

Имитационное моделирование финансово-экономических систем

Домашняя работа 2, Системная динамика

Поздняков Виталий ¶

Классическая модель Басса была реализована нами совместно на одном из семинаров в системе AnyLogic. Модификация модели заключена в следующем:

а) Добавить конкурирующую компанию (еще один контейнер), по аналогии с исходной (привлечение клиентов через прямую рекламу и «сарафанное радио»).

б) Клиенты после привлечения любой из компаний могут разочароваться и снова вернуться на рынок потенциальных клиентов (вероятность разочарования – новый параметр модели). Таким образом, имеется обратный поток клиентов в контейнер потенциальных клиентов.

с) Привлеченные клиенты одной компании могут напрямую воздействовать на клиентов конкурента, переманивая их в свою компанию (еще два новых параметра: уровень толерантности, т.е. восприимчивости, выраженный в форме вероятности перехода к конкуренту при контакте с его клиентами, а также уровень агрессивности привлечения, выраженный в форме вероятности прямой рекламы клиентам конкурента).

Задача А

Реализовать модифицированную модель Басса.

Решение

Модель реализована в файле [bass.py \(bass.py\)](#).

```
In [1]: import pysd
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
```

```
In [2]: model = pysd.load('bass.py')
```

Задача В

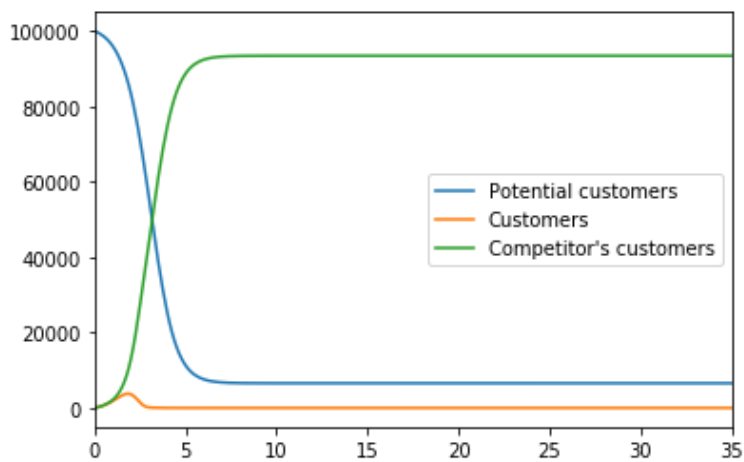
Оценить сходимость модели, т.е. устойчивость пропорции распределения клиентов.

Решение

Сходимость будем оценивать эмпирически на временном горизонте 35 условных интервалов. Если распределение клиентов меняется только в начале имитации, но в дальнейшем остается фиксированной, то можно считать, что сходимость имеет место.

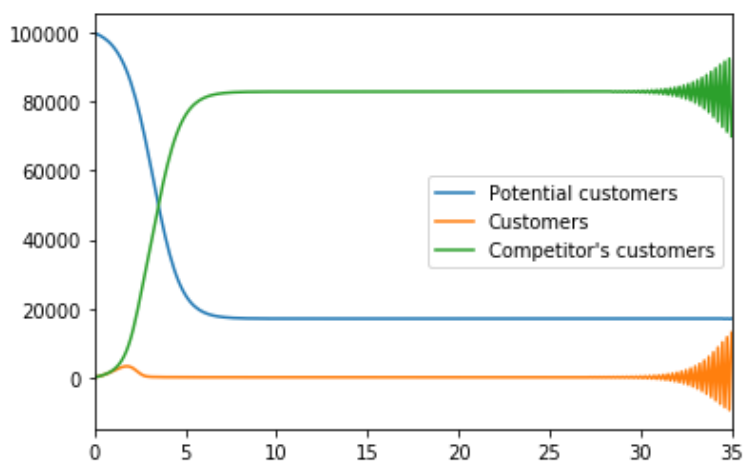
Пример параметров модели, при которых наблюдается сходимость (подобраны эмпирически):

```
In [3]: return_columns=['Potential customers', 'Customers', 'Competitor\'s customers']
stocks = model.run(
    return_columns=return_columns,
    params={'Satisfying fraction': 0.2,
            'Neutral fraction': 0.7,
            'Competitor\'s satisfying fraction': 0.4,
            'Competitor\'s neutral fraction': 0.5})
stocks.plot()
plt.show()
```



Пример параметров модели, при которых сходимость не наблюдается:

```
In [4]: stocks = model.run(
    return_columns=return_columns,
    params={'Competitor\'s neutral fraction': 0.37,
            'Competitor\'s satisfying fraction': 0.37,
            'Neutral fraction': 0.7,
            'Satisfying fraction': 0.1})
stocks.plot()
plt.show()
```



Задача С

Варьируя параметрами модели в части каждого из конкурентов, оценить относительную мощность множества значений параметров, при которых сходимость имеет место. Общую численность людей, а также «человеческие» параметры такие, как частота контактов, восприимчивость, агрессивность остаются постоянными, варьируем только параметры, характеризующие компании, но не людей.

Решение

Для начала определим список параметров и доступные диапазоны значений:

1. Advertising effectiveness: (0, 1)
2. Competitor's advertising effectiveness: (0, 1)
3. Satisfying fraction: (0, 1)
4. Neutral fraction: (0, 1)
5. Competitor's satisfying fraction: (0, 1)
6. Competitor's neutral fraction: (0, 1)

Кроме того, добавим ограничения:

1. Параметры 3 и 4 в сумме не должны давать больше 1
2. Параметры 5 и 6 в сумме не должны давать больше 1

Запуск модели при полном переборе всех возможных наборов значений вычислительно сложен, поэтому будем использовать перебор 10000 случайных наборов значений.

Сходимость модели будем фиксировать если распределение клиентов не меняется в течение 10 последних интервалов.

```
In [5]: def model_is_converge():
    satis_fraction = np.random.uniform(0.01, 0.99)
    neutral_fraction = np.random.uniform(0.01, 1 - satis_fraction)
    com_satis_fraction = np.random.uniform(0.01, 0.99)
    com_neutral_fraction = np.random.uniform(0.01, 1 - com_satis_fraction)
    ad_effectiveness = np.random.uniform(0.01, 0.99)
    com_ad_effectiveness = np.random.uniform(0.01, 0.99)

    params = {
        'Satisfying fraction': satis_fraction,
        'Neutral fraction': neutral_fraction,
        'Competitor\'s satisfying fraction': com_satis_fraction,
        'Competitor\'s neutral fraction': com_neutral_fraction,
        'Advertising effectiveness': ad_effectiveness,
        'Competitor\'s advertising effectiveness': com_ad_effectiveness
    }
    stocks = model.run(return_columns=return_columns,
                      params=params,
                      return_timestamps=range(25, 35))
    if stocks.nunique().sum() == 3 and True not in np.isnan(stocks.values):
        return True
    return False
```

```
In [6]: n = 1000
m = 0
for i in range(n):
    m += model_is_converge()
m / n
```

Out[6]: 0.43

In []: