

Югорский государственный университет  
Институт цифровой экономики

Отчёт по проекту В

На тему «Модель распространения нового продукта по Бассу»

Выполнил:

Аббазов Валерьян Ринатович

Группа: 11916\1

г. Ханты-Мансийск

2022 г.

## Оглавление

Введение .....	3
2. Концептуальная модель реального процесса .....	4
3. Формализация .....	5
4. Компьютерная модель .....	7
5. Эксперименты .....	9
Заключение: .....	18
Список использованных источников .....	19

## **Введение**

Системная динамика – парадигма моделирования, где для исследуемой системы строятся графические диаграммы причинных связей и глобальных влияний одних параметров на другие во времени, а затем созданная на основе этих диаграмм модель имитируется на компьютере.

Метод основан Джей Форрестером в 1950-х годах и используется для анализа сложных систем с нелинейными обратными связями.

Системная динамика главным образом используется в долгосрочных, стратегических моделях и принимает высокий уровень абстракции. Люди, продукты, события и другие дискретные элементы представлены в моделях системной динамики не как отдельные элементы, а как система в целом.

В данной работе будет рассматриваться модель распространения нового продукта по Бассу.

## 2. Концептуальная модель реального процесса

Модель описывает процесс распространения среди населения инноваций и новых продуктов, разработана Фрэнком Бассом (Frank Bass) в 1969г.

Предположим, что некая фирма выпустила на рынок новый продукт, ранее неизвестный населению. Предполагается, что конкуренции со стороны других продуктов нет. Для того, чтобы создать спрос и люди начали приобретать новый продукт, используются два механизма. Определенная доля людей приобретает продукт под воздействием рекламы. Другие люди приобретают продукт в результате межличностных коммуникаций, общения с теми, кто этот продукт уже приобрел. В начальный момент времени население рассматривается как потенциальные покупатели.

Темпы продаж продукта изменяются с течением времени поэтому сложно выявить пик продаж, а также общее количество покупателей за определённый срок.

Цель моделирования: оценка успешности распространения нового продукта

Для оценки определим следующие задачи:

1. Оценить количество агентов, купивших продукт
2. Выявить пик продаж
3. Оценить темп продаж продукта
4. Оценить насыщенность рынка (отношение количества купивших продукт к общему количеству населения)

Будем считать насыщенность рынка целевым критерием оценки.

### 3. Формализация

Основными объектами модели являются:

- **Накопители** — объекты реального мира, в которых сосредотачиваются некоторые ресурсы; их значения изменяются непрерывно.
- **Потоки** — активные компоненты системы, они изменяют значения накопителей. В свою очередь, накопители системы определяют значения потоков.
- **Параметры** — числовые величины.

В данной модели накопителями являются численность потребителей и численность потенциальных потребителей продукта, а процесс приобретения продукта — потоком. Накопители обозначаются прямоугольниками, поток — вентилем, а динамические переменные — кружками. Стрелки обозначают причинно-следственные зависимости в модели. Системно-динамическое представление модели и обозначение для параметров модели имеет следующий вид:

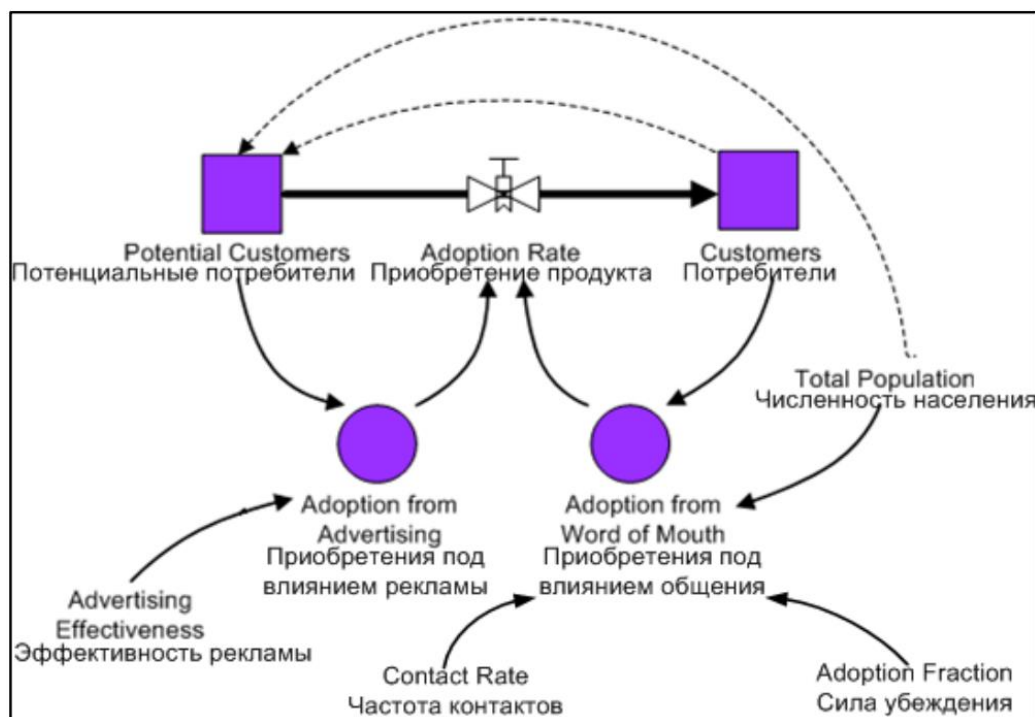


Рис. 1 — Системно-динамическое представление модели

В качестве модельного времени будут использоваться дни, при этом неделя состоит из 7 дней, месяц из 30 дней, год – 360 дней

Модель имеет следующие входные данные:

Формальное обозначение	Сокращенное обозначение	Полное обозначение	Название
x <sub>1</sub>	D	Duration	Длительность эксперимента в неделях
x <sub>2</sub>	TP	TotalPopulation	Общая численность населения
x <sub>3</sub>	CR	ContactRate	Число контактов владельцев продукта с другими людьми в год
x <sub>4</sub>	AE	AdEffectiveness	Эффективность рекламы
x <sub>5</sub>	AF	AdoptionFraction	Сила убеждения, т.е. доля контактов, которая приводит к продажам продукта
x <sub>6</sub>	PLT	ProductionLifeTime	Время жизни продукта, в месяцах

Табл. 1 — входные данные эксперимента

Выходные данные включают следующие пункты:

