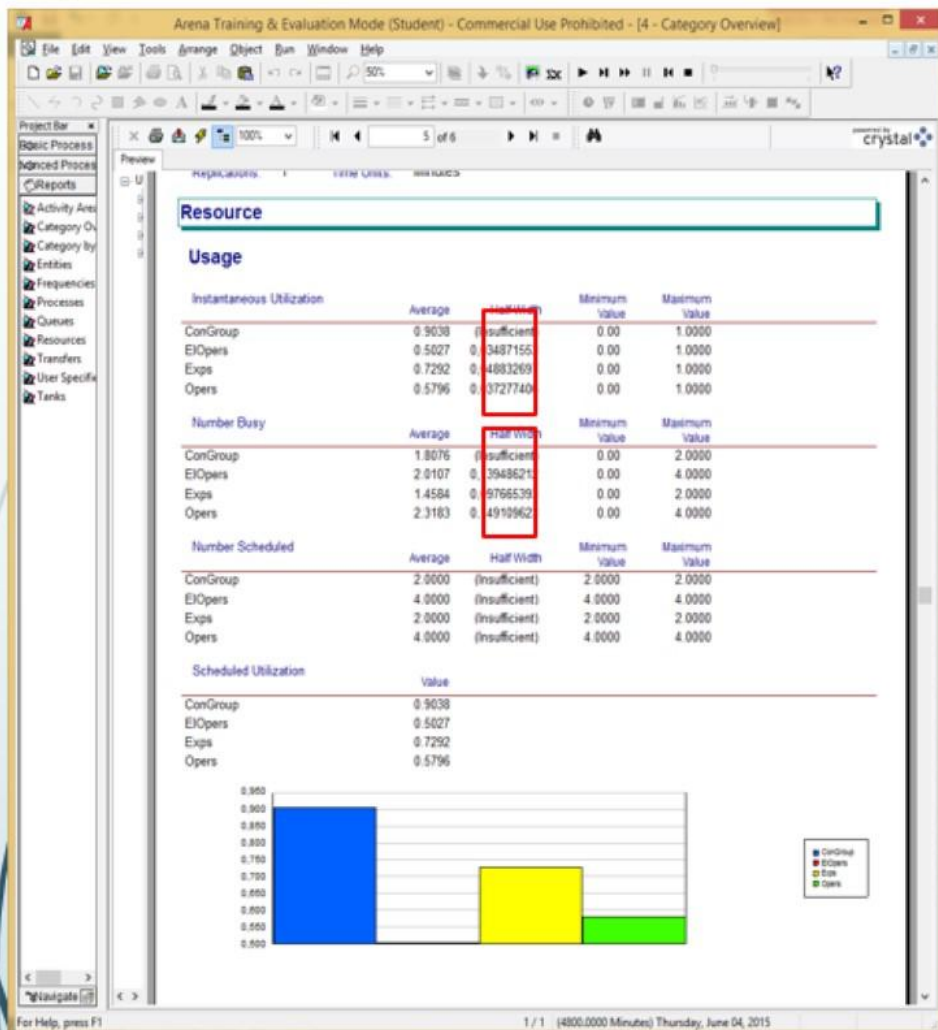
Name: K of patience1

Assignments:
Attribute, Entity Sequence, Type 1
Attribute, Patience, EXPO(7)
Entity Type, call 1
<End of list>

Add... Edit... Delete

OK Cancel Help

Результаты имитационного моделирования в Arena



Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
call 1	9.4808 (Insufficient)	3.8743	17.9081	
call 2	17.4261 (Insufficient)	10.3255	24.3298	
call 3	34.9942 (Insufficient)	21.4021	48.7675	
call 4	101.48 (Insufficient)	20.3990	219.93	

NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
call 1	0.00 (Insufficient)	0.00	0.00	0.00
call 2	0.00 (Insufficient)	0.00	0.00	0.00
call 3	0.00 (Insufficient)	0.00	0.00	0.00
call 4	0.00 (Insufficient)	0.00	0.00	0.00

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
call 1	0.9683 (Insufficient)	0.00	1.0000	
call 2	2.1606 (Insufficient)	1.0000	9.9399	
call 3	2.7086 (Insufficient)	0.00	19.9442	
call 4	1.7067 (Insufficient)	0.00	6.9470	

