

**ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЦЕНТРА ПОДДЕРЖКИ КЛИЕНТОВ СОТОВОГО
ОПЕРАТОРА ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ КОЛИЧЕСТВА ОПЕРАТОРОВ ДЛЯ
ОБРАБОТКИ ВХОДЯЩИХ ЗВОНКОВ КЛИЕНТОВ В СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC****А.И. Мазитов, Н.Р. Зинатуллин (Казань)**

Целью данной работы является моделирование работы центра поддержки клиентов сотового оператора, а также создание модели, с помощью которой можно выяснить оптимальное количество необходимых операторов, задействованных для обслуживания звонков клиентов и обработки факсов. Создание модели и сам процесс моделирования происходит в среде моделирования AnyLogic.

Сущность имитационного моделирования заключается в том, что для изучаемой системы создаётся достаточно точная модель, для проведения экспериментов с различными вариантами функционирования данной системы и последующим их анализом.

Имитационные модели позволяют учитывать факторы, затрудняющие изучение предметной области при использовании аналитического метода исследования и проводить повторные эксперименты с обновлёнными данными, что приводит к экономии не только времени, но и финансовых средств владельца системы.

В работе рассматривается оптимизация работы центра поддержки клиентов сотового оператора за счет оптимизации количества операторов, которые принимают и обрабатывают звонки и факсы разной тематики. Для этой цели используется система имитационного моделирования AnyLogic, которая предоставляет возможность создать имитационный эксперимент, а также эксперимент для оптимизации систем.

Описание принципа работы центра поддержки клиентов

Поступающий входящий звонок в центр поддержки клиентов поступает в систему распределения по тематике вопроса (Выяснение Темы). В случае если клиент еще не определился с точной причиной обращения в центр, он ждет ответа оператора-распределителя (Обработка Темы), который перенаправляет звонок на оператора, занимающегося вопросами определенной тематики. Эти обращения будут направлены в один офис (Операторы Распределение), где свободный оператор может принять обращение. Если клиент точно знает тему своей проблемы, то он переходит к выбору конкретного оператора (Сортировка ПоТемам): вопрос о тарифах (Тарифы), вопрос о списаниях со счета (Списания), вопрос об акциях компании (Акции), иные вопросы (Иные Вопросы). Эти обращения будут в другом офисе (Операторы Спец), где оператор может принять любое обращение по своей теме. Поступающий факс обрабатывается оператором и направляется к операторам-специалистам, согласно его тематике: факс с жалобой (Жалобы), факс с запросами (Запросы), факс с платежными документами (Платежки). На все факсы всегда дается ответ. Функциональная схема работы модели представлена на рисунке 1.

Моделирование и оптимизация

Данная модель была разработана в среде имитационного моделирования AnyLogic 8.4, являющаяся мощным инструментом и позволяющая моделировать сложные и высокоорганизованные системы, а также осуществлять оптимизацию этих систем [24]. AnyLogic позволяет создавать графически взаимосвязанные блоки, которые могут работать с различными параметрами. При необходимости возможно использование библиотек, расширяющих возможности моделирования, а также расширение базового класса транзактов Agent, написанного на одном из самых популярных языков программирования - Java.

