

УДК 519.233:303.732.4

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ ВАЛЮТНЫХ ПАР USD/EUR, USD/GBP, USD/JPY

Касьян Е.А., Немирович-Данченко М.М.

ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»,  
Томск, e-mail: office@tusur.ru

Работа посвящена решению проблемы выбора оптимальной модели для прогнозирования валютных курсов. Рассматривались наиболее стабильные валюты, являющиеся основными резервными валютами мира: доллар США, евро, японская иена и фунт стерлингов. Прогнозные значения USD/EUR, USD/GBP, USD/JPY получены на день и на месяц с января по май 2022 г. по трем моделям: модели скользящего среднего, модели наивного прогноза и модели Брауна (экспоненциального сглаживания). Рассмотренные в работе модели прогнозирования не требуют выявления причинных факторов и большой накопленной статистической базы, просты в реализации и допускают содержательную интерпретацию. Для выбора оптимальной модели были рассчитаны средние отклонения прогноза от факта для каждого месяца и точность прогноза в совокупности. В качестве оптимальной модели при прогнозировании на день выбран наивный прогноз для всех валютных пар. Для прогноза на месяц модель скользящего среднего лучше работает для валютных пар USD/EUR и USD/JPY, а модель наивного прогноза – для USD/GBP. Все рассмотренные модели применимы для прогнозирования USD/EUR, USD/GBP, USD/JPY на день – при построении прогноза результаты совпадают с фактом более чем на 99% по всем моделям. Для среднесрочного прогнозирования (на месяц) рассматриваемые модели применять не рекомендуется, так как их точность значительно снижается и составляет 95–98%.

**Ключевые слова:** валютные пары, моделирование, прогнозирование, скользящее среднее, наивный прогноз, экспоненциальное сглаживание

## CHOOSING THE OPTIMAL FORECASTING MODEL FOR THE USD/EUR, USD/GBP, USD/JPY

Kasyan E.A., Nemirovich-Danchenko M.M.

Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics, Tomsk, e-mail: office@tusur.ru;

The work is devoted to solving the problem of choosing the optimal model for forecasting exchange rates. The most stable currencies, which are the main reserve currencies of the world, were considered – US dollar, Euro, Japanese Yen and Pound Sterling. The forecast values of USD/EUR, USD/GBP, USD/JPY were obtained for the day and for the month from January to May 2022 on three models: the moving average model, the naive prediction model and the Brown model (exponential smoothing). The forecasting models considered in this paper do not require the identification of causal factors and a large accumulated statistical base, are easy to implement and allow meaningful interpretation. To select the optimal model, the average deviations of the forecast from the fact for each month and the accuracy of the forecast in aggregate were calculated. A naive forecast for all currency pairs was chosen as the optimal model for forecasting for the day. For a monthly forecast, the moving average model works better for the USD/EUR and USD/JPY currency pairs, and the naive forecast model works better for USD/GBP. All the models considered are applicable for forecasting USD/EUR, USD/GBP, USD/JPY for the day – when making a forecast, the results coincide with the fact more than 99% for all models. It is not recommended to use these models for medium-term forecasting (for a month), since their accuracy is significantly reduced and amounts to 95–98%.

**Keywords:** currency pairs, modeling, forecasting, moving average, naive prediction, exponential smoothing

При подготовке управленческих решений принято, как правило, учитывать результаты прогнозирования [1, с. 7]. В современных условиях существует огромное множество методов прогнозирования, в связи с чем встает задача выбора оптимального метода применительно к конкретной ситуации.

Одним из важнейших макроэкономических показателей является валютный курс, выступающий связующим инструментом между стоимостными характеристиками национальных и мирового рынков. Изменение валютного курса непосредственно воздействует на экономику и предопределяет статус стран в мировом экономическом пространстве [2, с. 2]. Следствием этого можно считать большое число работ, в ко-

торых подчеркиваются важность и актуальность прогнозирования валютных курсов при принятии решений в самых разных сферах деятельности [3, с. 2]. Для прогнозирования валютных курсов используются различные методы, как экспертные [4, с. 3], так и формализованные, основанные на различных моделях [5, с. 2].

Целью данной работы было сравнить несколько простейших инструментов прогноза, несколько моделей, с тем чтобы выделить среди них модель, оптимальную по совокупности факторов. Нами рассмотрены модель скользящего среднего (СС), модель наивного прогноза (НП) и модель Брауна (МБ) для прогнозирования трех валютных пар: USD/EUR, USD/GBP, USD/JPY.

### Материалы и методы исследования

Для моделирования данные котировок взяты с 01.01.2021 г. по 31.05.2022 г. с «ФИНАМ ФОРЕКС» [6]. Предварительно они были проверены на наличие аномалий и тренда.