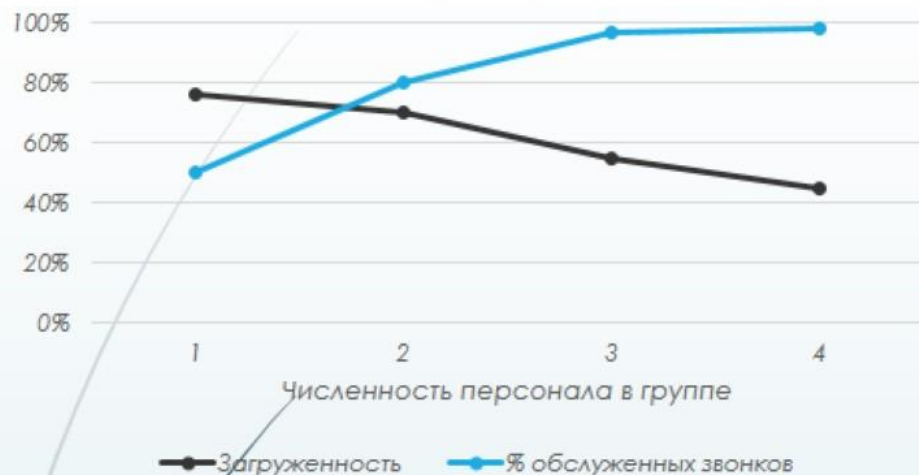
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
call 1	1.0000 (Insufficient)	1.0000	1.0000	1.0000
call 2	1.0000 (Insufficient)	1.0000	1.0000	1.0000
call 3	1.0000 (Insufficient)	1.0000	1.0000	1.0000
call 4	1.0000 (Insufficient)	1.0000	1.0000	1.0000

Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
call 1	0.00 (Insufficient)	0.00	0.00	0.00
call 2	0.00 (Insufficient)	0.00	0.00	0.00
call 3	0.00 (Insufficient)	0.00	0.00	0.00
call 4	0.00 (Insufficient)	0.00	0.00	0.00

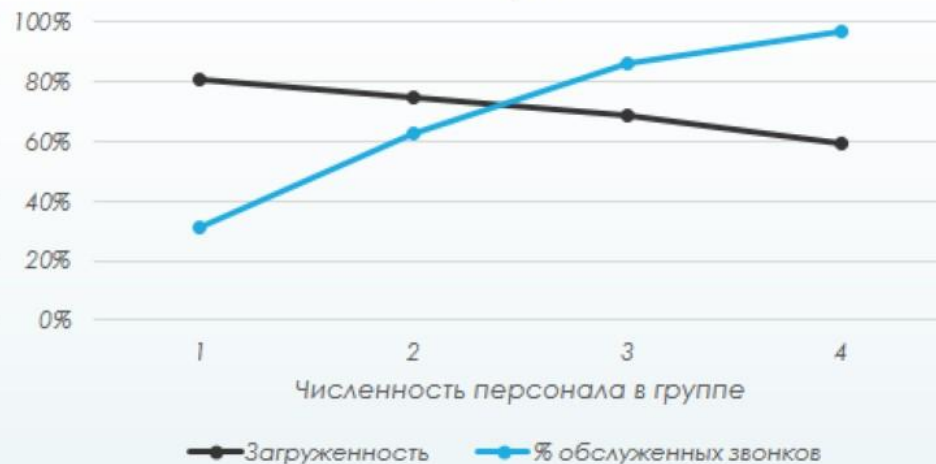
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
call 1	11.4490 (Insufficient)	5.8743	19.9081	
call 2	20.5866 (Insufficient)	12.3255	30.8254	
call 3	38.7028 (Insufficient)	23.7201	66.5212	
call 4	104.18 (Insufficient)	22.3990	221.93	