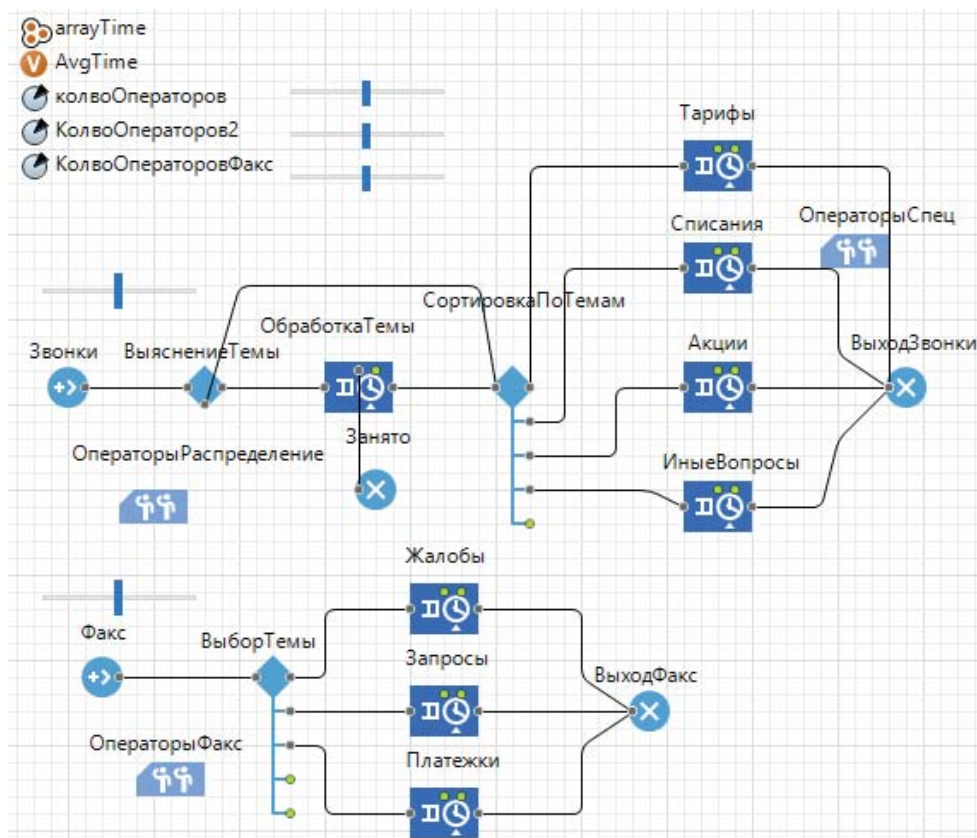


Рис. 1 Функциональная схема работы модели центра поддержки клиентов сотового оператора, выполненная в среде моделирования AnyLogic.

Для оптимизации модели было выделено 500 единиц времени, для работы модели - 8 часов. Был проведен эксперимент с низкой (10 звонков/мин, 5 факсов/мин) и высокой (50 звонков/мин, 25 факсов/мин) интенсивностью наплыва звонков и факсов. Результаты оптимизации модели продемонстрированы в таблице 1.

Таблица 1. Результаты оптимизации модели

Значение параметра	Пояснение	Нижняя граница диапазона	Верхняя граница диапазона	Исходное значение	Оптимальное значение
Низкая интенсивность наплыва звонков и факсов					
Кол-во Операторов, чел	Количество операторов, задействованных при первичной обработке звонков	10	40	15	20
Кол-во Операторов 2, чел	Количество операторов, задействованных при вторичной обработке звонков	20	200	60	135
Кол-во Операторов Почта, чел	Количество операторов на обработке факсов	5	40	9	40
Высокая интенсивность наплыва звонков и факсов					
Кол-во Операторов, чел	Количество операторов, задействованных при первичной обработке звонков	10	40	15	15
Кол-во Операторов 2, чел	Количество операторов, задействованных при вторичной обработке звонков	20	200	60	185
Кол-во Операторов Почта, чел	Количество операторов на обработке факсов	5	40	9	40

После оптимизации модели число операторов, которые должны участвовать в выяснении тематики проблемы клиента при низкой интенсивности наплыва клиентов увеличилось с первоначальных 15 до 20 операторов. Оптимальным количеством операторов на вторичной обработке звонков оказалось 135 вместо первоначальных 60 операторов, а для обработки факсов следует назначить 40 операторов вместо 9. При данных параметрах будет достигнута максимальная эффективность и быстродействие работы центра. Отчет по оптимизации, выполненный в среде моделирования AnyLogic, представлен на рисунке 2.

Оптимизация

	Текущее	Лучшее
Итерация:	500	85
Функционал:	17.502	13.331
Параметры		Copy best
колвоОператоров	20	20
КолвоОператоров2	135	135
КолвоОператоровПочта	40	40

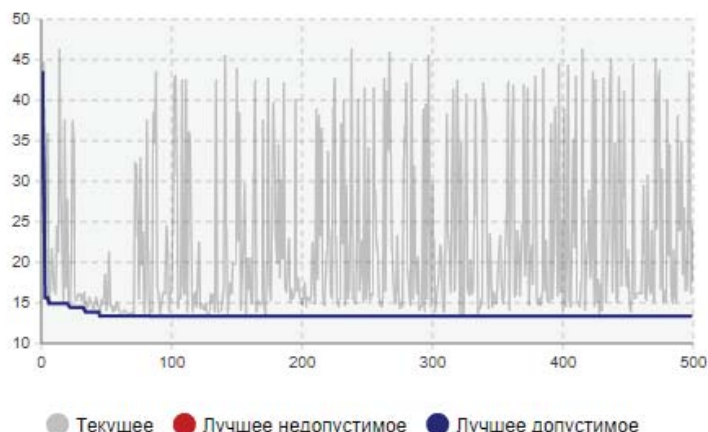


Рис. 2 Отчет по оптимизации, выполненный в среде моделирования AnyLogic при низкой интенсивности наплыва звонков и факсов.

После оптимизации модели при высокой интенсивности наплыва звонков и факсов число операторов, которые должны были участвовать в выяснении тематики проблемы клиента осталось прежним - 15. Оптимальным количеством операторов на вторичной обработке звонков стало 185 вместо 60 операторов, а для обработки факсов следует назначить 40 операторов вместо 9. При данных параметрах будет достигнута максимальная эффективность и быстрдействие работы центра поддержки клиентов. Отчет по оптимизации, выполненный в среде моделирования AnyLogic, представлен на рисунке 3.

Оптимизация

	Текущее	Лучшее
Итерация:	500	58
Функционал:	25.745	18.599
Параметры		Copy best
колвоОператоров	15	15
КолвоОператоров2	185	185
КолвоОператоровПочта	40	40

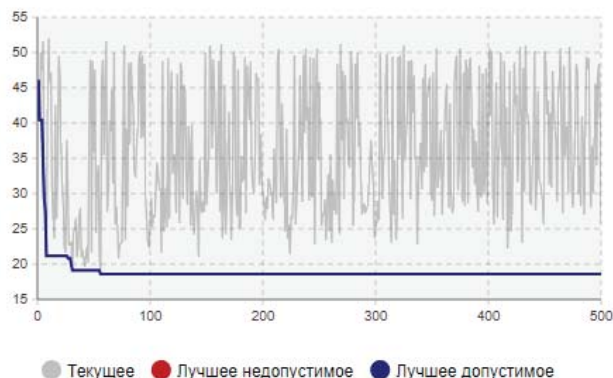


Рис. 3 Отчет по оптимизации, выполненный в среде моделирования AnyLogic при высокой интенсивности наплыва звонков и факсов.

Линейный регрессионный анализ

При помощи программных средств среды AnyLogic в отдельные файлы была записана статистика оптимизации модели, по которой был выполнен линейный регрессионный анализ модели. Регрессионный анализ – статистический метод исследования одной или нескольких независимых переменных X_1, X_2, \dots, X_n на зависимую переменную Y . Работа выполнялась при помощи программного пакета статистического анализа STATISTICA. Код Java в среде AnyLogic и результат пошаговой регрессии в программе STATISTICA представлен на рис.4 и рис.5

Действие после "прогона" модели:

```
file.println(root.AvgTime);
file1.println(КолвоОператоров);
file2.println(КолвоОператоров2);
file3.println(КолвоОператоровФакс);
```

