

КАЛИБРОВКА МОДЕЛЕЙ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ ОПЦИОНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Чабаненко Владислав Дмитриевич

Студент

Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: chabanenko.vladislav@gmail.com

Первые биржевые опционы появились в 1973 году. Но именно в последние два десятилетия популярность опционов значительно выросла. Согласно данным организации Options Industry Council общий объем опционных контрактов, торгуемых на биржах США, в 1999 году был около 507 миллионов. К 2007 году это число выросло до рекордных по сей день более 3 миллиардов контрактов.

И хотя опционы имеют репутацию рискованных инструментов, суть которых понимают только экспертные трейдеры, они могут быть полезны и обычному инвестору. Вот три ключевых преимущества, которые опционы могут дать инвестору:

1. имеют потенциально большую доходность;
2. могут быть менее рискованными, чем акции;
3. позволяют реализовать альтернативные торговые стратегии (хеджирование, торговля волатильностью).

Основным моментом в покупке опциона является то, что инвестор не может потерять больше денег, чем заплатил за него. Таким образом, нужно уметь вычислять цену опциона исходя из текущего положения рынка.

Существует множество подходов для оценки стоимости опционов. Выделим два наиболее популярные среди них:

- Модель Блэка-Шоулза [1]

Преимущества: один параметр (подразумеваемая волатильность) — простая модель; быстро калибруется.

Недостатки: подразумеваемая волатильность — константа, что несправедливо для реального рынка; не является гибкой за счет наличия только одного параметра.

- Модель Хестона [2]

Преимущества: 5 параметров — гибкая модель; волатильность представляет собой стохастический процесс.

Недостатки: модель очень долго калибруется; неустойчивая за счет наличия 5 параметров; при калибровке высока вероятность застрять в локальном минимуме.

В данной работе мы нацелены на создание модели с минимальным количеством параметров (2 или 3) и неконстантной подразумеваемой волатильностью, дающей приемлемую точность при оценке биржевых опционов и достаточно устойчивой для рынка S&P500, а также быстро калибруемой.

Итоговая модель строится из комбинации следующих идей:

- в основе лежит смесь трех формул Блэка-Шоулза с разными параметрами дрефта и волатильности [3];
- преобразование пространства изначальных параметров в пространство новых параметров выполняется с помощью нейронной сети (автокодировщика) [4];
- для достижения устойчивости модели генерируются синтетические опционы (исходя из данных с биржи), а также в нейронную сеть добавляются слои с гауссовским шумом.

Ниже приведена таблица 1 сравнения различных моделей для оценки стоимости опционов на данных 2017–2018 годов. В таблицу включен как обычный день (21 сентября 2017 г.), так и стрессовые (5–7 февраля 2018 г.), когда волатильность на рынке резко возросла более чем на 100%.

Из таблицы можно увидеть основные недостатки моделей Black-Scholes и Heston: первая не слишком гибкая, чтобы одним параметром описать весь спектр опционов; вторая же очень долго калибруется (около 10 минут) и при этом попадает в локальные минимумы (судя по большой ошибке в стрессовые дни). В свою очередь, модель MixtureAE не имеет таких проблем: точность, устойчивость модели и время калибровки остаются на приемлемом уровне.

В результате работы получена двухпараметрическая модель (MixtureAE) для оценки стоимости опционов, приближающая цены с достаточно хорошей точностью и устойчивая к стрессовым сценариям на рынке (см. табл. 1).

Дата / Модель	Black-Scholes		Heston		MixtureAE	
	RMSE	t, сек	RMSE	t, сек	RMSE	t, сек
21.09.17	5.23	0.2	1.04	609	1.30	15
05.02.18	12.89	0.2	8.49	585	2.03	13
06.02.18	7.55	0.3	6.93	603	3.38	14
07.02.18	7.66	0.2	5.62	597	2.43	15

Таблица 1: Сравнение моделей по RMSE для различных дней

Литература

1. Davis M. H. A. Black-Scholes Formula // Encyclopedia of Quantitative Finance. – 2010.
2. Heston S. L. A closed-form solution for options with stochastic volatility with applications to bond and currency options // The review of financial studies. – 1993. – Т. 6. – №. 2. – С. 327-343.
3. White R. Mixed log-normal volatility model // Technical report, OpenGamma, 2012.
<http://developers.opengamma.com/quantitative-research/Mixed-Log-Normal-Volatility-Model-OpenGamma.pdf>
4. Hinton G. E., Salakhutdinov R. R. Reducing the dimensionality of data with neural networks // science. – 2006. – Т. 313. – №. 5786. – С. 504-507.