



НАУКОВЕ ВИДАННЯ



О. М. Колодізев, С. С. Погасій, Є. Г. Федоров

ПРОГНОЗУВАННЯ валютних курсів

макро- та мікроекономічні аспекти



ВИДАВНИЧИЙ ДІМ «ІНЖЕК»



Ministry of Education and Science of Ukraine
Kharkiv National University of Economics

O. M. KOLODIZEV
S. S. POGASII
Ye. G. FEDOROV

**FORECASTING OF EXCHANGE
RATES:**
macro- and microeconomic aspects

Monograf

Kharkiv
PH «ENGEC»
2008

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний економічний університет

О. М. КОЛОДІЗЕВ

С. С. ПОГАСІЙ

Є. Г. ФЕДОРОВ

ПРОГНОЗУВАННЯ ВАЛЮТНИХ КУРСІВ:

макро- та мікроекономічні аспекти

Монографія

Харків
ВД «ІНЖЕК»
2008

ББК 65.9(2)26

К 60

*Рекомендовано до видання рішенням вченої ради
Харківського національного економічного університету
(Протокол № 2 від 29.09.2008 р.)*

Рецензенти: Кизим М. О. – д-р екон. наук, професор, директор Науково-дослідницького центру індустріальних проблем розвитку НАН України;

Козьменко С. М. – д-р екон. наук, професор, проректор з наукової роботи ДВНЗ «Українська академія банківської справи Національного банку України»;

Тридід О. М. – д-р екон. наук, професор, директор Інституту банківської справи Університету банківської справи Національного банку України.

Колодізев О. М., Погасій С. С., Федоров Є. Г.

К 60 Прогнозування валютних курсів: макро- та мікроекономічні аспекти:
Монографія. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2008. – 352 с. Укр. мова

ISBN 978-966-392-206-5

Монографію присвячено вирішенню проблеми забезпечення ефективного управління валютним курсом з метою його підтримання на оптимальному для економіки країни рівні в процесі розробки та реалізації валютно-курсової політики. Досліджено вплив валютного курсу як одного із основних комплексних індикаторів макроекономічної стабільності на соціально-економічний розвиток України.

У роботі приділено увагу розробці методів і моделей прогнозування валютного ризику, які забезпечують рівень помилок, не більш за заданий користувачем, і враховують фактори фундаментального аналізу, які є причинами появи значних коливань курсів валют. Запропоновано вдосконалений метод прогнозування валютного ризику, який дозволяє забезпечувати задану ефективність і враховувати вплив фундаментальних факторів.

Монографію розраховано на студентів економічних спеціальностей, аспірантів, слухачів магістратури, інститутів післядипломної освіти, працівників банківських установ, науковців, які займаються проблематикою прогнозування динаміки валютного курсу і ефективності оцінки валютного ризику в системі міжнародних валютних відносин.

ББК 65.9(2)26

ISBN 978-966-392-206-5

© Колодізев О. М., Погасій С. С.,
Федоров Є. Г., 2008

© ВД «ІНЖЕК», 2008

ЗМІСТ

ВСТУП	9
Розділ 1. Теоретичні засади формування та прогнозування валютного курсу	16
1.1. Аналіз теоретичних підходів до прогнозування валютного курсу.....	16
1.2. Визначення підходів до формування моделі впливу валютного курсу на систему ринкових економічних відносин	34
1.3. Дослідження валютного курсу як ефективного інструменту впливу на розвиток макроекономічних процесів	42
Розділ 2. Обґрунтування вибору моделей прогнозування змін валютного курсу	60
2.1. Алгоритмічна модель прогнозування валютного курсу.....	60
2.2. Формування багатфакторної моделі розвитку валютного ринку України	73
2.3. Розробка комплексу трендових моделей часового ряду для прогнозування динаміки валютного курсу	90
Розділ 3. Визначення пріоритетних напрямків валютної політики на основі моделей нелінійної економічної динаміки	107
3.1. Обґрунтування фрактальної природи валютного ринку та визначення його алгоритму	107
3.2. Оцінка адекватності фрактальної природи валютного ринку України.....	123
3.3. Розробка алгоритму прогнозування динаміки курсу валют в умовах нелінійного характеру розвитку валютного ринку	137
3.4. Прогнозування курсу валют при виборі оптимальної моделі операцій з валютними цінностями	148

Розділ 4. Дослідження існуючих методів, моделей та інформаційної технології прогнозування ризику в ділінгових інформаційних системах.....	158
4.1. Аналіз сучасного стану проблем прогнозування ризику в ділінгових інформаційних системах.....	159
4.2. Оцінка ефективності існуючих інформаційних технологій прогнозування ризику в ділінгових інформаційних системах	173
4.3. Визначення особливостей використання методів і моделей прогнозування ризику	186
4.4. Методика оцінки ефективності методів і моделей прогнозування ризику	194
Розділ 5. Удосконалення моделі прогнозування ризику в ділінгових інформаційних системах	227
5.1. Перевірка гіпотези про вплив фундаментальних факторів на рівень ризику.....	228
5.2. Розробка моделі прогнозування валютного ризику з урахуванням очікуваних фундаментальних факторів та оцінка її ефективності.....	244
5.3. Розробка та впровадження узагальненого методу прогнозування ризику на основі вдосконаленого методу Value-at-Risk із забезпеченням заданої ефективності та з урахуванням фундаментальних факторів	256
ВИСНОВКИ	272
ЛІТЕРАТУРА	276
ДОДАТКИ	297

CONTENTS

INTRODUCTION	9
Chapter 1. Theoretical bases of formation and forecasting of exchange rate	16
1.1. Analysis of theoretical approaches to forecasting of exchange rate	16
1.2. Determination of approaches to formation of the model of influence of exchange rate on the system of market economic relations	34
1.3. Research of exchange rate as effective instrument of influence on the development of macroeconomic processes	42
Chapter 2. Substantiation of selection of models of forecasting of the change of exchange rate	60
2.1. Algorithmic model of forecasting of exchange rate	60
2.2. Formation of multiple-factor model of development of foreign exchange market of Ukraine	73
2.3. Development of complex of trend models of time series for forecasting of dynamics of exchange rate	90
Chapter 3. Determination of priority directions of currency policy on the basis of models of nonlinear economic dynamics	107
3.1. Substantiation of fractal nature of foreign exchange market and determination of its algorithm	107
3.2. Assessment of adequacy of fractal nature of foreign exchange market of Ukraine	123
3.3. Development of algorithm of forecasting of dynamics of exchange rate in conditions of nonlinear character of development of foreign exchange market	137
3.4. Forecasting of exchange rate when selecting the optimal model of operations with currency values	148

Chapter 4. Research of existing information technologies of forecasting of risk in dealing information systems	158
4.1. Analysis of the modern state of problems of forecasting of the risk in dealing information systems	159
4.2. Assessment of efficiency of existing information technologies of forecasting of the risk in dealing information systems	173
4.3. Determination of peculiarities of the use of methods and models of forecasting of risk	186
4.4. Methodology of assessment of efficiency of methods and models of forecasting of risk	194
Chapter 5. Improvement of the model of forecasting of risk in dealing information systems	227
5.1. Testing of hypothesis of influence of fundamental factors on the level of risk	228
5.2. Development of the model of forecasting of exchange rate risk with the account of expected fundamental factors and assessment of its efficiency	244
5.3. Introduction of generalized method of forecasting of the risk on the basis of improved Value-at Risk method with provision of the given efficiency and with the account of fundamental factors	256
CONCLUSIONS	272
LITERATURE	276
SUPPLEMENTS	297

ВСТУП

В умовах економічних реформ і структурної перебудови економіки України питання прогнозування подій на валютному ринку є особливо актуальними як на макро-, так і на мікрорівнях. Як свідчить світова практика, без надійного прогнозування валютного курсу неможливо правильно оцінювати результати зовнішньоекономічної діяльності, планувати дохідну та витратну частини бюджету, визначати експортні та імпорتنі ціни, а також розробляти ефективну валютну політику, спрямовану на захист інтересів України.