Действие после итерации:

```
if (isBestSolutionFeasible()) {
    datasetBestFeasibleObjective.update();
}
if (!isCurrentSolutionFeasible()) {
    bestInfeasibleObjective = min( bestInfeasibleObjective, getCurrentObjectiveValue() );
}
if (bestInfeasibleObjective != Double.POSITIVE_INFINITY) {
    datasetBestInfeasibleObjective.update();
}
```

Рис.4 Код Java в среде AnyLogic

Regression Summary for Dependent Variable: y1 (Spreadsheet1_)						
R= .67221570 R?= .45187395 Adjusted R?= .42879496						
F(4,95)=19,579 p<.00000 Std.Error of estimate: .94614						
N=100	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(95)	p-value
Intercept			0,069285	0,098626	0,70250	0,484083
x2	-0,869107	0,219035	-0,903551	0,227716	-3,96789	0,000141
x1*x2	-0,271077	0,128458	-0,260621	0,123503	-2,11024	0,037465
x2*x3	0,604883	0,228120	0,642242	0,242210	2,65160	0,009388
x3	-0,423076	0,180643	-0,454981	0,194266	-2,34205	0,021266

Рис.5 Результат пошаговой регрессии в программе STATISTICA

В результате регрессионного анализа была получена формула $y_1 = 0,069285 - 0,903551 \cdot x_2 - 0,260621 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,642242 \cdot x_2 \cdot x_3 - 0,454981 \cdot x_3$.

На рис. 6 представлен график по результатам пошаговой регрессии типа ForwardStepwise.

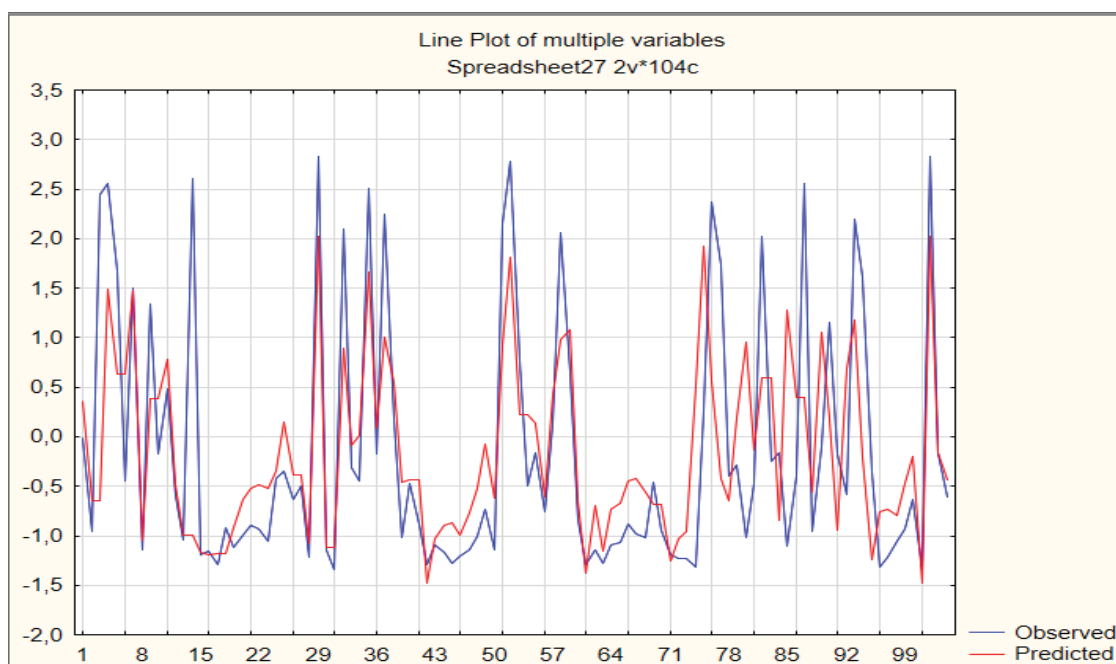


Рис.6. График по результатам пошаговой регрессии типа ForwardStepwise

Выводы

В процессе выполнения работы была создана модель, организующая работу центра поддержки клиентов сотового оператора. Была проведена оптимизация данной имитационной модели с помощью регулирования количества операторов, обслуживающих поступающие звонки клиентов и факсы.