Результаты моделирования в Arena

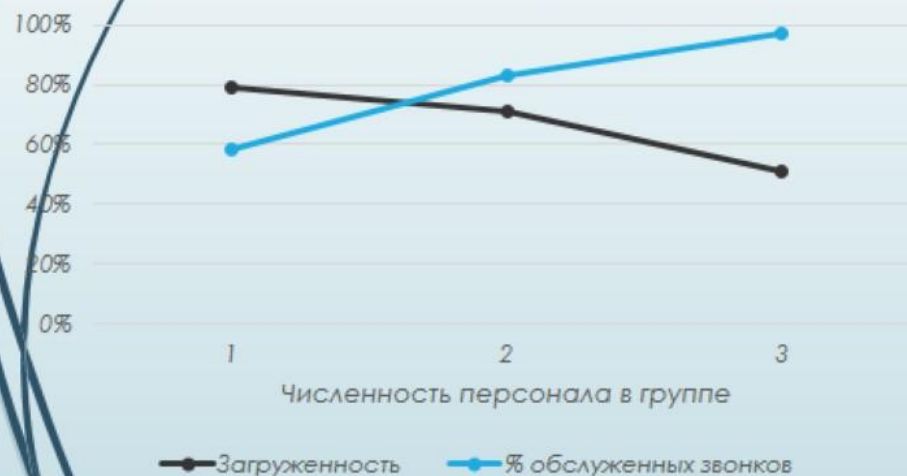
Операторы



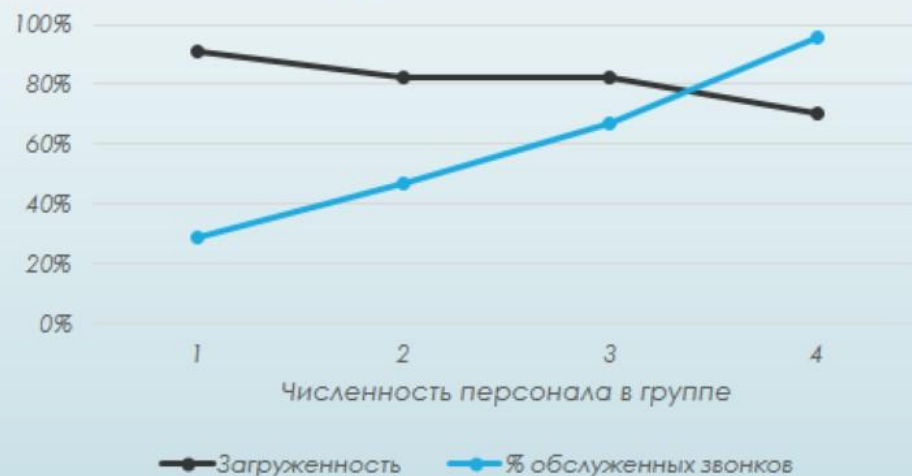
Эксперты



Старшие операторы



Группа контроля



Результаты моделирования в Arena

Подразделение	Загруженность (%)	Количество поступивших/ Количество обслуженных	Время нахождения в процессах (мин)
Операторы	0.47	66/63	9.48
Старшие операторы	0.51	31/31	17.42
Эксперты	0.72	19/16	34.99
Группа контроля	0.91	15/7	47.43

Тип звонка	Время ожидания в очереди (мин)	Количество звонков в очереди	Время нахождения в системе(мин)
Первый	1.12	0.43	10.44
Второй	2.27	2.76	19.67
Третий	2.04	1.26	37.03
Четвертый	12.54	5.42	59.97

Оптимизация с помощью OptQuest

4.a23 - Arena Visual Designer Training & Evaluation Mode - Commercial Use Prohibited - [Optimization 1*]

File Edit View Run Tools Window Help

Optimization 1*

Objectives

Objectives Summary

	Included	Name	Type	Goal	Description	Expression
	<input type="checkbox"/>	Objective 1	NonLinear	Maximize		2*([ConGroup.Utilization...
	<input type="checkbox"/>	Objective 2	NonLinear	Maximize		2*[ConGroup.Utilization]
	<input type="checkbox"/>	Objective 4	NonLinear	Maximize		[ConGroup.ScheduledU...
	<input checked="" type="checkbox"/>	Objective 5	NonLinear	Maximize		([Ops. Utilization] +

OptExpression

Controls

- ConGroup (Resource)
- EIOpers (Resource)
- Exps (Resource)
- Ops (Resource)

Целевая функция

Expression

$$([Ops.Utilization] + [EIOpers.Utilization] + [Exps.Utilization] + [ConGroup.Utilization]) / 4$$

Check Expression OK Cancel

Task List

For Help, press F1

4.doe

Ready

Оптимизация с помощью OptQuest

19

The screenshot displays the OptQuest optimization interface within Arena Visual Designer. The main window is titled "4.a23 - Arena Visual Designer Training & Evaluation Mode - Commercial Use Prohibited - [Optimization 1*]". The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Run, Tools, Window, Help), a toolbar, and a left-hand sidebar with a "Toolbox" and "Editor Explorer".