У цих умовах фінансові інститути, органи влади, комерційні структури постійно відчують потребу в отриманні своєчасної надійної інформації щодо співвідношення курсів валют як у довгостроковому, так і короткостроковому періодах. За таких умов рішення, прийняті керівниками структурних підрозділів щодо майбутнього співвідношення курсів валют, часто ґрунтуються на власній інтуїції, досвіді, кваліфікації або висновках експертів і аналітиків. Дані рішення можуть мати невисокий рівень вірогідності, а відповідно, високий рівень ризику. Їх виконання на макрорівні може викликати незапланований перерозподіл валового внутрішнього продукту, а на мікрорівні – непередбачені збитки для суб'єктів господарювання.

Міжнародні валютні відносини є складовою частиною та однією із найбільш складних сфер ринкової економіки. Зі зростанням інтернаціоналізації господарських зв'язків збільшуються міжнародні потоки товарів, послуг і, особливо, капіталів та кредитів. Міжгосподарські зв'язки важко уявити без налагодженої системи валютних відносин.

Міжнародні валютні відносини – це економічні відносини, пов'язані з функціонуванням грошей і обслуговуванням різних видів господарських зв'язків між країнами (зовнішня торгівля, інвестування, надання позик і субсидій, науково-технічний обмін, туризм, державні та приватні перекази і т. д.). Розвиток міжнародних валют-

них відносин зумовлено зростанням продуктивних сил, створенням світового ринку, поглибленням міжнародного розподілу праці, інтернаціоналізацією господарських зв'язків.

Валютні відносини функціонують у сфері розподілу й обміну. Проте, володіючи відносною самостійністю, вони через платіжні баланси, валютні курси, кредитні і розрахункові операції впливають на стан світової економіки. Валютна система – форма організації і регулювання валютних відносин – закріплена національним законодавством або міждержавними угодами.

Валютний курс впливає на багато макроекономічних процесів, які відбуваються в суспільстві, та напрями міжнародних потоків капіталу. Рішення про вкладення національного капіталу в активи тієї або іншої країни ухвалюється, виходячи з очікуваного реального прибутку, який залежить від процентної ставки і очікуваних змін валютного курсу. Від величини рівня валютного курсу, за допомогою якого зіставляються ціни на товари та послуги різних країн, залежить конкурентоспроможність національних товарів на світових ринках, об'єми експорту й імпорту та таким чином, стан балансу поточних операцій.

У сучасних умовах валютний курс сам по собі виступає активом. Сьогоднішня вартість деякого активу, отримання якого можна чекати в майбутньому, визначається дисконтуванням його майбутньої вартості відповідно до процентної ставки і очікуваного рівня валютного курсу. Динаміка валютного курсу, ступінь й частота його коливань є показниками економічної і політичної стабільності суспільства.

На макрорівні у сучасному світі валютний курс є важливим показником економічного розвитку, інструментом здійснення державної фінансової політики, а також характеристикою стану валютного ринку; він є типовим об'єктом статистичного вивчення, дає певну картину рівня розвитку країни і відіграє роль барометра валютного сектору фінансового ринку.

Події на міжнародному валютному ринку також впливають на фінансові ринки країн з відкритою економікою. Цим пояснюється важливість і інтерес до статистичної інформації про валютні курси, чинники, які впливають на курс валют, статистичне моделювання й прогнозування їх з боку фінансових організацій, підприємств,

приватних інвесторів. Державі статистика валютних курсів необхідна для адекватного здійснення курсової політики, можливості прорахувати наслідки ухвалених рішень як для міжнародної торгівлі, так і для економічної й політичної ситуації в країні в цілому. Зараз ефективність функціонування банків істотним чином залежить від яко-сті ухвалених рішень за проведення ділінгових операцій.

Поява останнім часом новітніх методів моделювання дозволяє підняти рівень прогнозування валютних курсів на якісно новий рівень, що надає можливість значно підсилити ефективність діяльності фінансистів з прогнозування тих чи інших економічних процесів. Порушені в монографії проблемні питання є актуальними, а запропоновані авторами підходи щодо їх вирішення – перспективними і передбачають конкретні пропозиції щодо застосування інноваційних методів моделювання з метою прогнозування валютних курсів

Використання макроекономічних прогнозів стає дедалі все більш інтенсивним, система прогнозування, планування й розробки програм економічного й соціального розвитку України та її регіонів є важливою складовою загальної системи державного регулювання економічного й соціального розвитку та дієвим інструментом реалізації економічної політики держави.

Загальновідомо, що за дослідження фінансових ринків основну увагу приділяють співвідношенню між поточним та майбутнім обмінним курсом. Тому в макроекономічних прогнозах намагаються передбачити розміри величини валютного курсу і таким чином вплинути на процес прийняття рішень.

Ключовою проблемою за розробки та реалізації валютно-курсової політики є забезпечення ефективного управління валютним курсом з метою його підтримання на оптимальному для економіки країни рівні. Саме тому валютний курс є одним з основних комплексних індикаторів макроекономічної стабільності і чинником, який у значній мірі впливає на соціально-економічний розвиток України.

Валютно-курсова політика реалізується у вигляді державного регулювання валютного курсу і спрямовується на стабілізацію курсових коливань, а також на підвищення або зниження валютного курсу національної валюти відповідно до її цілей та задач. Формування

ефективної валютно-курсової політики, у першу чергу, залежить від правильного її визначення. Проте в сучасній економічній літературі не існує єдиного погляду щодо визначення змісту валютно-курсової політики, її цілей, завдань, методів та інструментів реалізації.

Ці обставини визначають актуальність та практичну значущість необхідності вивчення механізму моделювання процесів, які відбуваються на валютних ринках, у процесі прогнозування курсів валют, що сприятиме підвищенню ефективності розвитку економіки країни.

Валютний курс і динаміка його змін є предметом безпосередньої зацікавленості науковців, що зумовлюється важливістю розробки моделі щодо управління валютним курсом з метою забезпечення реалізації ефективної макроекономічної політики країни.

Основна увага в наукових публікаціях приділяється визначенню причин та оцінці наслідків нестабільності валютного курсу, розробці та обґрунтуванню моделей його прогнозування та вибору методів управління валютним курсом. Назвемо лише деяких найбільш відомих авторів, у роботах яких висвітлюються проблеми управління валютним курсом. Слід відзначити роботи А. С. Гальчинського, В. М. Гейця, В. А. Ющенко, М. А. Боровської, А. І. Колесникова, А. М. Мороза, Р. С. Сайфуліна, В. М. Усоскіна, Дж. К. ван Хорна, В. Е. Черкасова, А. Д. Шеремета та інших. Але, незважаючи на велику кількість наукових публікацій та певні досягнення в теорії та практиці управління валютним курсом, дана проблема продовжує залишатися предметом наукових дискусій. Валютний курс в більшості публікацій розглядається без належного акцентування щодо його важливості як інструмента у контексті розвитку ринкових відносин вітчизняної економіки, а моделюванню валютного курсу взагалі до останнього часу приділялося дуже мало уваги.

