

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛАСТИЧНОСТИ УРОВНЯ АВТОМОБИЛИЗАЦИИ В ГОРОДАХ

Глуховченко С.А., студент гр. АПмоз-151, II курс
Научный руководитель: Семенова О.С., к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет имени
Т.Ф. Горбачева,
г. Кемерово

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. Такой вид моделирования помогает понять суть происходящего, выявить причинно-следственные связи между объектами и явлениями. Имитационное моделирование применяется для решения производственных, организационных и социально-экономических задач [1,2].

Системная динамика как метод имитационного моделирования включает в себя:

1. структуризацию объекта;
2. построение системной диаграммы объекта, где указываются связи между элементами;
3. определение переменных для каждого элемента и темпов их роста;
4. принятие гипотез о зависимости каждого темпа роста от переменных и формальное описание этих гипотез;
5. процесс оценки введенных параметров с помощью имеющейся статистики.

На рис. 1 представлена модель системной динамики Басса. Суть модели состоит в том, что рост количества потребителей инновационного продукта объясняется эффектом рекламы и эффектом межличностной коммуникации. Эффект рекламы состоит в том, что на начальном этапе жизненного цикла нового продукта потенциальные потребители способны узнать о нем только из рекламы самой компании. Со временем людей, попробовавших новый продукт, становится все больше, и на первый план выходят межличностные коммуникации, в результате которых о новом продукте потребители узнают уже друг от друга. Важно отметить, что эффективность рекламы со временем падает. Происходит это по двум основным причинам. Во-первых, люди склонны больше доверять мнению знакомых, уже имевших опыт использования продукта, нежели сомнительным обещаниям рекламщиков. Во-вторых, рекламные кампании производителя товара в большей степени направлены на сегменты новаторов и ранних последователей [3].

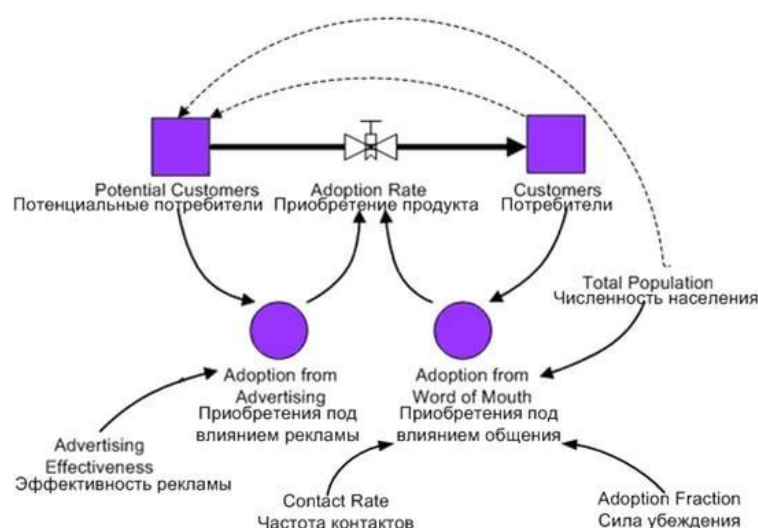
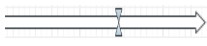


Рис. 1. Модель системной динамики Басса

Модель системной динамики, позволяющая оценить возможные изменения уровня автомобилизации в городе Кемерово, построена по аналогии с моделью Басса. В модели используются такие элементы, как накопители, поток, динамические переменные, связь, параметры, назначение которых описано в табл. 1.

Таблица 1. Элементы, используемые для построения модели

Элемент	Наименование	Назначение
	Накопители	Характеризуют накопленные значения величин внутри системы
	Поток	Скорости изменения уровней, перемещающие содержимое из одного накопителя к другому
	Параметр	Постоянные параметры модели
	Связь	Соединяющие функции решений
	Динамическая переменная	Имеют размерность и в процессе имитации вычисляются

Для каждого элемента диаграммы настраиваются необходимые значения свойств. Например, для элементов:

- накопители – вводится начальное значение;
- потоки – указывается направление потока, параметры, математические формулы;
- параметры – вводится значение;
- связь – указывается направление и полярность (+, -);
- динамические переменные – указываются параметры и математические формулы.

Данные и взаимосвязанные с ними параметры, используемые при построении модели, приведены в табл. 2.

Таблица 2. Данные и взаимосвязанные с ними параметры,
используемые в модели

Данные	Значение	Название параметра в модели
Население, чел.	553076	Население
Рождаемость, чел.	6519	Рождаемость
Смертность, чел.	7100	Смертность
Миграция, чел.	350	Миграция
Количество ТС в собственности, шт.	150000	ВладельцыИмеющиеЛичноеАвто
Коэффициент рекомендации ТС знакомыми	0,06	КонтактыКПродажам
Эффективность рекламы	0,011	ЭффективностьРекламы

При построении модели не учитывались такие факторы как

- доход населения;
- количество автомобилей, приходящихся на семью;
- альтернативные способы передвижения.

Построенная модель системной динамики (рис.2) базируется на следующих дифференциальных уравнениях и формулах:

$$\frac{d(\text{ПотенциальныеКлиентыДляПокупкиАвто})}{dt} = -\text{ПотокПродаж}$$

$$\frac{d(\text{КупившиеАвто})}{dt} = \text{ПотокПродаж}$$

$$\text{ЧисленностьЖителей} = \text{Население} + \text{Рождаемость} - \text{Смертность} - \text{Миграция}$$

$$\begin{aligned} & \text{ПродажиЗаСчетРекламы} = \\ & = \text{ПотенциальныеКлиентыДляПокупкиАвто} * \text{ЭффективностьРекламы} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{ПродажиПоРекомендацииУжеИмеющихАвто} = \\ & = \text{КонтактыКПродажам} * \frac{\text{КупившиеАвто}}{\text{ЧисленностьЖителей}} * \\ & * \text{ПотенциальныеКлиентыДляПокупкиАвто} + \text{ВладельцыИмеющиеЛичноеАвто} \\ & \text{ПотокПродаж} = \\ & = \text{ПродажиЗаСчетРекламы} + \text{ПродажиПоРекомендацииУжеИмеющихАвто} \end{aligned}$$



Список литературы.

1. Глуховченко, С. А. Моделирование движения ТС на участке УДС г. Кемерово / С. А. Глуховченко, О. С. Семенова // Организация и безопасность дорожного движения: Материалы X международной научно-практической конференции, 16 марта 2017 г. В 2 т. / отв. редактор Д. А. Захаров. – Тюмень: ТИУ, 2017. Т. 2. – 459 с. (С. 167-172)
2. Карпов, Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 / Ю. Карпов. – Санкт-Петербург : БХВ Питербург, 2005. – 109с.
3. Каталевский, Д. Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие; 2-е изд., перераб. и доп. / Д. Ю. Каталевский. – Москва : Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. – 496 с.