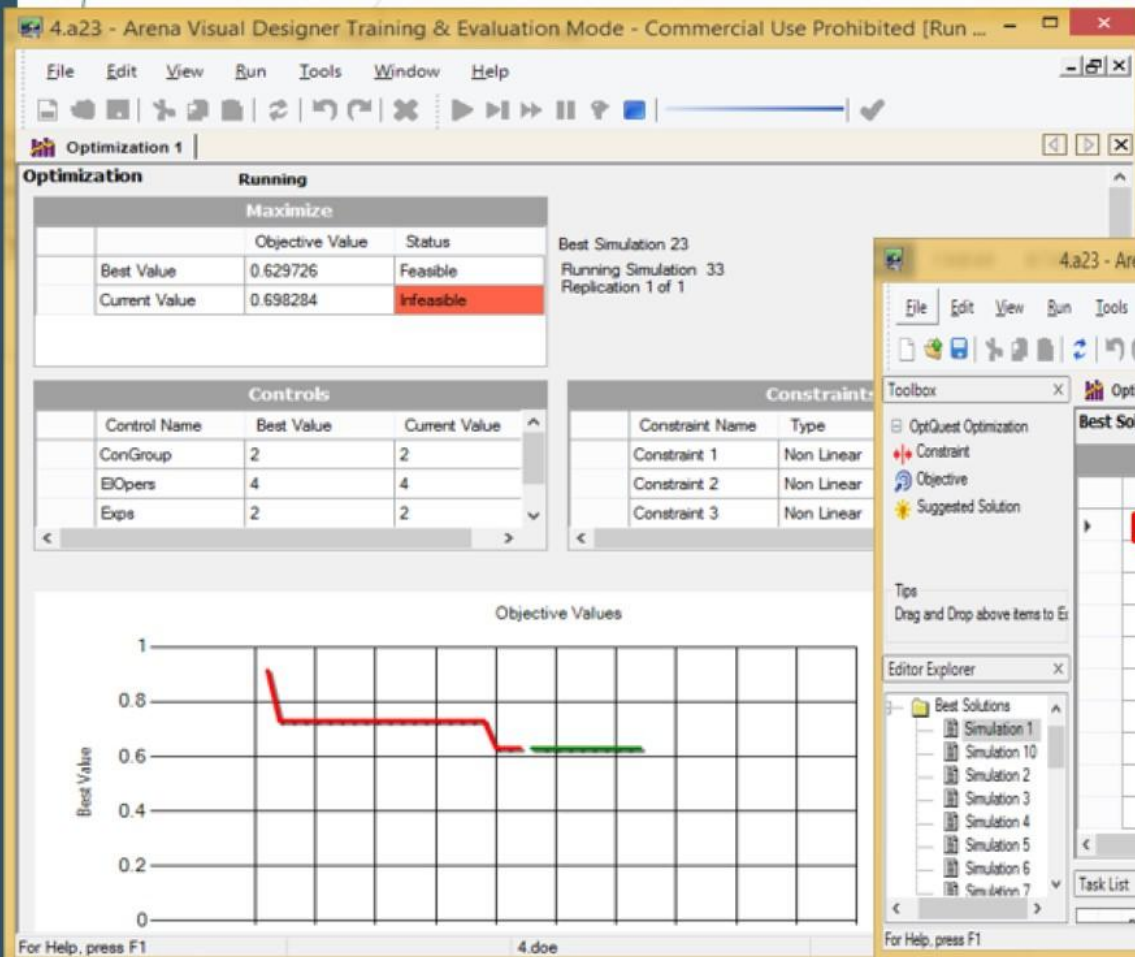
The "Constraints" section is active, showing a "Constraints Summary" table with the following data:

Included	Name	Type	Description	Expression
<input checked="" type="checkbox"/>	Constraint 1	NonLinear		[ConGroup.Utilization] <= 0.9
<input checked="" type="checkbox"/>	Constraint 2	NonLinear		[EOpers.Utilization] <= 0.9
<input checked="" type="checkbox"/>	Constraint 3	NonLinear		[Exps.Utilization] <= 0.9
<input checked="" type="checkbox"/>	Constraint 4	NonLinear		[Opers.Utilization] <= 0.9
<input checked="" type="checkbox"/>	Constraint 5	NonLinear		[EOpers.Utilization] >= 0.5
<input checked="" type="checkbox"/>	Constraint 6	NonLinear		[ConGroup.Utilization] >= 0.5
<input checked="" type="checkbox"/>	Constraint 7	NonLinear		[Exps.Utilization] >= 0.5
<input checked="" type="checkbox"/>	Constraint 8	NonLinear		[Opers.Utilization] >= 0.5
<input checked="" type="checkbox"/>	Constraint 9	Linear		1 * [ConGroup] + 1 * [EOpers]