Проблеми моделювання динаміки валютного курсу та управління нею досліджувалися такими вітчизняними та зарубіжними вченими, як Р. Акофф, І. Ансофф, Ф. В. Рогальский, А. А. Цокурєнко, Я. Е. Кирилович, М. О. Кизим, В. А. Забродський, В. А. Зінченко, В. С. Пономаренко, О. М. Тридід, О. І. Пушкар, Л. Е. Басовський, В. А. Алонсо, І. С. Благун, В. А. Зінченко, Т. С. Клебанова. При цьому проблеми моделювання валютних курсів висвітлено недостат-

ньо повно, що вимагає необхідності більш детального їх вивчення. Доцільною залишається розробка системи управління валютним курсом на підставі комплексу економіко-математичних моделей, які забезпечили б прийняття обґрунтованих та адекватних управлінських рішень з урахуванням впливу зовнішнього та внутрішнього середовища.

Сучасний етап розвитку ринкової економіки України характеризується наявністю безлічі як зовнішніх, так і внутрішніх ризиків. Економічні кризи, що зустрічаються у світовій практиці, починаються із кризи фінансової системи держави. У зв'язку зі складністю прогнозування та нестабільністю коливань курсів валют на міжнародному валютному ринку залишається проблема ефективного прогнозування ризиків, особливо це стосується задачі прогнозування валютного ризику в ділінгових операціях банків і інвестиційних компаній за прийняття короткострокових управлінських рішень. Автоматизація ділінгових операцій здійснюється з використанням ділінгових інформаційних систем (ДІС). Однак відсутність у них модуля прогнозування валютного ризику робить їх використання недостатньо ефективним. Тому перед банками України постає актуальна задача – створення ефективних методів і моделей прогнозування та управління ризиками на базі прогресивних інформаційних технологій для застосування їх у ДІС.

Забезпечення надійності управління в банківській системі в умовах безлічі ризиків можливе лише шляхом розробки нових методів і інформаційних технологій прогнозування та управління ризиками, а також застосування методів і технологій, що існують у світі, та адаптація їх до умов роботи вітчизняних банків. Розробка та впровадження нових інформаційних технологій прогнозування ризику, засновані на застосуванні обчислювальної техніки, засобів автоматизації, збирання, зберігання та обробки інформації, є основою для забезпечення стабільності, у тому числі банківської системи України.

У 2003 р. Національним банком України (НБУ) прийнято нову концепцію здійснення нагляду за діяльністю комерційних банків «Нагляд на основі ризиків», сутність якої полягає у створенні в кожній банківській організації власних систем управління ризиками. Це

означає, що НБУ має право застосовувати попереджувальні заходи у випадку виявлення недосконалості системи управління ризиками в конкретному банку, не очікуючи реалізації цих ризиків. Комерційні банки зіштовхнулися з необхідністю розробки нових методів аналізу, оцінки та управління ризиками. Розробка та впровадження інформаційної технології прогнозування валютного ризику є необхідним чинником підвищення ефективності банківської системи в сучасних економічних умовах.

Ефективність функціонування інформаційно-управляючих систем (ІУС), і зокрема ДІС, у значній мірі залежить від досконалості розробки математичного забезпечення ДІС, а саме від досконалості методів рішення функціональних задач і застосовуваних моделей та методів.

Слід зазначити українських учених, у роботах яких відбито питання прогнозування ризику та розробки математичного забезпечення інформаційних систем: В. В. Вітлінський [48; 49], Г. І. Великоіваненко [48], А. Б. Качинський [79], О. А. Устенко [188], П. І. Верченко [46], А. Б. Камінський [75], А. В. Матвійчук [104], А. О. Примостка [149]. Проблемою управління ризиками займалися такі вчені, як Н. Тетенс, Ф. Найт [119], Г. Марковіц [248], Дж. Тобін, В. Шарп, Дж. Р. Хікс, О. А. Лобанов [221], О. В. Чугунов [221], М. А. Рогов [158], М. М. Моїсєєв.

Найбільш важливою проблемою в даній області є те, що існуючі методи прогнозування валютного ризику дозволяють адекватно розрахувати величину ризику лише за припущення про нормальність закону розподілу фінансового активу, однак більшість фінансових часових рядів мають розподіл, що відрізняється від нормального. Також існуючі моделі та методи прогнозування валютного ризику не дозволяють прогнозувати значні коливання курсу валют, що призводить до неадекватної оцінки ризику, а також не дають того рівня покриття ризику, що передбачався користувачем.

У зв'язку з цим у монографії також приділяється увага розробці методів і моделей прогнозування валютного ризику, які забезпечували б рівень помилок, не більш за заданий користувачем, і враховувалися б фактори фундаментального аналізу, які є причинами появи

значних коливань курсів валют. Таким чином, розробка вдосконаленого методу прогнозування валютного ризику, який забезпечував би задану ефективність і враховував вплив фундаментальних факторів, є, безумовно, актуальним завданням реалізації ефективного управління ризиками в системі міжнародних валютних відносин.

Монографія є результатом наукових досліджень, проведених авторами в плідній співпраці з представниками наукових шкіл Харківського національного економічного університету і Харківського національного університету радіоелектроніки – професором кафедри інформаційних управляючих систем ХНУРЕ Борисом Володимировичем Шамшою, співробітниками і аспірантами кафедри банківської справи ХНЕУ та ін. Робота тісно пов'язана з тематикою науково-дослідницької роботи Харківського національного економічного університету відповідно до теми «Організаційно-економічний механізм управління капіталом банку та фінансовим забезпеченням його розвитку» (номер державної реєстрації 0103U008937).

Автори висловлюють глибоку подяку професору Валентині Миколаївні Гриньовій, своїм рідним, друзям і колегам за підтримку в процесі наукових досліджень. Особлива вдячність всім, хто надав допомогу в підготовці цієї монографії до друку – керівництву Акціонерного комерційного банку «Базис», Харківської обласної філії АКБ «Укрсоцбанк», Науково-дослідницького центру індустріальних проблем розвитку НАН України, її офіційним рецензентам та ін.

Автори сподіваються, що результати наукового пошуку будуть корисними і знайдуть свого читача.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ

ФОРМУВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ВАЛЮТНОГО КУРСУ

1.1. Аналіз теоретичних підходів до прогнозування валютного курсу

Одним із засобів макроекономічного аналізу є моделювання. Макроекономічні моделі являють собою формалізовані описи різноманітних економічних явищ і процесів з метою виявлення функціональних взаємозв'язків між ними. Будь-яка модель є спрощеним, абстрактним відбитком реальності, оскільки всю різноманітність конкретних деталей не може бути одночасно прийнято до уваги за проведення дослідження. Тому жодна макроекономічна модель не абсолютна, не вичерпна, не всеосяжна. Вона не дає єдино правильних відповідей, адресованих конкретним країнам у конкретний період часу. Проте за допомогою таких узагальнених моделей визначається комплекс альтернативних способів управління динамікою рівнів зайнятості, випуску, інфляції, інвестицій, споживання, процентних ставок, валютного курсу й інших внутрішніх (ендогенних) економічних змінних, ймовірнісні значення яких встановлюються в результаті рішення моделі. Як зовнішні (екзогенні) змінні, величина яких визначається поза моделлю, нерідко виступають основні інструменти фінансової політики уряду й монетарної політики Національного банку – зміни в розмірах державних витрат, податків і грошової маси [205].

