

---

**Раздел 1**  
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

---

**ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ БИРЖЕВЫХ**  
**ИНДЕКСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО**  
**АНАЛИЗА В ТАБЛИЧНОМ ПРОЦЕССОРЕ MS EXCEL**

**О. М. Балабан, М. А. Лучин, Ю. М. Орлов**

*Саратовский государственный технический  
университет имени Гагарина Ю. А. ,Россия*

E-mail: ombal@mail.ru, bearnice@yandex.ru, luchin\_m\_a@mail.ru

В работе проведены исследования поведения биржевых индексов ММВБ на основе статистических методов, в частности, метода временных рядов. По результатам показателей описательной статистики, а так же численных значений автокорреляционной функции, был дан прогноз о перспективе изменения биржевых индексов.

**RESEARCH AND PREDICTION OF CONDUCT**  
**STOCK INDEXES USING METHODS OF STATISTICAL**  
**ANALYSIS IN MS EXCEL**

**O. M. Balaban, M. A. Luchin, Y. M. Orlov**

The paper studied the behavior of stock exchange MICEX index based on statistical methods, in particular, the method of time series. According to the results of descriptive statistics indicators, as well as the numerical values of the autocorrelation function, it was given a prognosis of long term changes in stock indexes.

Исследование поведения индексов ММВБ имеет своей целью оценить эффективность данной торговой площадки с точки зрения её эффективности для инвесторов (игроков). Целью исследования является получение статистических характеристик динамики рынка данной торговой площадки на основании наблюдений поведения индексов за длительный временной период, с выдачей рекомендации на прогноз изменения индексов в ближайшей перспективе. Приведем решение данной задачи:

В качестве исходных данных рассматривались ежемесячные показатели индекса ММВБ в период с 2007-2014г. (<http://investing.com/>).

Далее все действия будем производить при помощи инструментов табличного процессора MS Excel с применением дополнительных надстроек, согласно алгоритму, описанному американскими учеными К. Берком и П. Кейри [1].

	A	B	C	D	E	F
1	Год	Месяц	Дата	Индекс ММВБ	Макс.	Мин.
2	2007	Янв	1 января 2007 г.	1656.94	1695.50	1528.85
3	2007	Фев	1 февраля 2007 г.	1655.25	1756.85	1608.85
4	2007	Мар	1 марта 2007 г.	1698.08	1730.36	1484.69
5	2007	Апр	1 апреля 2007 г.	1697.28	1780.54	1668.65
6	2007	Май	1 мая 2007 г.	1570.34	1707.23	1485.66
7	2007	Июн	1 июня 2007 г.	1665.96	1703.53	1555.67
8	2007	Июл	1 июля 2007 г.	1734.42	1817.58	1665.28
9	2007	Авг	1 августа 2007 г.	1677.02	1736.66	1567.40
10	2007	Сен	1 сентября 2007 г.	1759.44	1763.33	1630.83
11	2007	Окт	1 октября 2007 г.	1874.73	1885.10	1724.32
12	2007	Ноя	1 ноября 2007 г.	1850.64	1933.20	1761.61
13	2007	Дек	1 декабря 2007 г.	1888.86	1970.46	1832.01
14	2008	Янв	1 января 2008 г.	1574.33	1942.36	1509.70
15	2008	Фев	1 февраля 2008 г.	1660.42	1746.94	1549.62
16	2008	Мар	1 марта 2008 г.	1628.43	1698.40	1550.78
17	2008	Апр	1 апреля 2008 г.	1667.35	1717.72	1615.82
18	2008	Май	1 мая 2008 г.	1925.24	1966.32	1667.35
19	2008	Июн	1 июня 2008 г.	1753.67	1932.00	1725.53
20	2008	Июл	1 июля 2008 г.	1495.33	1759.95	1416.18
21	2008	Авг	1 августа 2008 г.	1348.92	1504.63	1244.12
22	2008	Сен	1 сентября 2008 г.	1027.66	1381.00	789.38
23	2008	Окт	1 октября 2008 г.	731.96	1052.25	493.62
24	2008	Ноя	1 ноября 2008 г.	611.32	871.41	503.55
25	2008	Дек	1 декабря 2008 г.	619.53	675.93	538.15
26	2009	Янв	1 января 2009 г.	624.9	671.61	534.79
27	2009	Фев	1 февраля 2009 г.	666.05	743.31	602.72
28	2009	Мар	1 марта 2009 г.	772.93	869.81	638.66
29	2009	Апр	1 апреля 2009 г.	920.35	942.58	758.09
30	2009	Май	1 мая 2009 г.	1123.38	1125.59	935.16

Рис.1. Ежемесячные показатели индекса ММВБ

Для решения поставленной задачи необходимо, опираясь на исходные данные получить показатели описательной статистики