Спроектированная модель и проведенные над ней эксперименты выявили решения, способствующие оптимизации работы и повышению эффективности центра поддержки. Данный алгоритм сокращает время обработки звонков и факсов клиентов, в ходе которого обрабатывается максимальное число поступающих звонков и факсов с самым оптимальным количеством операторов, что значительно помогает сократить затраты.

Литература

1. <https://terme.ru/termin/sistema.html>
2. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, М.Т. Махмутов, М.Л. Пейсахова, А.Х. Валиева, Б.А. Низамиев, Вестник Казанского технологического университета, 17, 10, 249-256 (2014).
3. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, Г.В. Костюхина, Т.А. Шигаева, Вестник Казанского технологического университета, 17, 6, 287-292 (2014).
4. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, В.В. Мокшин, Вестник Казанского технологического университета, 17, 4, 298-303 (2014).
5. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, С.В. Матвеева, В.В. Мокшин, К.А. Фролова, Вестник Казанского технологического университета, 17, 15, 338-343 (2014).
6. И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, С.В. Матвеева, В.В. Мокшин, К.А. Фролова, Вестник Казанского технологического университета, 17, 17, 213-221 (2014).
7. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Мухутдинов Т.А. Вестник Технологического университета, 18, 5, 184-188 (2015).
8. В.В. Мокшин, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 3, 89-93 (2009).
9. Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Якимов И.М., Захарова З.Х. Вестник Технологического университета, 20, 18, 120-126 (2017).
10. В. Мокшин, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин, Вестник Технологического университета, 20, 17, 99-103 (2017).
11. В.В. Мокшин, И.М. Якимов, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин, Вестник Технологического университета, 20, 19, 75-81 (2017).
12. В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, Л.М. Шарнин, Вестник Технологического университета, 20, 21, 80-85 (2017).
13. Э.И. Салихова, В.В. Мокшин, А.П. Кирпичников, П.И. Тутубалин, О.П. Михайлова, Вестник Технологического университета, 21, 2, 163-168 (2018).
14. В.С. Моисеев, П.И. Тутубалин, Нелинейный мир, 9, 8, 497-499 (2011).
15. В.С. Моисеев, П.И. Тутубалин, А.Н. Козар, Г.Е. Борзов, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 4, 112-116 (2008).
16. В.С. Моисеев, В.В. Дятчин, П.И. Тутубалин, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 2, 55-58 (2007).
17. В.С. Моисеев, А.Н. Козар, П.И. Тутубалин, К.В. Бормотов, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 1, 40-45 (2005).
18. В.С. Моисеев, В.В. Дятчин, П.И. Тутубалин, Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, 4, 36-39 (2005).
19. П.И. Тутубалин, А.П. Кирпичников, Вестник Казанского технологического университета, 20, 10, 94-99 (2017).
20. П.И. Тутубалин, А.П. Кирпичников, Вестник Казанского технологического университета, 20, 16, 102-109 (2017).

21. П.И. Тутубалин, А.П. Кирпичников, Вестник Казанского технологического университета, 20, 19, 96-102 (2017).
22. П.И. Тутубалин, А.П. Кирпичников, Вестник Казанского технологического университета, 20, 20, 101-108 (2017).
23. П.И. Тутубалин, А.П. Кирпичников, Вестник Казанского технологического университета, 20, 21, 86-92 (2017).
24. Р.В.Родина. Имитационное моделирование как средство оптимизации процессов производства // Научные достижения и открытия современной молодежи: сборник статей Международной научно-практической конференции в 2 ч. Ч.1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2017. С.75-77.