Аномальные наблюдения и изломы ряда могут исказить результаты моделирования, поэтому от них следует избавляться. Наличие аномалий проверялось с помощью критерия Ирвина. Во всех рядах аномалий обнаружено не было.

Устойчивость тенденции проявляется в общем направлении развития. Уровень близости статистической связи между интервалами временного ряда определялся при помощи коэффициента автокорреляции  $r(k)$  с временным лагом  $k = 1, 2, 3, 4, 5$ . Их значимость проверялась с помощью критерия Стьюдента ( $t_{\text{стат}}$  и  $t_{\text{крит}}$ ). Результаты представлены в таблице 1.

Все коэффициенты автокорреляции близки к 1 и значимы (так как  $t_{\text{стат}} > t_{\text{крит}}$ ) – исследуемые ряды содержат сильный тренд. Это означает, что в изменении уровня каждого ряда закономерность преобладает над случайностью, дальнейшее прогнозирование имеет смысл.

Прогнозирование базируется на поиске определенной закономерности развития внутри ряда, на основе которой строится дальнейший прогноз.

Выбор одной модели прогнозирования из нескольких должен обеспечить как наибольшую точность прогноза, так и наименьшие временные и ресурсные затраты [1, с. 55]. Рассмотренные в работе модели прогнозирования не требуют выявления причинных факторов и большой накопленной статистической базы, просты в реализации и допускают содержательную интерпретацию.

Модель скользящего среднего основана на том, что в средних величинах взаимно погашаются случайные отклонения [7, с. 28]. Величина  $m$  – количество наблюдений,

входящих в интервал сглаживания, было задано  $m = 3$ .

«Наивный» прогноз рассчитывается с помощью показателя среднего абсолютного прироста [8, с. 4].

В модели Брауна (экспоненциального сглаживания) параметры меняются в соответствии с изменением условий [9]. Уровень надежности был задан равным 95%. Коэффициенты  $a_0, a_1$  получены при помощи метода наименьших квадратов. Параметры модели  $\alpha$  и  $\beta$  подбирались с учетом значения средней абсолютной процентной ошибки (МАРЕ).

Для построения моделей прогнозирования использовались числовые значения валютного курса и время (дата). Прогнозирование осуществлялось на день и на месяц на основе предыдущих 12 месяцев. Прогноз на день означает, что модель корректируется ежедневно в соответствии с появившимися фактическими данными, модель на месяц корректируется ежемесячно.

Для сравнения моделей рассчитывались отклонения прогноза от фактического значения валютного курса по модулю. Для определения оптимальной модели были получены средние значения отклонений для каждого месяца, представленные в таблицах 2–4. Серым фоном выделены минимальные отклонения для каждого месяца, на который осуществлялся прогноз.

В качестве оптимальных моделей выбраны следующие: для USD/EUR – наивный прогноз при прогнозировании на день, скользящее среднее при прогнозировании на месяц; для USD/GBP и USD/JPY – наивный прогноз при прогнозировании на день.

Для валютных пар USD/GBP и USD/JPY оптимальную модель прогноза на месяц выбрать затруднительно, так как разница между альтернативами получилась равной 1 месяцу.

Дополнительно была рассчитана точность прогноза.

Таблица 1

Коэффициенты автокорреляции  $r(k)$  с временным лагом  $k = 1, 2, 3, 4, 5$

	$r(1)$	$r(2)$	$r(3)$	$r(4)$	$r(5)$
USD-EUR	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95
USD-GBP	0,99	0,97	0,96	0,95	0,93
USD-JPY	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95
$t_{\text{стат}}$ USD-EUR	150,42	104,14	84,31	72,24	63,65
$t_{\text{стат}}$ USD-GBP	123,10	87,10	70,71	60,65	53,46
$t_{\text{стат}}$ USD-JPY	141,63	100,71	82,20	70,73	62,48
$t_{\text{крит}}$	1,97				

Таблица 2

Отклонения прогноза от факта в среднем для USD/EUR

Модель	На день			На месяц		
	СС	МБ	НП	СС	МБ	НП
Январь	0,0028	0,0024	0,0028	0,0045	0,0054	0,0051
Февраль	0,0037	0,0030	0,0040	0,0148	0,0173	0,0432
Март	0,0043	0,0040	0,0046	0,0132	0,0110	0,0195
Апрель	0,0043	0,0036	0,0036	0,0230	0,0252	0,0694
Май	0,0039	0,0039	0,0046	0,0074	0,0124	0,0825