		Univariate Statistics			
Индекс		Кол-во	Средние значение	Диапазон	Станд. отклонение
	Год = 2007	12	1 727,4133	318,52	98,60729
	Год = 2008	12	1 337,0133	1 313,92	467,38913
	Год = 2009	12	1 026,1483	745,11	241,68011
	Год = 2010	12	1 438,6167	378,68	109,44404
	Год = 2011	12	1 617,3167	447,05	149,47740
	Год = 2012	12	1 449,2550	291,25	74,64771
	Год = 2013	12	1 436,2317	216,30	72,14370
	Год = 2014	12	1 424,4183	227,67	60,82266
	Overall	96	1 432,0517	1 313,92	276,03221

Рис. 2. Описательная статистка временного ряда индекса ММВБ

Далее приступаем к анализу изменения ежемесячных индексов ММВБ.



Рис. 3. Диаграмма изменений индекса ММВБ за весь период времени

На данной диаграмме заметны выбросы в конце 2008 года, поэтому по поводу денежными властями и руководством страны были предприняты следующие действия. В 2008 г. выделение средств на антикризисные меры составили 1088 млрд. рублей, что составляло 2.6 % ВВП, из этих средств на упрочнение финансового сектора руководство выделило 786 млрд. рублей, а в помощь и поддержку реального сектора экономики выделение средств составило 305 млрд. рублей.

Таким же образом мы можем показать процентное преобразование помесечных изменений индекса ММВБ. Проведя дополнительные подсчеты данных о процентных изменениях значений ежемесячных индексов ММВБ построим следующую диаграмму:



Рис. 4. Диаграмма процентных изменений индекса ММВБ

Эта диаграмма показывает нам, что за весь период времени изменчивость довольно стабильна и находится в 10%-ом диапазоне, за исключением скачка в конце 2008г. Такое состояние изменчивости дает возможность использовать инструменты статистического анализа к данным об изменениях индекса ММВБ. Для начала попробуем вычислить параметры описательной статистики изменений ежемесячных средних значений индекса ММВБ.

Для вычисления параметров описательной статистики процентных изменений индекса ММВБ, использовано специальное приложение StatPlus. Результаты данной операции представлены на рис. 5.

		Univariate Statistics						
Проц.Изменения	Год =	Кол-во	Средние значение	Медиана	Минимум	Максимум	Диапазон	Станд. отклонение
	2007	11	1,28145159207	2,065231487	-7,479025264	6,552653117	14,031678381	4,272057486008
	2008	12	-8,03467922683	-9,351382997	-28,774108168	15,467058506	44,241166674	12,940680728982
	2009	12	7,22157685740	6,602383219	-13,515462266	22,060085837	35,575548103	9,322050982067
	2010	12	1,88722486017	3,186042828	-7,201749255	8,817835274	16,019584529	5,390755136561
	2011	12	-1,36650784861	0,042733677	-11,610879338	9,663822501	21,274701838	5,979550147659
	2012	12	0,56176635606	1,267361164	-11,338988802	7,973014413	19,312003215	5,487767914372
	2013	12	0,22707009413	-1,134766385	-3,925625178	7,193785952	11,119411130	3,723689673982
	2014	12	-0,48043359911	0,034977979	-8,937327213	9,649236989	18,586564202	5,434842822661
	Overall	95	0,15040186770	1,342995485	-28,774108168	22,060085837	50,834194005	7,983284423492

Рис. 5. Описательная статистика для процентных изменений индекса ММВБ

Необходимо отметить, что изменения среднемесячного значения в основном имеют положительный знак, в этих данных наблюдается долговременная тенденция к возрастанию. Результат проведенного анализа говорит о том, что можно принять решение о возможности долговременного вложения средств в акции с учетом предполагаемого возрастания.

Следующим шагом вычисляем запаздывающие значения индексов ММВБ с исходными значениями, которые наблюдались месяц назад. Для этого лучше всего создать точечную диаграмму, которая позволит визуально сравнить значения индекса ММВБ (рис.6).