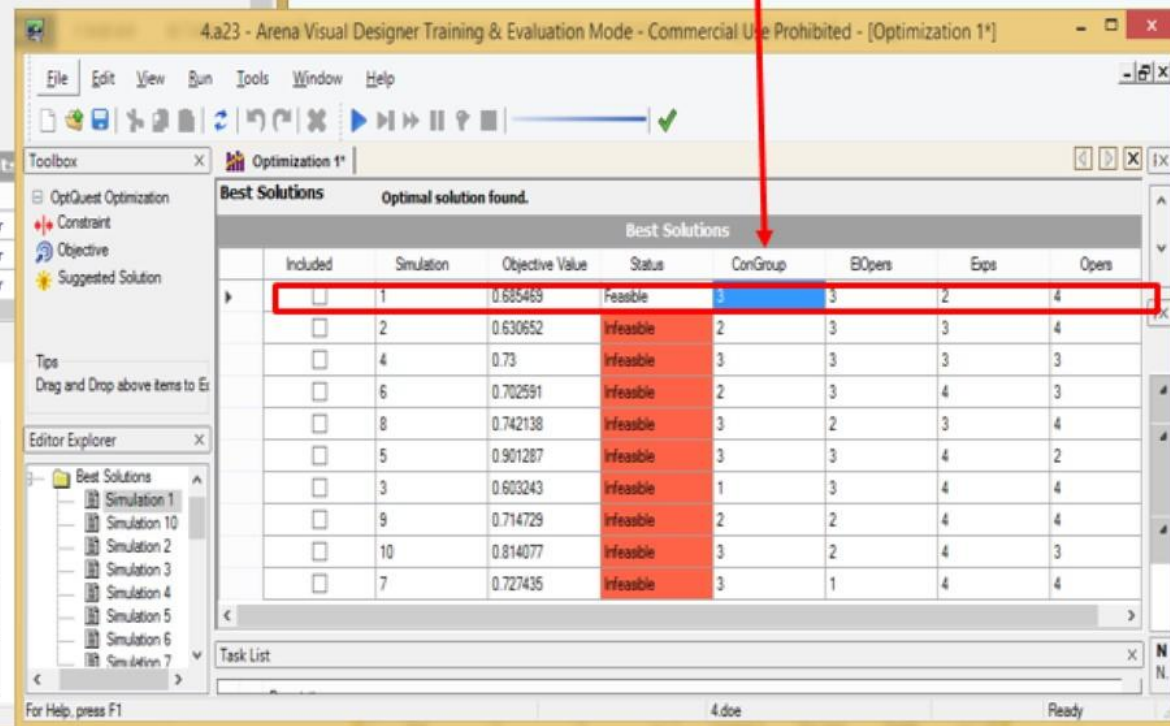
An "OptExpression" dialog box is open, showing a tree view of resources and responses. The "Expression" field contains the formula: $1 * [\text{ConGroup}] + 1 * [\text{EOpers}] + 1 * [\text{Exps}] + 1 * [\text{Opers}] = 12$. The word "Ограничение" (Constraint) is written in red text next to the expression field. The dialog also includes a "Check Expression" button and "OK" and "Cancel" buttons.

At the bottom of the screen, the status bar shows "For Help, press F1", "4.doe", and "Ready".

Оптимизация с помощью OptQuest



Оптимальный результат



Результаты оптимизации в OptQuest

Значение целевой функции	Статус	Количество операторов	Количество старших операторов	Количество экспертов	Количество сотрудников в группы контроля
0.69	Осуществимо	4	3	2	3
0.63	Неосуществимо	4	3	3	2
0.73	Неосуществимо	2	3	3	3
0.71	Неосуществимо	3	3	4	2
0.74	Неосуществимо	4	2	3	3
0.91	Неосуществимо	2	3	4	3
0.63	Неосуществимо	4	3	4	1
0.71	Неосуществимо	4	2	4	2
0.82	Неосуществимо	3	2	4	3
0.73	Неосуществимо	4	1	4	3

Фрагмент календарного плана проекта