Таблица 3

Отклонения прогноза от факта в среднем для USD/GBP

Модель	На день			На месяц		
	СС	МБ	НП	СС	МБ	НП
Январь	0,0019	0,0017	0,0018	0,0053	0,0050	0,0138
Февраль	0,0021	0,0018	0,0022	0,0079	0,0080	0,0210
Март	0,0031	0,0028	0,0030	0,0110	0,0101	0,0170
Апрель	0,0033	0,0026	0,0022	0,0094	0,0088	0,0059
Май	0,0039	0,0037	0,0040	0,0077	0,0092	0,0715

Таблица 4

Отклонения прогноза от факта в среднем для USD/EUR

Модель	На день			На месяц		
	СС	МБ	НП	СС	МБ	НП
Январь	0,3350	0,2762	0,3482	0,6390	0,9608	2,1188
Февраль	0,3439	0,3210	0,3364	0,3243	0,5225	2,6350
Март	0,6095	0,5292	0,5035	3,1501	2,7554	1,9281
Апрель	0,7054	0,5728	0,6298	3,4992	3,5184	2,9194
Май	0,4205	0,4298	0,5264	1,1906	2,8728	9,1404

Таблица 5

Ошибки и точность прогноза для USD/EUR

Модель	Прогноз на день		Прогноз на месяц	
	MAPE	Точность	MAPE	Точность
СС	0,42%	99,58%	1,36%	98,64%
НП	0,37%	99,63%	1,54%	98,46%
МБ	0,43%	99,57%	4,76%	95,24%

Таблица 6

Ошибки и точность прогноза для USD/GBP

Модель	Прогноз на день		Прогноз на месяц	
	MAPE	Точность	MAPE	Точность
СС	0,37%	99,63%	1,08%	98,92%
НП	0,33%	99,67%	1,07%	98,93%
МБ	0,35%	99,65%	3,39%	96,61%

Таблица 7

Ошибки и точность прогноза для USD/JPY

Модель	Прогноз на день		Прогноз на месяц	
	MAPE	Точность	MAPE	Точность
СС	0,40%	99,60%	1,44%	98,56%
НП	0,35%	99,65%	1,74%	98,26%
МБ	0,39%	99,61%	3,07%	96,93%

Таблица 8

Оптимальные модели для прогнозирования USD/EUR, USD/GBP и USD/JPY

Валютная пара	Прогноз на день			Прогноз на месяц		
	СС	НП	МБ	СС	НП	МБ
USD/EUR		+		+		
USD/GBP		+			+	
USD/JPY		+		+		

Для оценки точности моделей рассчитывалась ошибка MAPE за все рассмотренные месяцы в совокупности, результаты приведены в таблицах 5–7. Максимальная точность прогноза соответствует оптимальным моделям, которые были определены исходя из средних отклонений прогноза от факта.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Расчет средних отклонений прогноза от факта (табл. 2–4) и расчет точности прогноза (табл. 5–7) позволили выделить оптимальные модели для USD/EUR,

USD/GBP, USD/JPY. Они приведены в таблице 8.

Также на основании рассчитанных ошибок сделан вывод, что при построении прогноза на день результаты совпадают с фактом более чем на 99% по всем моделям. На рисунках 1–3 представлены графики фактических значений валютных курсов с 01.01.2022 г. по 31.05.2022 г. и их прогнозные значения на день по оптимальным моделям. Для среднесрочного прогнозирования (на месяц) рассматриваемые модели применять не рекомендуется, так как их точность значительно снижается и составляет 95–98%.



Рис. 1. Фактические и прогнозные значения по модели наивного прогноза для USD/JPY



Рис. 2. Фактические и прогнозные значения по модели наивного прогноза для USD/JPY