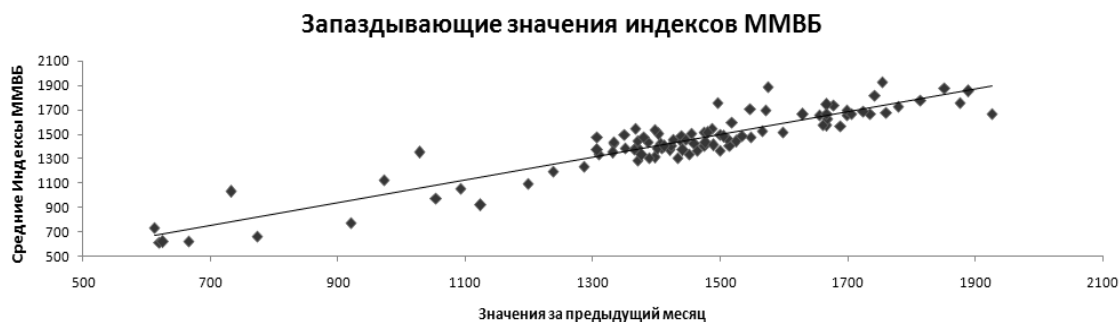


Рис. 6. Диаграмма запаздывающих значений индекса ММВБ

Между значениями индекса ММВБ с интервалом в один месяц видна строгая положительная взаимосвязь, то есть высокое значение индекса в одном месяце предполагает наличие более высокого значения в следующем месяце. При анализе временных рядов изучают корреляции между наблюдениями, которые позволяют предсказать будущие наблюдения. В данном примере наши наблюдения индекса ММВБ достаточно тесно связано со значением индекса в предыдущем месяце. Чтобы найти силы взаимосвязи между временными рядами и запаздывающими значениями необходимо использовать автокорреляционную функцию.

Временной ряд характеризуется повторяющейся закономерностью каких-либо изменений, это может пригодиться для прогноза будущих наблюдений. К примеру, спад индекса ММВБ ниже среднего значения в одном месяце так же может сопровождаться его ростом в следующем месяце, или наоборот. Так чтобы найти именно такую закономерность существуют автокорреляционная функция, или автокорреляционная функция (autocorrelation function – ACF).

Воспользуемся надстройкой Start Plus для этого необходимо применить команду “ACF Plot” в итоге получаем диаграмму автокорреляции для индексов ММВБ в рассматриваемый период.

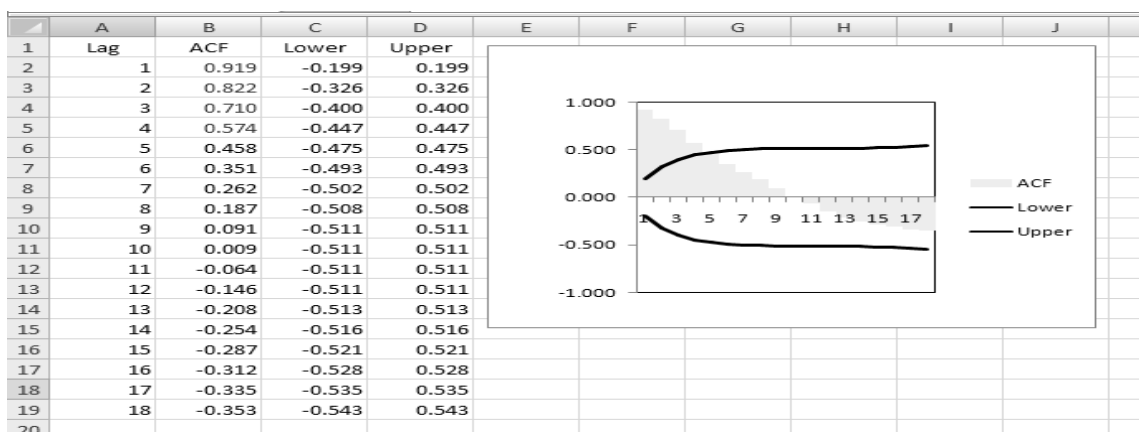


Рис. 7. Численные значения автокорреляционной функции для средних значений индекса ММВБ

Автокорреляции имеют очень высокие значения для малых интервалов и остаются статистически значимыми (т.е. лежат вне 95%-ного интервала) вплоть до интервала 4. Например, корреляция между значениями индекса ММВБ в интервале 1 месяц составляет 0,919 (ячейка B2), а между значениями индекса ММВБ в интервале 10 месяцев — 0,009. Это типично для временных рядов с ярко выраженной тенденцией к возрастанию или убыванию.

Попытаемся применить автокорреляционную функцию для оценки процентных изменений среднемесячных значений индекса ММВБ. Результаты этого исследования помогут ответить на вопрос, обоснованно ли применение процентных изменений индекса ММВБ для изучения закономерностей поведения рынка ценных бумаг.

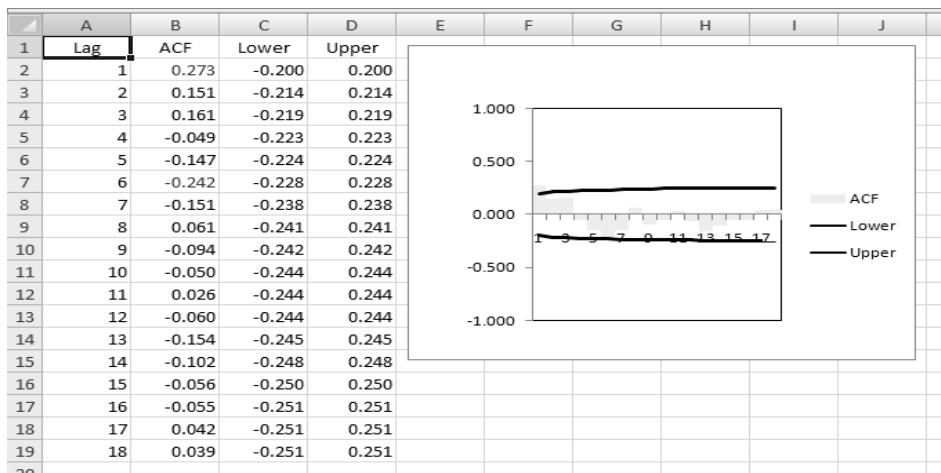


Рис. 8. Численные значения автокорреляционной функции для процентных изменений индекса ММВБ

Автокорреляция не показывает нам никаких реальных результатов, поскольку все значения автокорреляционной функции находятся за порогом статистической значимости. Это присуще для модели случайных блужданий (random walk model) цен, согласно которой изменения на рынке ценных бумаг в разные периоды времени являются независимыми случайными переменными со средним 0.

Проведя анализ и ряд исследований попытаемся дать прогноз (рис. 9):

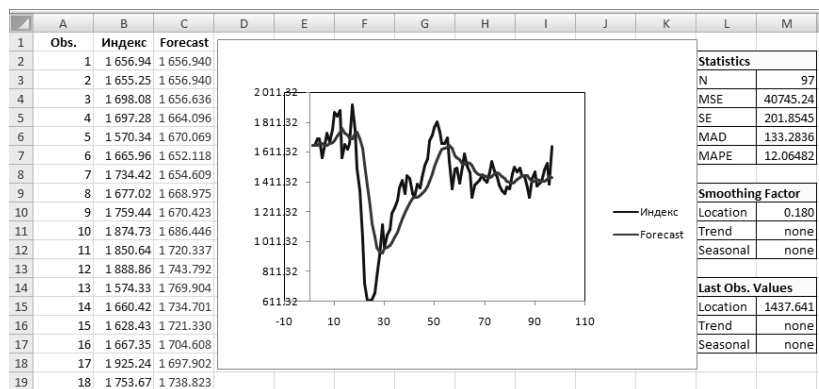


Рис. 9. Расчет прогнозируемых значений на основе экспоненциального сглаживания

Таблица, имеет три столбца: номер наблюдения (obs.), наблюдаемыми ежемесячными средними значениями индекса ММВБ и предсказываемыми значениями индекса ММВБ (Forecast). Эти значения представлены на графике. Стандартная ошибка предсказаний (ячейка M5 у подписи SE) равна 201,8545 и это говорит о том, что типичная ошибка приблизительно равна 200 пунктам в месяц. Это соответствует средней абсолютной процентной ошибке, приблизительно равной 12%.

По результатам статистического анализа основных показателей и ряда проведенных аналитических операций, определяющих индекс ММВБ на основе метода временных рядов можно сделать выводы:

На сегодняшней день индекс ММВБ уверенно держит позиции, торги идут с обычной активностью, несмотря на санкции со стороны стран Евросоюза, а так же отступление от своих локальных максимумов цен на нефть марки Brent. На основе проведенного анализа ежемесячных средних значений индекса ММВБ предлагается некоторое развитие событий, автокорреляция не показывает нам явных результатов, так как она находится за порогом статистической значимости. Это говорит нам о том, что между прошлым и будущим изменениями не наблюдается корреляция, что характерно для моделей случайных блужданий. По результатам описательной статистики, можно сделать вывод, что выгодно заниматься долгосрочным инвестированием. Для более подробного и точного прогноза следует рассмотреть разные временные интервалы, для их сравнения и нахождения решающих индикаторов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берк К. Н. Анализ данных с помощью Microsoft Excel. М. : Вильямс, 2005. 560 с.
2. Московский И. Г., Балабан О. М., Федорова О. С., Кочетков А. В., Лучин М. А. Принятие решения на инвестирование на основе методов системного анализа в табличном процессоре Microsoft Excel // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2015. Том 7. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/06EVN115.pdf> (дата обращения: 20.08.2016).

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ВРЕМЕННОГО РЯДА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВАЛЮТНОГО КУРСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ**

**А. А. Бойко, А. В. Пилюгина**

*Московский государственный технический  
университет им. Н. Э. Баумана, Россия*  
E-mail: boiko\_andrew@mail.ru, pilyuginaanna@bmstu.ru

При прогнозировании с использованием нечетких временных рядов возможно применение как исходного ряда, так и показателей рядов динамики. К числу основных показателей рядов динамики относят: коэффициент роста, абсолютный прирост, темп роста, темп прироста. Настоящая работа посвящена определению оптимального ряда для прогнозирования валютного курса. Для сравнения различных моделей между собой используется средняя от-