Формальное обозначение	Сокращенное обозначение	Полное обозначение	Название
y <sub>1</sub>	AB	Amount Bought	Количество агентов, купивших продукт
y <sub>2</sub>	PS	Peak sales	Пик продаж, определяется, как момент модельного времени, когда количество купивших людей, стало равно количеству не купивших
y <sub>3</sub>	PSY	Peak sales Day	Количество продаж, состоявшихся в день пика продаж
y <sub>4</sub>	MS	Market Saturation	Насыщенность рынка, определяется, как отношение количества купивших продукт к общему количеству населения
y <sub>5</sub>	AR	Adoption Rate	Темп продаж продукта

Табл. 2 — выходные данные эксперимента

## 4. Компьютерная модель

Компьютерная модель построена в среде AnyLogic. Модель имеет следующий вид:

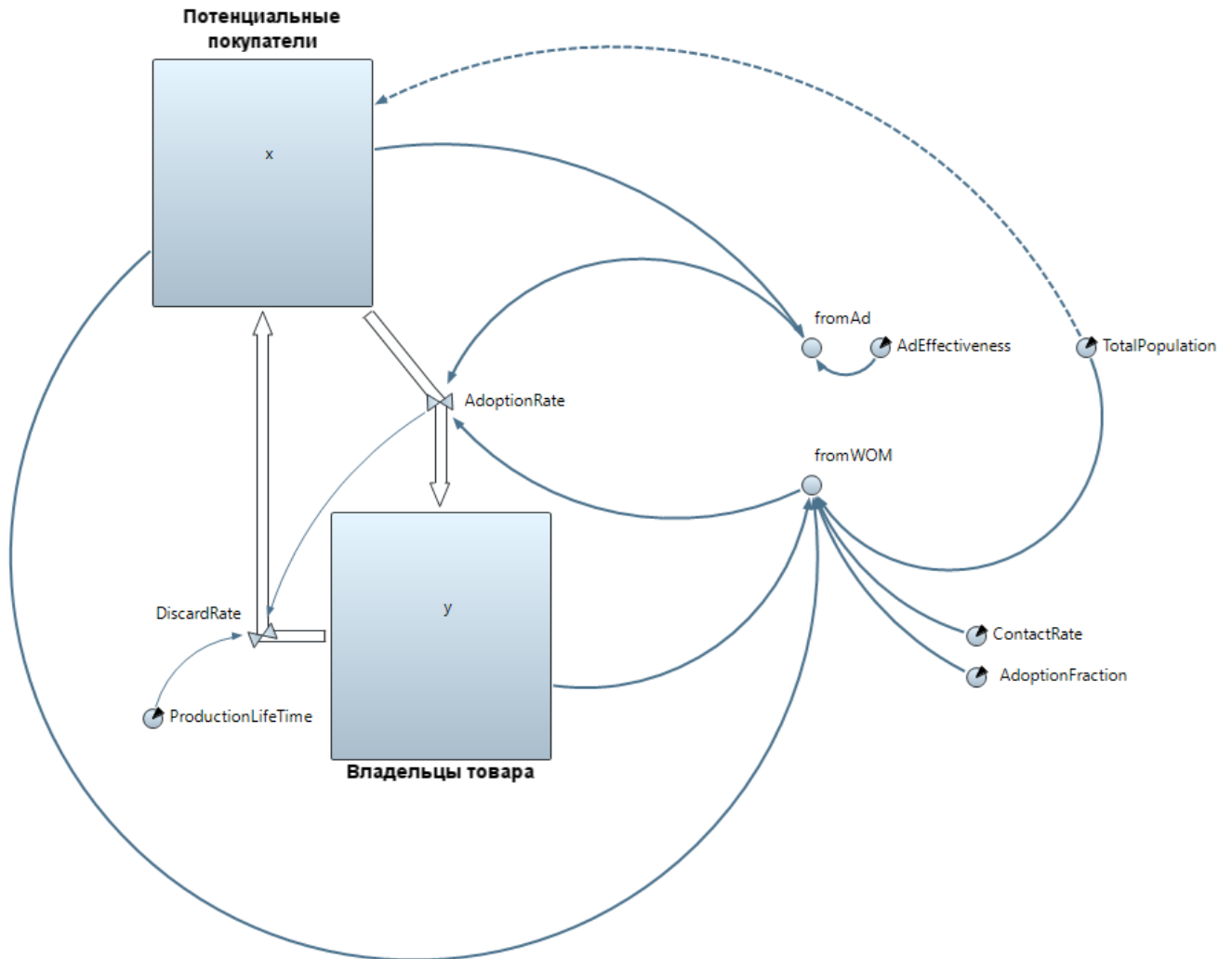


Рис. 2 — Модель распространения нового продукта

Модель имеет два накопителя:  $x$  — кол-во потенциальных покупателей,  $y$  — кол-во владельцев товара. Изменение значений накопителей происходит с помощью двух потоков  $AdoptionRate$  (Темп продаж продукта) и  $DiscardRate$  (Поток формирующий повторные покупки).

$AdoptionRate$  задаётся по формуле:  $fromAd + fromWOM$ , где  $fromAd$  (приобретение под влиянием рекламы) и  $fromWOM$  (приобретение под влиянием “сарафанного радио”) — являются динамическими переменными.

fromAd задаётся по формуле:  $AdEffectiveness * x$ , где AdEffectiveness (эффективность рекламы) — параметр, x — кол-во потенциальных покупателей

fromWOM задаётся по формуле:

$y * ContactRate * AdoptionFraction * x / TotalPopulation$ , где ContactRate (число контактов владельцев продукта с другими людьми в год), AdoptionFraction (сила убеждения, т.е. доля контактов, которая приводит к продажам продукта), TotalPopulation (общая численность населения) — параметры, x — кол-во потенциальных покупателей, y — кол-во владельцев товара.