Забезпечувана за допомогою моделей багатоваріантність способів аналізу економічних проблем дозволяє домагатися необхідної альтернативності і гнучкості макроекономічної політики. Використання макроекономічних моделей дає можливість оптимізувати поєднання інструментів бюджетно-податкової, кредитно-грошової,

валютної і зовнішньоторговельної політики, успішно координувати заходи уряду й Національного банку з управління циклічними коливаннями економіки. Найбільш перспективними з цього погляду є моделі, що враховують динаміку інфляційних очікувань економічних агентів. Їх використання в макроекономічному прогнозуванні дозволяє знизити ризик виникнення феномена несподіваної інфляції, що робить найбільш руйнівний вплив на економіку, а також пом'якшити одну із найскладніших проблем макроекономіки – проблему недовіри до політики уряду і Національного банку [91; 114; 222].

Грошово-кредитну політику Національний банк України здійснюватиме, виходячи із середньострокової стратегії, основні положення якої полягають у:

- вдосконаленні системи валютного регулювання в напрямі здійснення поступової лібералізації з урахуванням конкретних макроекономічних і фінансових умов. Для згладжування шоків та сезонних коливань провадитимуться інтервенції на міжбанківському валютному ринку, створюватимуться умови для розвитку інструментів хеджування валютних ризиків;
- спрямуванні політики валютного курсоутворення на забезпечення прогнозованої динаміки обмінного курсу залежно від стану платіжного балансу та недопущення його значних коливань, використанні валютних резервів для забезпечення гнучкості монетарної політики та підвищенні її ефективності в забезпеченні стабільності національної грошової одиниці.

1.1.1. Реальний ефективний обмінний курс як індикатор стану валютного ринку та основа прогнозування майбутнього розвитку економіки

Важливим індикатором стану валютного сегмента грошового ринку залишатиметься реальний ефективний обмінний курс гривні. Для реалізації завдань курсової політики необхідно впровадити заходи щодо розвитку інструментарію та методів валютного регулювання, які будуть ураховувати, з одного боку, потребу їх адаптації до норм і правил, що існують на міжнародних ринках, а з іншого – необхідність зниження доларизації еко-

номіки та забезпечення надійного контролю за ризиками, що можуть виникнути для банківської системи та економіки від усе більшої активізації процесів припливу-відпливу капіталів [6 – 8; 222].

Методи економічного прогнозування – це сукупність способів і прийомів розробки прогнозів, які дозволяють на основі аналізу даних ретроспективного періоду, зовнішніх і внутрішніх факторів впливу, а також їх кількісних змін здійснити переконливі передбачення стосовно майбутнього розвитку економіки чи суспільства в цілому [91; 114; 161].

Прогнози є одним із найважливіших завдань економістів. Хороший прогноз висвітлює економічну діяльність у майбутньому й допомагає керівникам різних рівнів пристосувати свої дії до нових економічних умов. Сьогодні для прогнозування використовується статистична інформація, яка описує процеси за минулі роки, та проводиться експертна оцінка тенденцій змін макроекономічних показників. Предметом прогнозування у представленій роботі є валютний курс [18; 72; 205].

Поширеним методом прогнозування є моделювання. Цей метод вважається достатньо ефективним засобом прогнозування можливого явища, нових або майбутніх економічних і технічних засобів та рішень. Уперше складання моделей було розпочато для цілей прогнозування в економіці з метою вирішення завдань організаційного управління, які характеризуються великою розмірністю і складністю та які неможливо вирішити з допомогою математичного програмування та аналізу в рамках теорії ймовірності.

Модель є одним з важливих інструментів економічного прогнозування, наукового пізнання досліджуваного процесу.

Метод моделювання як спосіб послідовно застосовується для побудови прогнозів розвитку економічних процесів, є інструментом, який дозволяє не тільки прогнозувати можливі альтернативи розвитку економічних систем, але й керувати ними [56; 91].

Відомо, що процес моделювання в найбільш загальному вигляді містить у собі такі етапи (рис. 1.1).