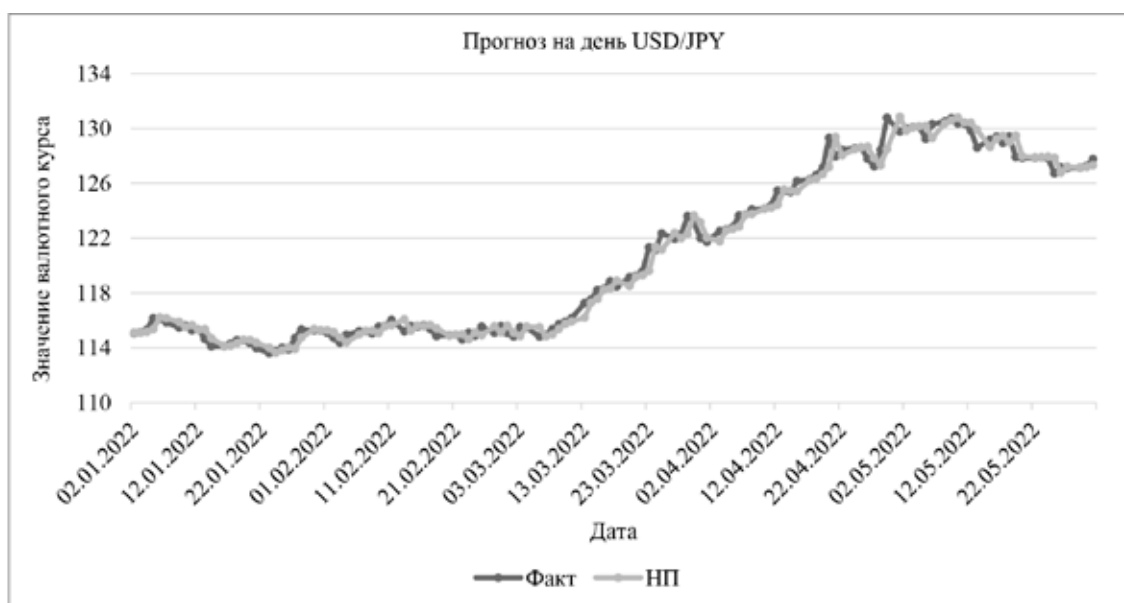


Рис. 3. Фактические и прогнозные значения по модели наивного прогноза для USD/JPY

### Заключение

В работе рассмотрены три модели прогнозирования: модель скользящего среднего, модель наивного прогноза и модель Брауна (модель экспоненциального сглаживания). Прогнозирование осуществлялось на день и на месяц для трех валютных пар: USD/EUR, USD/GBP, USD/JPY.

Был проведен анализ данных исследуемых валютных пар – во всех рядах отсутствуют аномалии и обнаружена сильная тенденция.

Прогнозы строились с января по май 2022 г. Для определения оптимальной модели прогнозирования для каждой валютной пары рассчитывались отклонения прогноза от факта в среднем по месяцам. Также были рассчитаны ошибки прогноза.

Модель наивного прогноза является оптимальной моделью для всех валютных пар при прогнозе на день. Для прогноза на месяц единой оптимальной модели не выявлено: модель скользящего среднего луч-

ше работает для валютных пар USD/EUR и USD/JPY, а модель наивного прогноза – для USD/GBP. Несмотря на то что модель экспоненциального сглаживания имела преимущество над остальными моделями для некоторых месяцев, она, в целом, показала наименее хороший результат.

Сделан вывод о приемлемости рассмотренных моделей при краткосрочном прогнозировании USD/EUR, USD/GBP, USD/JPY на день. Однако эти модели не рекомендуются при выполнении среднесрочного прогноза (в контексте данной работы – на месяц).

Результаты данной работы могут быть применены при анализе валютных пар USD/EUR, USD/GBP, USD/JPY, для анализа применимости рассмотренных моделей при прогнозировании валютных курсов, а также в аналогичных задачах выбора модели прогнозирования для других рядов.

#### Список литературы

1. Чупина С.В. Прогнозирование национальной экономики: учебное пособие. Томск: Томский гос. пед. ун-т, 2010. 144 с.

2. Kraipornsak P. Determinants of Thai Baht Exchange Rate and Asian Currencies Exchange Rate. *Research in World Economy*. 2020. Vol. 11. No. 5. P. 1-15.

3. Asadullah M., Ahmad N., Dos-Santos M.J.P.L. Forecast foreign exchange rate: The case study of PKR/USD. *Mediterranean Journal of Social Sciences*. 2020. Vol. 11. No. 4. P. 129-137.

4. Анапченко И.В., Рогов А.Ю., Ершов Е.Ю., Капралов И.В. Торговля на FOREX по методу Мартингейла на основе прогнозов экспертов // *World science: problems and innovations: сборник статей XLIX Международной научно-практической конференции*. 2020. С. 101-105.

5. Al-Gounmeein R., Ismail M.T. Forecasting the Exchange Rate of the Jordanian Dinar versus the US Dollar Using a Box-Jenkins Seasonal ARIMA Model. *International Journal of Mathematics and Computer Science*. 2020. No. 1. P. 27-40.

6. Финам. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.finam.ru/profile/forex/eur-usd/export/>, свободный (дата обращения: 01.06.2022).

7. Vandepu N. *Data Science for Supply Chain Forecasting*. Berlin, Boston: De Gruyter. 2021. P. 395.

8. Asadullah M., Bashir M., Aleemi A. Forecasting Exchange Rates: An Empirical Application to Pakistani Rupee. *Journal of Asian Finance Economics and Business*. 2021. Vol. 8. No. 4. P. 339-347.

9. Brown R.G., Meyer R.F. The Fundamental Theorem of Exponential Smoothing. *Operations Research*. 1961. Vol. 9. No 5. P. 673-685.