DiscardRate - задаётся по формуле:  $delay(AdoptionRate, ProductionLifeTime)$ , где AdoptionRate (темп продаж продукта) — поток, ProductionLifeTime (время жизни продукта) — параметр, delay – функция:

$delay(<поток>, <время задержки>)$

- поток - имя переменной типа поток
- Время задержки - либо константа, либо численное выражение



## 5. Эксперименты

### 5.1 Эксперимент 1

Задачи:

1. Подсчитать значения выходных данных  $Y=(y_1, \dots, y_5)$ .
2. Построить графики, отображающих динамику изменения численности потенциальных покупателей, владельцев продукта и темп продаж

Данные эксперимента, согласно варианту 1:

Формальное обозначение	Полное обозначение	Название	Значение
$x_1$	Duration	Длительность эксперимента в неделях	96 (672 дня)
$x_2$	TotalPopulation	Общая численность населения	12000
$x_3$	ContactRate	Число контактов владельцев продукта с другими людьми в год	120 (0,33 в день)
$x_4$	AdEffectiveness	Эффективность рекламы	0.011
$x_5$	AdoptionFraction	Сила убеждения, т.е. доля контактов, которая приводит к продажам продукта	0.014
$x_6$	ProductionLifeTime	Время жизни продукта, в месяцах	2 (60 дней)

Результаты эксперимента:

Формальное обозначение	Название	Значение
$y_1$	Количество агентов, купивших продукт	5265
$y_2$	Пик продаж, определяется, как момент модельного времени, когда количество купивших людей, стало равно количеству не купивших	55 день

$y_3$	Количество продаж, состоявшихся в день пика продаж	80
$y_4$	Насыщенность рынка, определяется, как отношение количества купивших продукт к общему количеству населения	$5265/12000 = 0.44$
$y_5$	Темп продаж продукта	Рис. 4

Динамика изменения численности потенциальных покупателей, владельцев продукта:

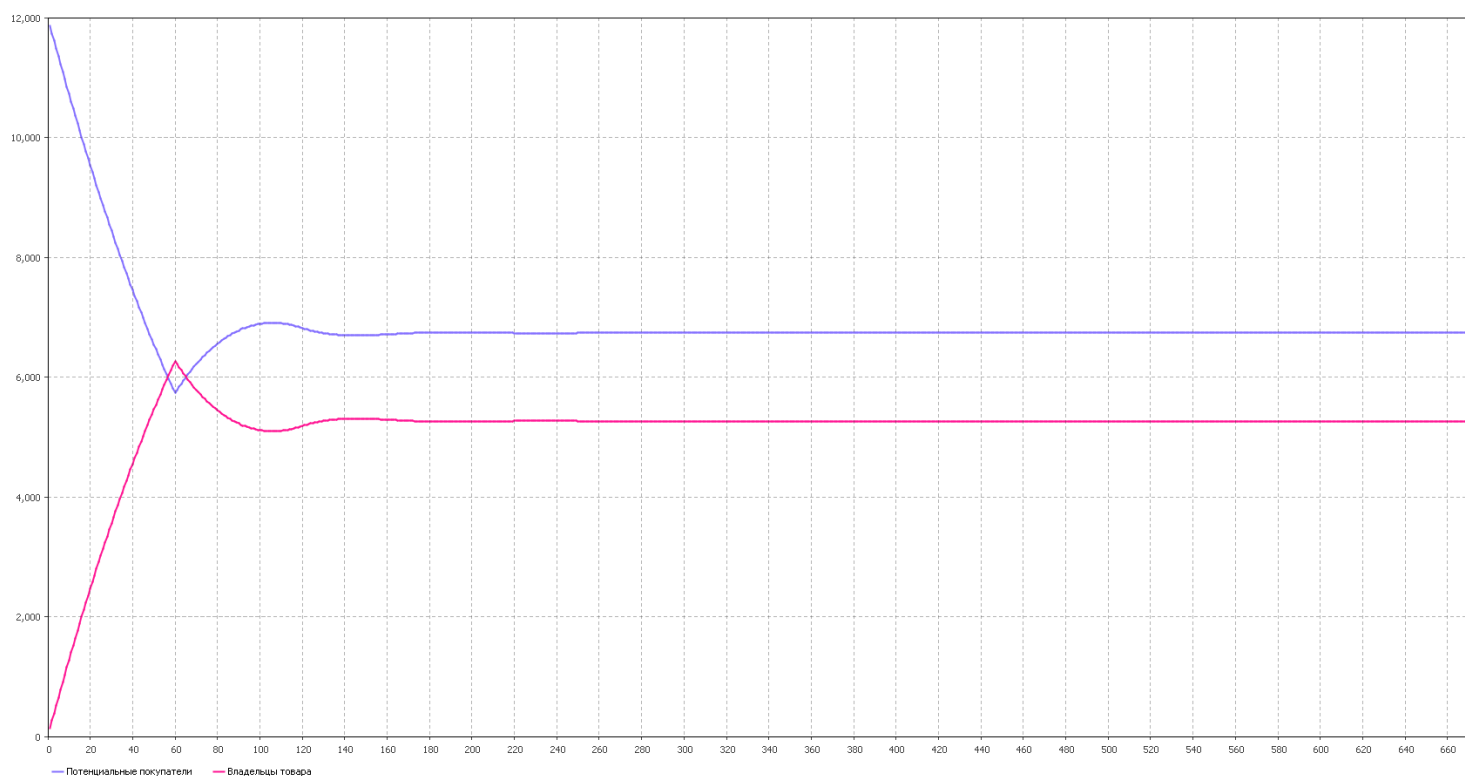


Рис. 3

## Темп продаж продукта:

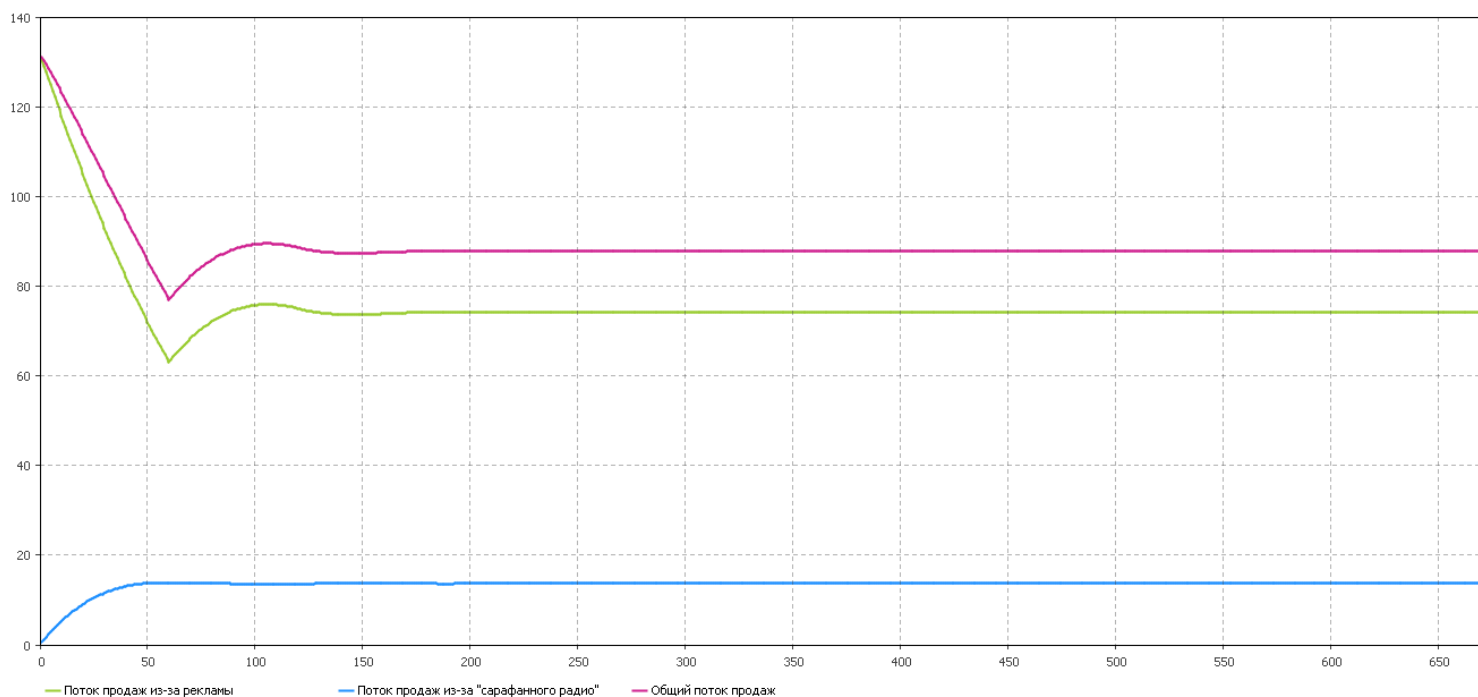


Рис. 4

**Вывод:** насыщенность рынка составляет стабильные 44% от общего числа жителей, после 150 дня темп продаж становится стабильным (90 ед. в день) и не уменьшается. Исходя из этого можно говорить об успешности внедрения продукта.

## 5.2 Эксперимент 2

Пусть параметр  $x_b$  изменяется в диапазоне  $[a:1:b]$ , где  $a$  – начальное значение параметра,  $1$  – шаг, с которым происходит изменения параметра,  $b$  – конечное значение параметра

Задачи:

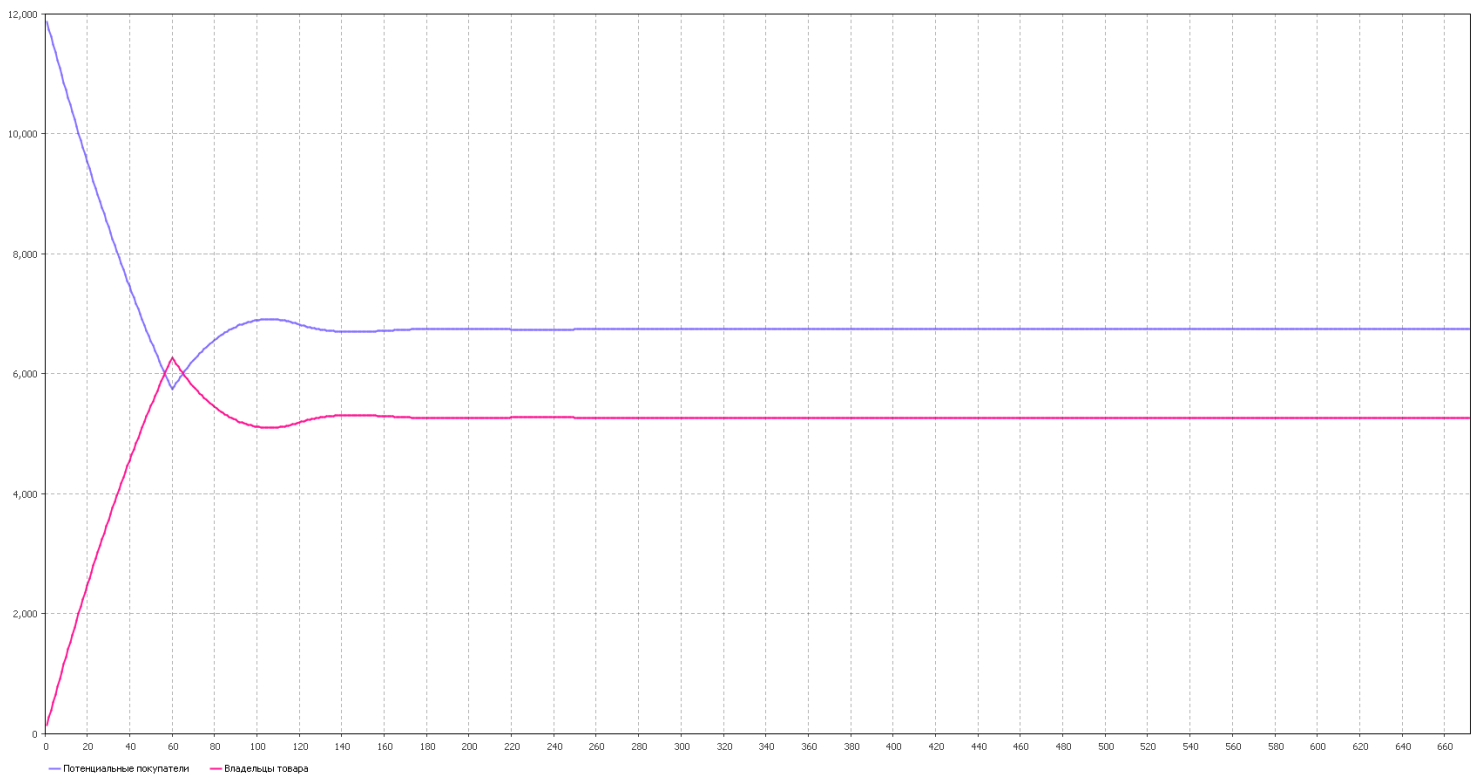
1. Проанализируйте влияние параметра  $x_b$  на динамику продаж.
2. Построить графики, отображающих динамику изменения численности потенциальных покупателей, владельцев продукта и темп продаж

Данные эксперимента, согласно варианту 1:

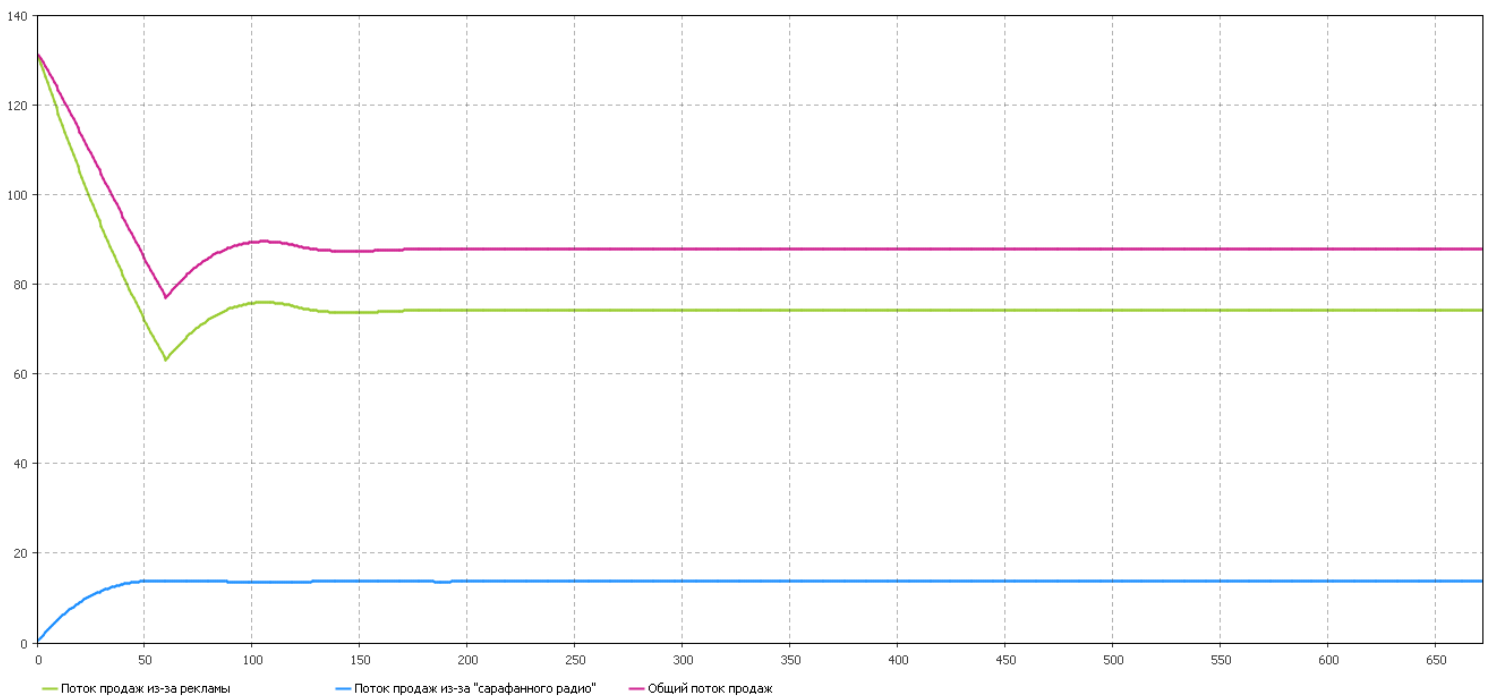
Формальное обозначение	Полное обозначение	Название	Значение
$x_1$	Duration	Длительность эксперимента в неделях	96 (672 дня)
$x_2$	TotalPopulation	Общая численность населения	12000
$x_3$	ContactRate	Число контактов владельцев продукта с другими людьми в год	120 (0,33 в день)
$x_4$	AdEffectiveness	Эффективность рекламы	0.011
$x_5$	AdoptionFraction	Сила убеждения, т.е. доля контактов, которая приводит к продажам продукта	0.014
$x_6$	ProductionLifeTime	Время жизни продукта, в месяцах	$[2:1:4]$ $([60:30:120]$ дней)

$x_6 = 2$ :

Динамика изменения численности потенциальных покупателей,  
владельцев продукта:

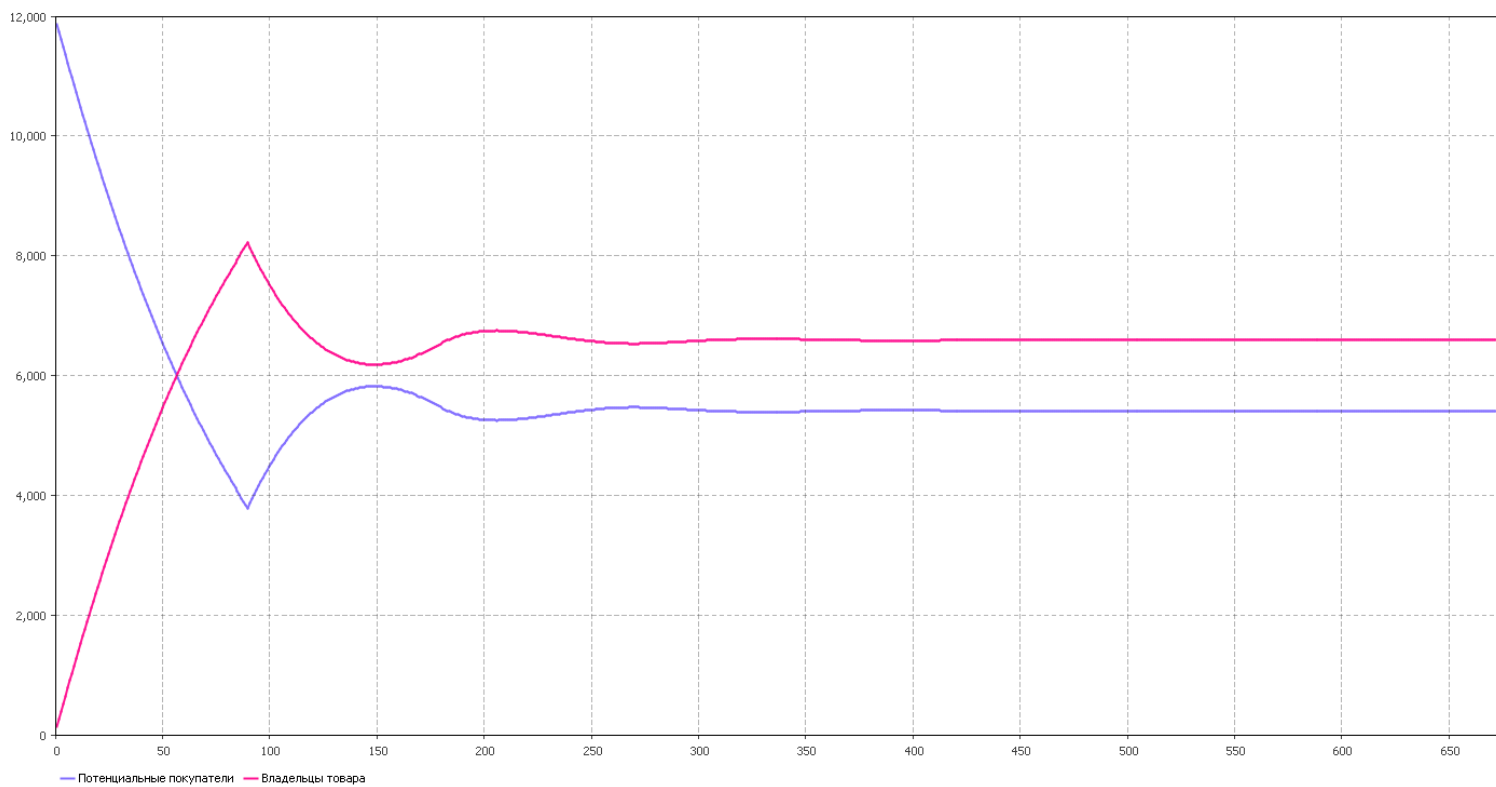


Темп продаж продукта:

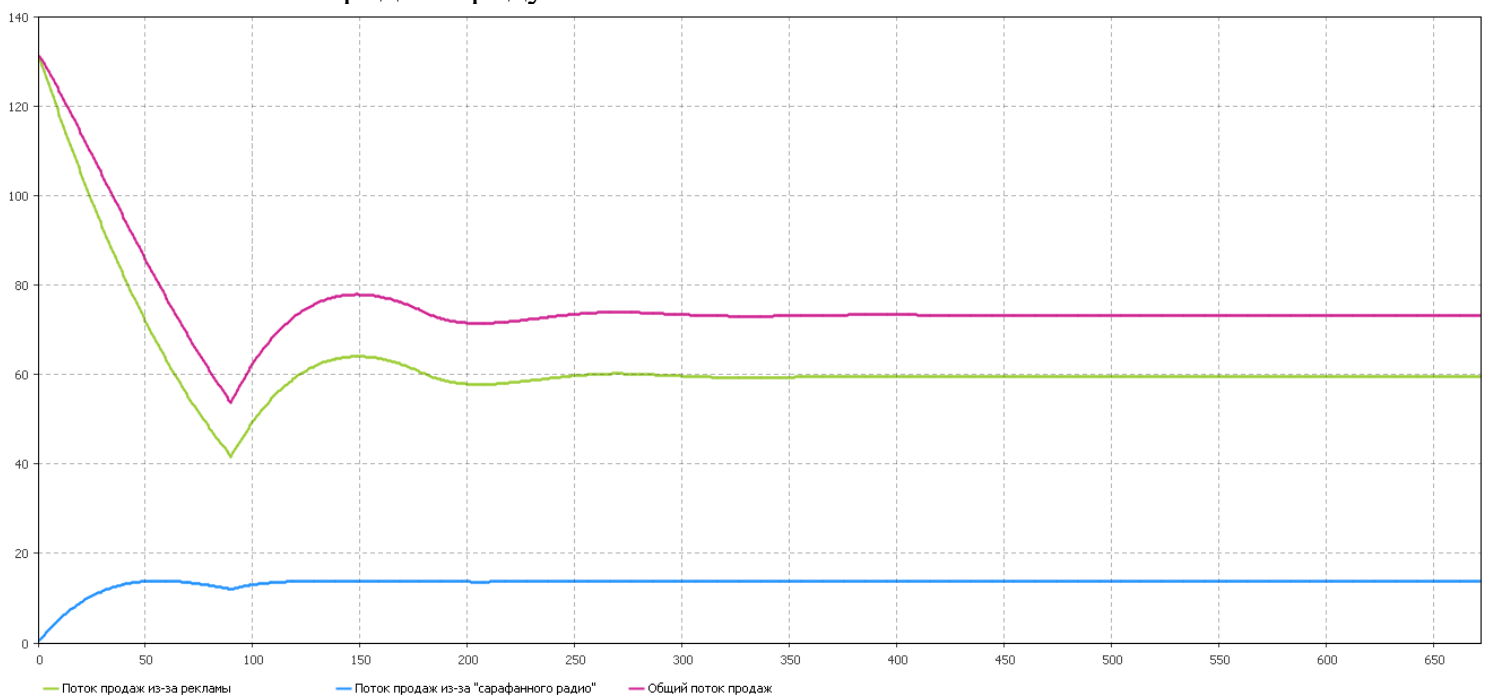


$x_6 = 3$ :

Динамика изменения численности потенциальных покупателей,  
владельцев продукта:

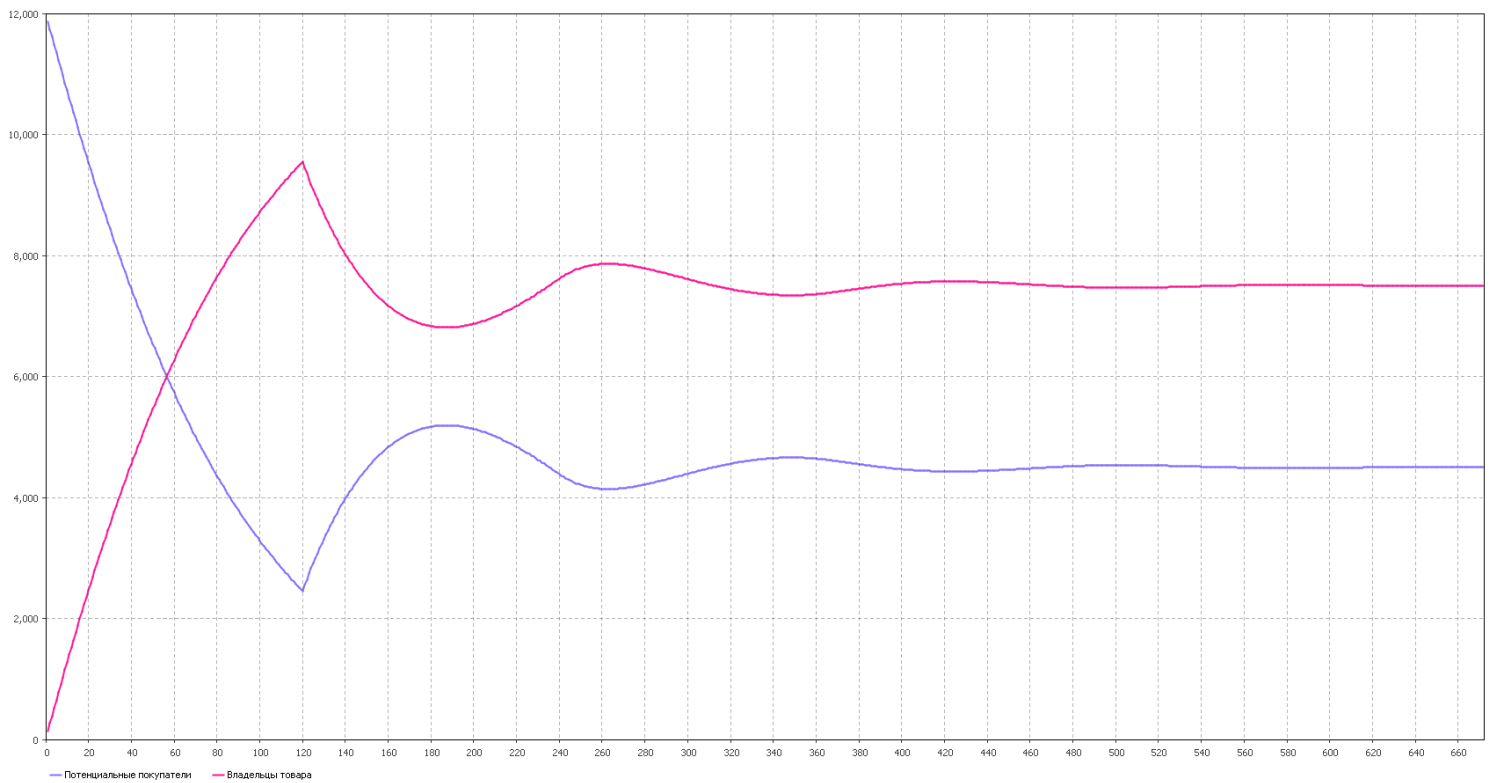


Темп продаж продукта:

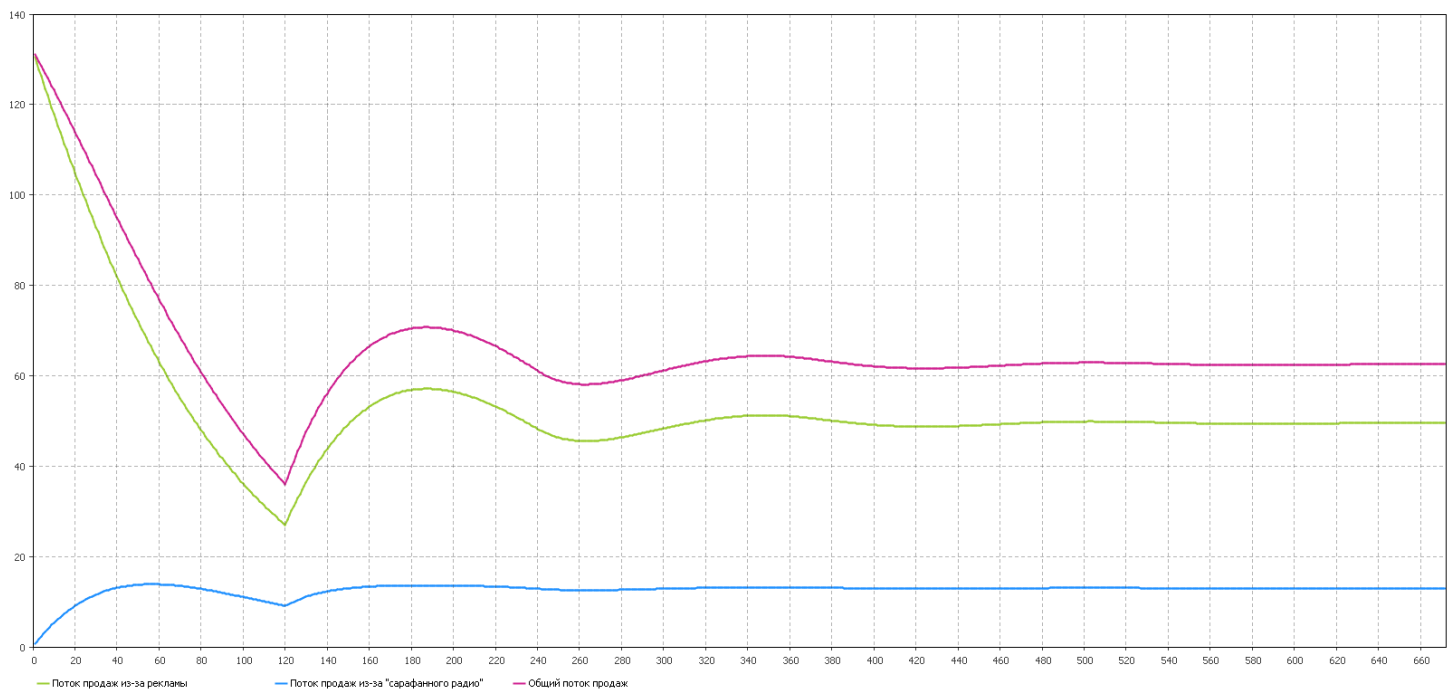


**$x_6 = 4$ :**

Динамика изменения численности потенциальных покупателей,  
владельцев продукта:



Темп продаж продукта:



**Вывод:** с увеличением времени жизни продукта происходит увеличение кол-ва владельцев товара и следовательно уменьшение потенциальных покупателей. В связи с этим с увеличением времени жизни продукта падает темп продаж.

### 5.3 Эксперимент 3

Задачи:

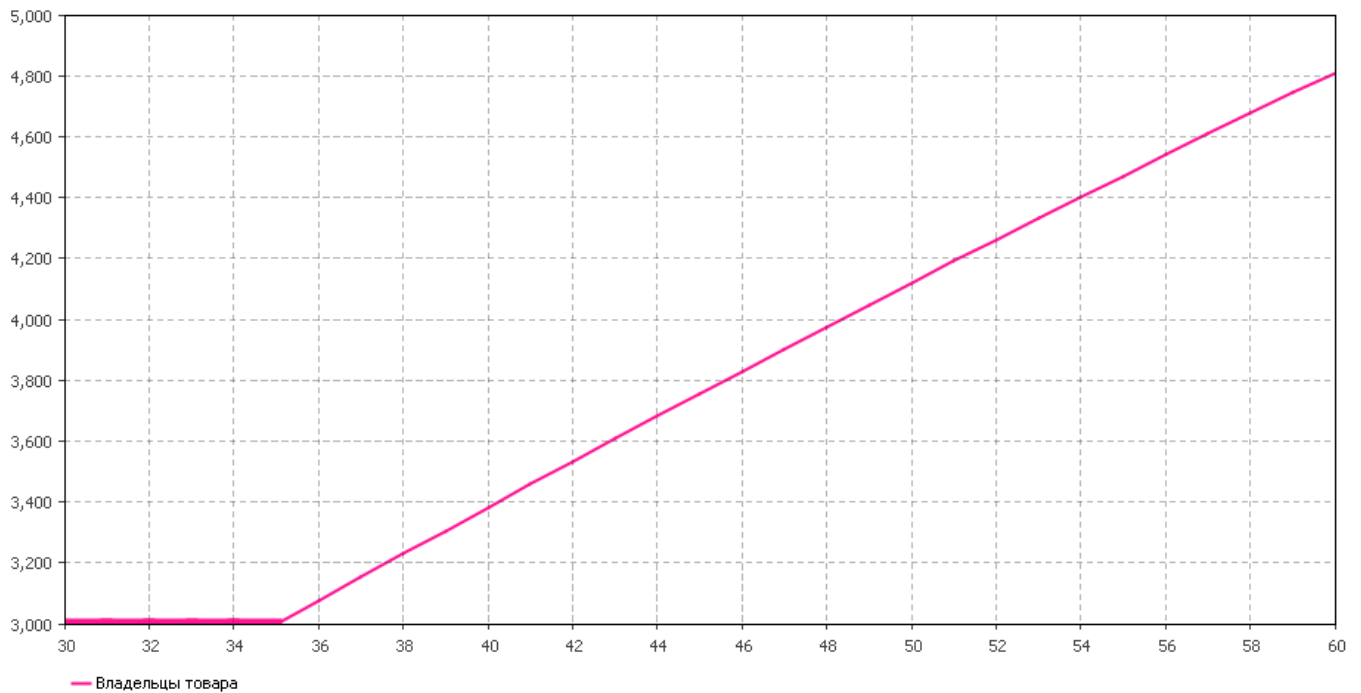
1. Определить значение параметров  $x_3$ ,  $x_4$  и  $x_5$  таким образом, чтобы насыщенность рынка в 2 месяц достигла 40% (4800 человек).
2. Построить графики, отображающих динамику изменения численности владельцев продукта.

Данные эксперимента, согласно варианту 1:

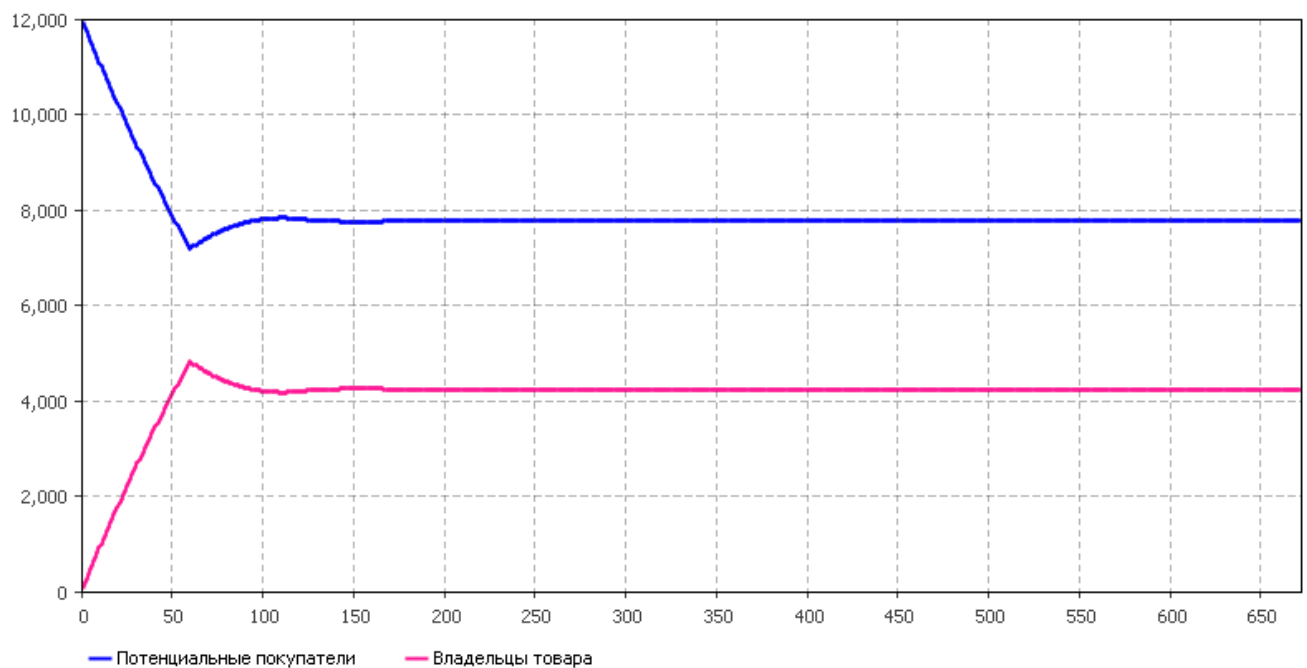
Формальное обозначение	Полное обозначение	Название	Значение
$x_1$	Duration	Длительность эксперимента в неделях	96 (672 дня)
$x_2$	TotalPopulation	Общая численность населения	12000
$x_3$	ContactRate	Число контактов владельцев продукта с другими людьми в год	120 (0,33 в день)
$x_4$	AdEffectiveness	Эффективность рекламы	0.0077
$x_5$	AdoptionFraction	Сила убеждения, т.е. доля контактов, которая приводит к продажам продукта	0.012
$x_6$	ProductionLifeTime	Время жизни продукта, в месяцах	2 (60 дней)



Динамика изменения численности владельцев продукта (обрезан в целях визуализации):



Динамика изменения численности потенциальных покупателей, владельцев продукта:



**Вывод:** насыщенность рынка в 2 месяц достигает 40% при следующих данных:  $x_3$  (ContactRate) — 120 (0,33 в день);  $x_4$  (AdEffectiveness) — 0.0077;  $x_5$  (AdoptionFraction) — 0.012

## **Заключение:**

Проведена оценка успешности распространения нового продукта

Во всех экспериментах выявлен стабильный темп продаж при достаточно высоких уровнях насыщенности рынка, из-за чего можно судить об успешности распространения продукта.

Была выявлена зависимость между временем жизни продукта и темпов продаж: с увеличением времени жизни продукта падает темп продаж.

## **Список использованных источников**

1. [https://eluniver.ugrasu.ru/pluginfile.php/291535/mod\\_resource/content/1/Проект%20В.pdf](https://eluniver.ugrasu.ru/pluginfile.php/291535/mod_resource/content/1/Проект%20В.pdf)
2. <https://help.anylogic.ru/index.jsp?nav=%2F0>
3. [https://ozlib.com/847658/informatika/sistemno\\_dinamicheskoe\\_modelirovanie](https://ozlib.com/847658/informatika/sistemno_dinamicheskoe_modelirovanie)