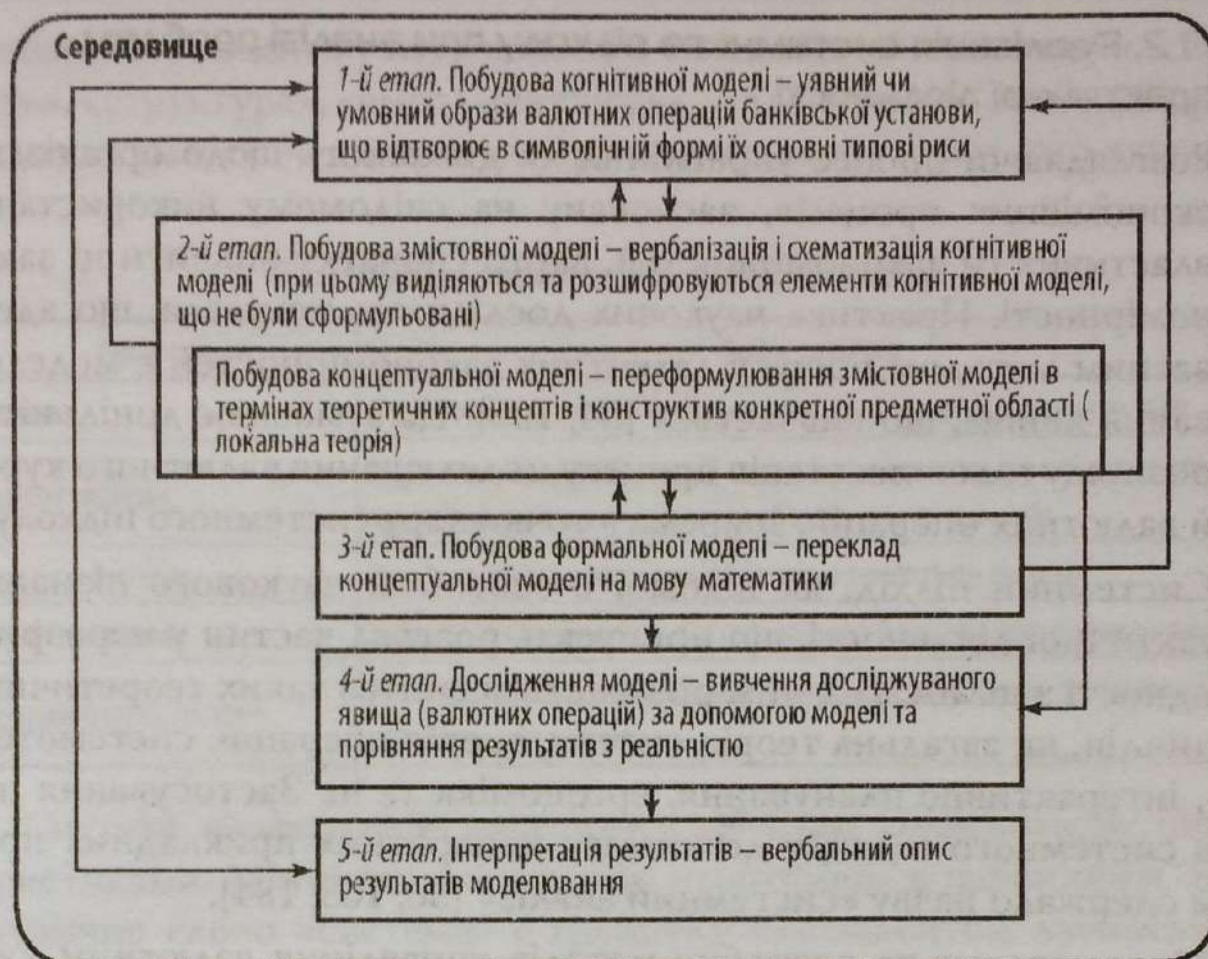


Рис. 1.1. Схема етапів процесу моделювання

Слід зазначити, що у процесі моделювання може бути відсутній третій етап, оскільки: 1) не завжди виникає необхідність у побудові формальної моделі; 2) не всі концептуальні моделі припускають формалізацію.

Отже, процес моделювання – це послідовний перехід від ментальної обробки інформації до вербального опису досліджуваного явища. Мова математики позбавлена двозначності й більш точна, ніж природна мова. Вона дозволяє досліджувати прихований зміст розходжень у формулюваннях. Основною перевагою формальних моделей є надавана ними можливість оперувати з абстракціями дуже високого порядку. Саме варіативність інтерпретації дозволяє застосовувати мову математики в найрізноманітніших галузях людської практики. Повернення до мови змістовних понять відбувається тільки на етапі осмислення й інтерпретації математичних висновків.

1.1.2. Реалізація системного підходу при аналізі проблем практичної діяльності

Розглядаючи процес управління як діяльність щодо організації економічних процесів, засновану на свідомому використанні властивих їм закономірностей, варто спочатку виявити ці закономірності. Практика наукових досліджень показала, що адекватним методом пошуку латентних закономірностей є моделювання явища, що вивчається [54; 156]. Це зумовлює доцільність розгляду головних етапів процесу моделювання валютного курсу й валютних операцій, зокрема з точки зору системного підходу.

Системний підхід, як відомо, є способом наукового пізнання і практичної діяльності, що припускає розгляд частин у нерозривній єдності з цілим. Під ним розуміється синтез таких теоретичних дисциплін, як загальна теорія систем, теорія операцій, системотехніка, інтерактивне планування, ергономіка та ін. Застосування понять системного підходу до аналізу конкретних прикладних проблем одержало назву «системний аналіз» [56; 163; 184].

Моделювання та розробку методів управління валютним курсом може бути здійснено на основі системного аналізу досліджуваного явища.

Як відзначає В. Н. Садовський, «історично системний аналіз є подальшим розвитком дослідження операцій і системотехніки, що мали гучний успіх у 1950-1960-ті роки. Системний аналіз (чи аналіз систем) – це насамперед визначений тип науково-технічної діяльності, необхідної для дослідження й конструювання складних і надскладних об'єктів... У такому розумінні системний аналіз – це особливий тип науково-технічного мистецтва, що призводить у руках досвідченого майстра до значних результатів і практично марного результату при його чисто механічному, нетворчому застосуванні» [163, с. 45].

Системний аналіз – один із наукових напрямків, який широко застосовується в економіці. Він є необхідною частиною процесу моделювання, оскільки дає змогу проаналізувати взаємозалежність різних аспектів досліджуваного явища (навіть у тих випадках, коли на цьому не зосереджується увага). Системне осмислення явищ, що

вивчаються, вводять у науковий обіг такі важливі поняття, як «цілісність», «структура», «емерджентність», «підсистема» (табл. 1.1), розгляд яких нам стане на пригоді при моделюванні валютного курсу.

Таблиця 1.1

Головні поняття системного аналізу

Поняття	Зміст поняття
Система	Безліч пов'язаних між собою елементів, що розглядаються як ціле
Елемент системи	Нерозкладний далі (у певній системі, при певному способі розгляду й аналізу) компонент складних об'єктів, явищ, процесів
Структура системи	Відносно стійка фіксація зв'язків між елементами системи
Цілісність системи	Її відносна незалежність від середовища й інших аналогічних систем
Емерджентність системи	Незвідність (ступінь незвідності) властивостей системи до властивостей елементів системи

Система являє собою множину з деякими додатковими характеристиками. Математичне поняття «множина» є первинним. Етимологічно слово «система» є грецьким еквівалентом латинського «композиція». Отже, поняття «система» припускає одночасну наявність декількох компонентів, частин, підсистем. На відміну від множини система не є простим набором незалежних елементів. Наведемо ще два визначення, що пояснюють сутність цього поняття.

Наприклад, А. І. Уємов стверджує, що системою є будь-який об'єкт, який має якісь властивості, що знаходяться в деякому заздалегідь заданому відношенні [184]. Більш загальне поняття наведено у роботі В. І. Данилова-Данільяна та А. А. Ривкіна. Вони розглядають систему як «відособлену свідомістю частину реальності, елементи якої виявляють свою спільність у процесі взаємодії» [56].

У роботах Р. Акоффа система розглядається як ціле, зумовлене однією чи декількома основними функціями, де під функцією розуміють роль, призначення, «місію» системи. За Р. Акоффом, система складається з двох чи більш частин, без яких вона не може виконувати свої функції. Іншими словами, система – це одне ціле, яке не можна розділити на незалежні частини [9, с. 40].

Поняття функції системи чи її елементів здається інтуїтивно ясным і прозорим, однак вчені помітили, що очевидне для найпро-

стіших механічних систем може виявитися неправильним для великих, складно організованих систем, бо поряд з чіткими функціями можуть існувати нечіткі, латентні. Крім того, один і той же елемент системи може виконувати як корисні для системи функції, так і дисфункції, що негативно впливає на її функціонування.

Ключову роль у системному аналізі відіграє поняття «структура», що пов'язане з упорядкованістю відносин, завдяки яким зв'язують елементи системи. Структури поділяються на прості і складні залежно від кількості й типу взаємозв'язків між елементами. Структури часто мають ієрархічний характер, тобто складаються з упорядкованих рівнів. Проблема структуризації є однією з головних відмінних рис системних досліджень. Підмножини елементів системи можуть розглядатися як підсистеми, що складаються у свою чергу з підсистем більш низького рівня. Однак варто мати на увазі, що розбивка системи на підсистеми залежить від мети дослідження.

У контексті дослідження система «валютний курс» може вивчатися під різними кутами зору, які зумовлюють виділення елементів цієї системи та її структури. Наявність структури дозволяє істотно скоротити велику кількість можливих комбінацій елементарних відносин, тобто структура – це в певному розумінні втрата ступенів свободи (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Головні поняття системного аналізу валютних операцій

Поняття	Зміст поняття
Система курсоутворення	Усі валютні курси валютного ринку взаємопов'язані між собою та з факторами, що їх зумовлюють
Елемент системи	Валютний курс (одна з множини, що застосовують на валютному ринку)
Структура системи	Взаємовідносини між валютним курсом, що опосередковані на валютному ринку
Цілісність системи	Зумовлюється незалежністю методів розрахунку валютного курсу
Емерджентність системи	Зумовлюється залежністю валютного курсу від макроекономічних показників

Розглядаючи системний аналіз як методологічну основу, процес моделювання валютного курсу містить певну послідовність етапів (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Схема алгоритму моделювання валютного курсу

Наведений алгоритм, звичайно, не є догмою. Деякі етапи дослідження можна опускати, можливе повернення до попереднього етапу. Проте він корисний як орієнтир на шляху від постановки задачі до побудови системної моделі, що може стати у пригоді як для аналізу досліджуваного явища, так і для моделювання його динаміки.

Системно аналізуючи дійсність, небезпечно покладатися на прості аналогії чи інтуїцію. І. Пригожин та І. Стенгерс відзначають, що «дуже часто відгук системи на збурювання виявляється протилежним тому, що пророкує наша інтуїція. Наш стан невинуватих очікувань у цій ситуації добре відбиває термін «контрінтуїтивний»... Єдиною специфічною особливістю складних систем є те, що наше знання про них обмежене й невизначеність згодом зростає» [147, с. 266].

Складна система реагує на зовнішні впливи інакше, ніж підказує інтуїція. Цим фактом зумовлено необхідність поділу методів системного аналізу на методи, які призначено для вивчення простих систем, де відсутні нелінійні ефекти, і методи вивчення складних систем, де ці ефекти необхідно враховувати.

Великий вплив на фахівців у галузі системного аналізу, менеджменту, дослідження операцій зробили праці одного з найбільш авторитетних американських вчених – Р. Акоффа [9]. Центральне місце у методі Акоффа займає концепція «інтерактивного» планування,

що включає п'ять етапів: аналіз стану організації Українського між-банківського валютного ринку (УМВР) та її проблем; розробка варіантів «ідеалізованого» майбутнього організації; розробка засобів досягнення мети (на цій стадії відкидається частина недосяжних варіантів, запропонованих на другому етапі); розподіл наявних ресурсів (коштів, спеціального обладнання, програмного забезпечення); планування впровадження.

Методологія Акоффа припускає:

- цілісність планування – план розробляється відразу для всіх частин і рівнів системи;
- безперервність планування – у плані неможливо передбачити все, тому з появою істотних змін виникає необхідність коректування плану.

Цікавий підхід розвиває П. Чекленд. Своєрідність і перспективність висунутих ним ідей починає привертати увагу фахівців із суміжних галузей науки [176]. Він привернув увагу до двох альтернативних ідей, що пояснюють природу і значення системного мислення. В одному випадку дійсність розглядається як системна (системи створені природою чи людиною) і вивчається систематично. В іншому випадку світ розглядається як проблематичний, можливо, системний, але слабкоструктурований, що допускає багато інтерпретацій. Реальність такого типу вивчається також систематично.

Таким чином, за П. Чеклендом система розглядається не як частина реального світу, а як системно організований процес його вивчення. При цьому системні ідеї розглядаються як потенційно корисні через те, що інтуїтивне знання світу дозволяє думати, що його елементи значною мірою взаємозалежні, його стабільність, як і безупинні зміни, може бути вивчено системно.

П. Чекленд розробив методологію «м'яких» систем як системно орієнтоване керівництво, що допомагає справитися зі складністю навколишнього реального світу. Введення поняття активної системи, у якій елементи (індивіди) діють відповідно до своєї картини світу, у межах рамок та практик, що притаманні їм, дозволило зробити крок у напрямку застосування цієї теорії до побудови моделі валютного ринку, а також напрямку вивчення питання про управління

процесами на валютно-фінансових ринках, що є одним зі способів більш повного аналізу проблем моделювання валютних операцій.

Застосовуючи методологію «м'яких» систем, дослідник має прогнозувати позицію, яка враховує включення до них людського фактора. На базі цієї методології розвинуто теорію активних систем – розділ теорії управління соціально-економічними системами, що вивчає властивості механізмів їх функціонування, зумовлені проявами активності учасників системи.

У процесі застосування теорії активних систем передбачається вивчення внутрішньої інформації встановлення курсових цін. Іншими словами, передбачається вивчення самого процесу встановлення цін і можливості керування цим процесом, тобто дослідження самого ринку, а не зовнішніх факторів, що призводять до встановлення цін. Застосування цієї теорії припускає, що всю необхідну інформацію й фактори, які б вони не були, можна звести до обсягів угод і динаміки цін. Ці два показники враховують прямо й побічно всі наявні і відомі фактори. Таким чином, на підставі комбінацій, що складаються з таких змінних, як валютний курс і обсяги угод, а також застосовуючи елементи теорії активних систем можливо визначати рекомендації щодо удосконалення управління процесом формування ринкових цін.

Як керівний елемент (центр) виступає Центральний банк (НБУ), активними елементами є банки-учасники валютних торгів на УМВР; навколишнє середовище визначають інші учасники валютного ринку, що діють через активні елементи, а також інші макроекономічні суб'єкти господарської діяльності, дії яких впливають на встановлення мінового співвідношення обміну ресурсів.

Основою моделі активної системи фінансових ринків залишається вплив людського фактора на систему управління. Процес формування курсу являє собою процес взаємодії активної системи, що складається з учасників торгів (активних елементів) і центра (стосовно до валютного ринку – НБУ) зі своїми інтересами. Поняття «активних елементів» означає, що механізм функціонування системи зумовлений проявами активності учасників системи. Іншими словами, елементи мають безліч варіантів можливих дій, з яких вони обирають найкращий для себе варіант.

Формалізуючи цілі учасників торгів, можна визначити мету їх учасників і центру (за допомогою цільових функцій) та змоделювати найбільш оптимальне поведіння для досягнення цілей (виконання цільових функцій). Основна задача центру – збереження утвореного під впливом попиту та пропозиції на ресурс курсу незмінним, тобто таким, що перебуває в деяких межах. Мета активного елемента – нагромадження обсягу ресурсу за максимально короткий період часу.

При цьому курс, згідно з яким здійснюється нагромадження ресурсу, має перебувати в певних межах. Ефективність його дій визначається тим, наскільки середній курс загального портфеля ресурсу наближено до оптимального.

Інтереси системи в цілому відображає центр, який виробляє і встановлює управлінські, адміністративні й економічні впливи для елементів. Якщо центр вирішує задачу вибору оптимального механізму виходячи з інтересів системи в цілому і наявності власних інтересів, цей механізм, у загальному випадку, не буде оптимальним для всіх активних елементів системи. Стан системи в певний момент часу залежить від управлінських впливів центру на активну систему. Задача центру полягає у виборі такого оптимального управлінського впливу і форм припустимого керування, що максимізувало б значення ефективності системи в цілому, а також ефективності виконання наявних у центра цілей. Активні елементи в цих умовах здійснюють виконання своїх цільових функцій.

Таким чином, розгляд різних напрямків системного аналізу дає змогу дійти висновку, що традиційну методологію «твердих» систем може бути застосовано у процесі моделювання валютного курсу, а методологію «м'яких» систем – за моделювання системи організації управління валютною політикою.

1.1.3. Розвиток методів економічного моделювання на основі принципів нелінійної динаміки

Привабливість синергетики зумовлено тим фактом, що вона йде шляхом спрощення моделей, які описують складну поведінку предмета, що вивчається. Треба зазначити, що простота моделей спостерігається лише у візуальному їх представленні, бо для

нелінійного моделювання застосовують складний математичний апарат, наприклад, системи нелінійних диференціальних рівнянь, нечітку логіку або теорію фракталів. Таким чином, ускладнення теоретико-математичного апарату призводить до спрощення запису формальної моделі.

Сьогодні актуальною є проблема обмеженості лінійних пізнавальних моделей, їх недостатня повнота та неадаптовність до переважної більшості проблем, які доводиться вирішувати. Найбільш гостро ця проблема проявляється в економічній науці, оскільки наявність нелінійних ефектів неможливо спрогнозувати у межах відомих моделей. Більшість нелінійних ефектів виникала за рахунок так званого людського фактора, що спричинило пошук способів включення його до існуючих моделей та розвиток евристичних (якісних) методів (рис. 1.3).

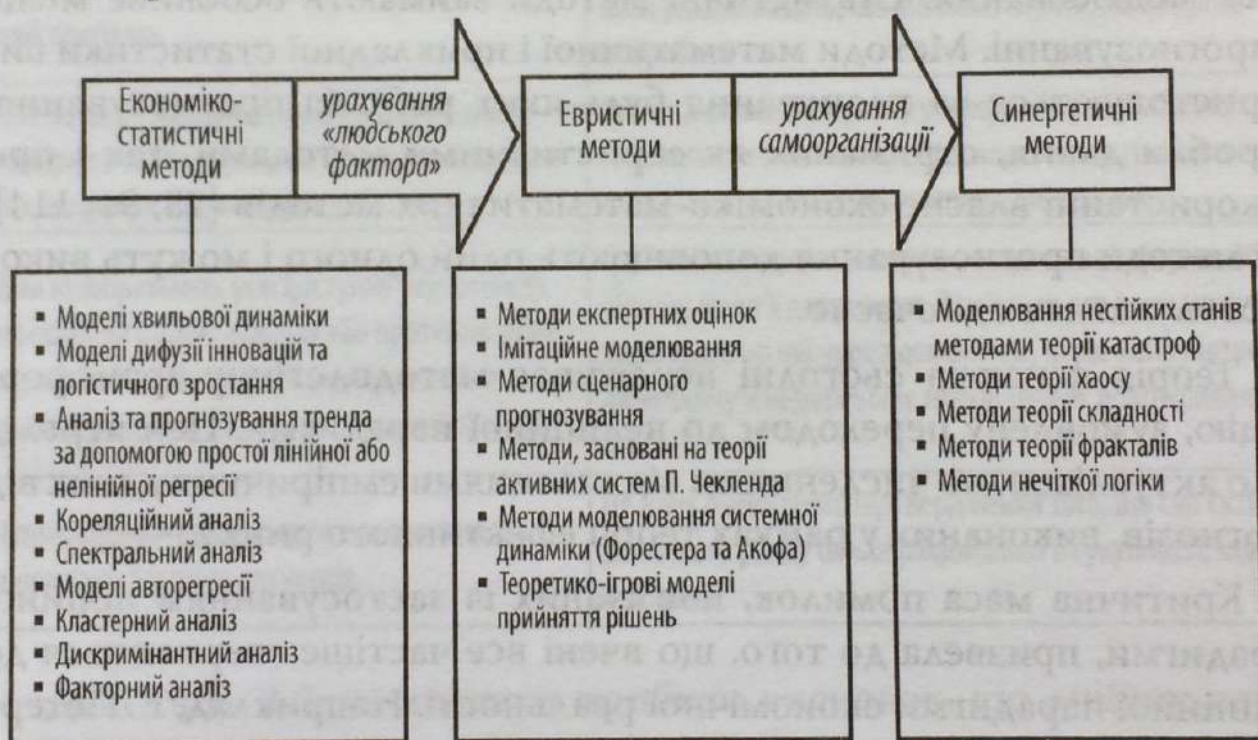


Рис. 1.3. Схема послідовності розвитку методів економічного моделювання

Методи моделювання можна розділити на дві групи. *По-перше*, економіко-математичні методи, у яких превалюють об'єктивні основи. *По-друге*, це евристичні методи, що засновані на перевазі інтуїції, тобто суб'єктивних засад. До перших належать, зокрема, статистичні

методи, які дотепер є найбільш поширеними. Значна кількість методів моделювання, прогнозування та планування у тому чи іншому ступені поєднують елементи обох груп [91; 114; 161].

Евристичні методи припускають, що підходи, які використовувалися для формування прогнозу, не викладено в чіткій формі й вони невіддільні від того, хто робить прогноз. За розробки прогнозу домінують інтуїція, колишній досвід, творчість і уява. До цієї групи методів належать, у першу чергу, експертні методи.

За використання економіко-математичних методів структура моделей встановлюється і перевіряється експериментально, в умовах, що припускають об'єктивне спостереження й вимір. Визначення системи факторів і причинно-наслідкової структури явища, що досліджується, характеризує початковий етап математичного моделювання. Статистичні методи займають особливе місце в прогнозуванні. Методи математичної і прикладної статистики використовуються за планування будь-яких робіт із прогнозування, обробки даних, отриманих як евристичними методами, так і при використанні власне економіко-математичних методів [23; 91; 114]. Усі методи прогнозування доповнюють один одного і можуть використовуватися одночасно.

Теорія фінансів сьогодні переживає методологічну трансформацію, зумовлену переходом до нелінійної парадигми. Цей перехід було актуалізовано численними відхиленнями емпіричних даних від прогнозів, виконаних у рамках теорії ефективного ринку.

Критична маса помилок, пов'язаних із застосуванням лінійної парадигми, призвела до того, що вчені все частіше звертаються до нелінійної парадигми економічної реальності. Наприклад, Е. Петерс стверджує, що теорія ринків капіталу й економічна теорія загалом сьогодні підійшли до тієї межі, коли лінійна парадигма ставить більше питань, ніж дає відповідей [135, с. 257]. Тому перехід до нової (нелінійної) парадигми просто неминучий.

Лінійна парадигма відповідає концепції раціонального інвестора, основою якої є припущення, що минула інформація на фінансовому ринку вже знайшла відображення у вартості цінних паперів, отже, прибутки повинні мати нормальний розподіл і бути незалеж-

ними. Нелінійна парадигма узагальнює реакцію суб'єкта валютного ринку, включає в себе можливість нелінійного суперреагування на інформацію, що надійшла. Це означає розширення поглядів на економічну дійсність, оскільки лінійна реакція інвестора стає окремим випадком у більш широкому класі явищ [159; 203].

Порівняльний аналіз лінійної та нелінійної парадигми в теорії фінансів щодо функціонування валютного ринку наведено в *табл. 1.3*.

Таблиця 1.3

**Порівняльний аналіз лінійної та нелінійної парадигм
щодо валютного ринку**

Лінійна парадигма	Нелінійна парадигма
Суб'єкти валютного ринку не схильні до ризику, віддають перевагу активам, які дають найвищий прибуток	Суб'єкти валютного ринку не завжди уникають ризику й часто прагнуть ризикувати, особливо в тих випадках, коли усвідомлюють, що можливі втрати, якщо цього не зробити
Потенційний прибуток оцінюється методом імовірнісного зважування. Ризик вимірюється як стандартне відхилення прибутків	Суб'єкти валютного ринку упереджені у своїх оцінках і впевнені у своїх власних прогнозах набагато більше того, ніж це виправдано наявною інформацією
Ціни відображають усю доступну інформацію. Інформація (подія) відразу або протягом дуже короткого часу знаходить відображення в ринкових цінах (ефект короточасної пам'яті)	Суб'єкти валютного ринку не реагують на інформацію відразу після її отримання. Замість цього вони можуть зреагувати на неї через деякий час, якщо вона підтверджує зміну в недавньому тренді (ефект довготривалої пам'яті)
«Справедливі» ринкові ціни є результатом консенсусу багатьох експертів	Не існує очевидного підтвердження того, що суб'єкти валютного ринку більш раціональні в сукупності, ніж поодиноці

Дані табл. 1.3 дозволяють зробити висновок, що лінійну парадигму засновано на припущенні, що причина та наслідок пов'язані лінійними співвідношеннями, імовірності відповідають нормальному закону розподілу, а ринок є реальним індикатором закону розподілу. Нелінійна парадигма трактує валютні ринки як складні, інтерактивні та адаптивні системи.

За цих умов процеси, що відбуваються на валютних ринках під впливом об'єктивних економічних умов і суб'єктивних рішень валютного ринку, пропонується розглядати з таких позицій:

- 1) у межах лінійної парадигми – з позиції теорії ефективного ринку;
- 2) у межах нелінійної (синергетичної) парадигми – з позиції гіпотези фрактального, когерентного або хаотичного ринків.

Щоб сформулювати головні положення, які привнесла у проблему прогнозування новітня галузь досліджень – синергетика (нелінійна динаміка), необхідно визначити деякі аспекти, що виявилися під час розробки інструментарію моделювання.

Раніше передбачалося, що є два класи об'єктів. До першого належать детерміновані об'єкти. Їх поведінку можна спрогнозувати на будь-який бажаний час. До другого класу належать стохастичні об'єкти, вивченням поведінки яких займається теорія ймовірностей. Для цих об'єктів прогнозування їх динаміки проводиться шляхом побудови прогнозу майбутніх статистичних характеристик – середніх значень, дисперсій, розподілів ймовірностей.

У останні двадцять років було доведено, що є ще один важливий клас об'єктів. Формально вони є детермінованими – точно знаючи їх поточний стан, можна встановити, що відбудеться з системою в будь-якому далекому майбутньому. І разом з тим передбачати поведінку таких об'єктів можна лише протягом обмеженого часу. Найменша неточність у визначенні початкового стану наростає згодом, і з деякого часу зовсім втрачається можливість будь-що передбачити: об'єкт поводить себе хаотично. Виникає потреба повертатися до статистичного опису. Для таких об'єктів та відповідних систем Т. Веґе розробив метод, заснований на припущенні про когерентність фінансових ринків [268].

Гіпотеза когерентного ринку, висунута Т. Веґе, є нелінійною статистичною моделлю, чим відрізняється від нелінійних детерміністичних моделей, які засновані на теорії хаосу та теорії фракталів. Гіпотеза когерентного ринку пов'язана з фрактальною гіпотезою, але це, насамперед, статистична динамічна модель. Її сутність полягає в тому, що ймовірнісний розподіл змін ринку в часі базується на двох підходах:

- фундаментальних, або економічних, умовах навколишнього середовища;

- ♦ «груповій свідомості» ринку, або специфічних ринкових настроях суб'єктів ринкової діяльності.

Суть гіпотези когерентного ринку полягає в наступному. У зв'язку з тим, що комбінації вищеназваних двох чинників мінливі, змінюється і стан ринку. За припущенням Т. Веge, ринок може перебувати в чотирьох різних станах (табл. 1.4).

Таблиця 1.4

**Можливі стани фінансового ринку та їх характеристика
(за теорією Т. Веge)**

Стан ринку	Поведінка учасників ринку	Результат поведінки учасників
Ефективні ринки	Відповідні випадковому блуканню, інвестори діють незалежно один від одного	Інформація швидко відбивається в цінах
Перехідні ринки	У міру зростання рівня «групової свідомості», яка формується подібно до громадської думки, створюються (поступово нагромаджуються, акумулюються) певні ринкові настрої	Зміщення в настроях суб'єктів валютного ринку, яке стає причиною дії інформації в довгострокових часових періодах
Хаотичні ринки	Настрої інвесторів швидко поширюються у груповій свідомості, але фундаментальні умови нейтральні або невизначені. Фактично вибір ризик/прибуток стає комбінацією ринкового настрою і загальних економічних умов	Відбуваються широкі коливання у групових настроях
Когерентні ринки	Сильні позитивні (негативні) фундаментальні чинники в комбінації з сильними інвесторськими настроями можуть породжувати когерентні ринки, де тренд стає позитивним (негативним) і ризик низьким (високим)	Відбувається виникнення нелінійної статистичної моделі

Формалізований запис моделі Т. Веge засновано на функції розподілу щільності ймовірності, яка має такий вигляд:

$$f(q) = c^{-1} \times Q(q) \times \exp\left(2 \int_{-1/2}^q \frac{K(y)}{Q(y)} dy\right), \quad (1.1)$$

де $f(q)$ – щільність імовірності щорічного прибутку q (ВВП),

$$K(q) = sh(k \times q + h) - 2 \times q \times ch(k \times q + h),$$

$$Q(q) = (1/n) \times (ch(k \times q + h) - 2 \times q \times sh(k \times q + h)),$$

$$c^{-1} = \int_{-1/2}^{1/2} Q^{-1}(q) \times \exp\left(2 \int_{-1/2}^q \left(\frac{K(y)}{Q(y)}\right) dy\right) dq,$$

де n – кількість ступенів свободи;

k – показник поведінки натовпу;

h – фундаментальне зміщення.

Згідно з моделлю Т. Веge саме вид функції щільності ймовірності є показником процесів, що відбуваються на валютно-фінансових ринках, завдяки чому коефіцієнти k та h (фундаментальні умови, керуючі параметри) можна розглядати як ознаки, що класифікують стани валютного ринку.

Т. Веge стверджує, що ринки еволюціонують, здійснюючи переходи з одного стану до іншого. Його теорія практично описує перехід від ефективного ринку (випадкового блукання) до стадної ринкової поведінки, яку в соціальних науках описують термінами психології натовпу.

Керуючими параметрами, як показав Т. Веge, є:

k – ринкові настрої, які можуть змінюватися таким чином: випадковість ($k = 1,8$), нестійкий перехід ($k = 2,0$), поведінка натовпу ($k = 2,2$);

h – фундаментальні навколишні умови (політичні та економічні події, всіляка інформація – від виступів політичних лідерів до чуток, реальний стан економіки). Параметр може змінюватися від $-0,02$ до $+0,02$;

n – кількість ступенів свободи (кількість учасників ринку).

У моделі Т. Веge n вважається незмінним, а k і h – такими, що змінюються згодом (рис. 1.4).

Розробляючи гіпотезу когерентного ринку, Т. Веge взяв за основу теорію соціальної імітації, розроблену для моделювання поляризації громадської думки, а також модель Ізінга, що описує когерент-

ну молекулярну поведінку намагніченого бруска заліза. Гіпотеза когерентного ринку пропонує багату теоретичну схему для оцінки ринкового ризику й того, як він змінюється у часі залежно від фундаментальних і технічних чинників.

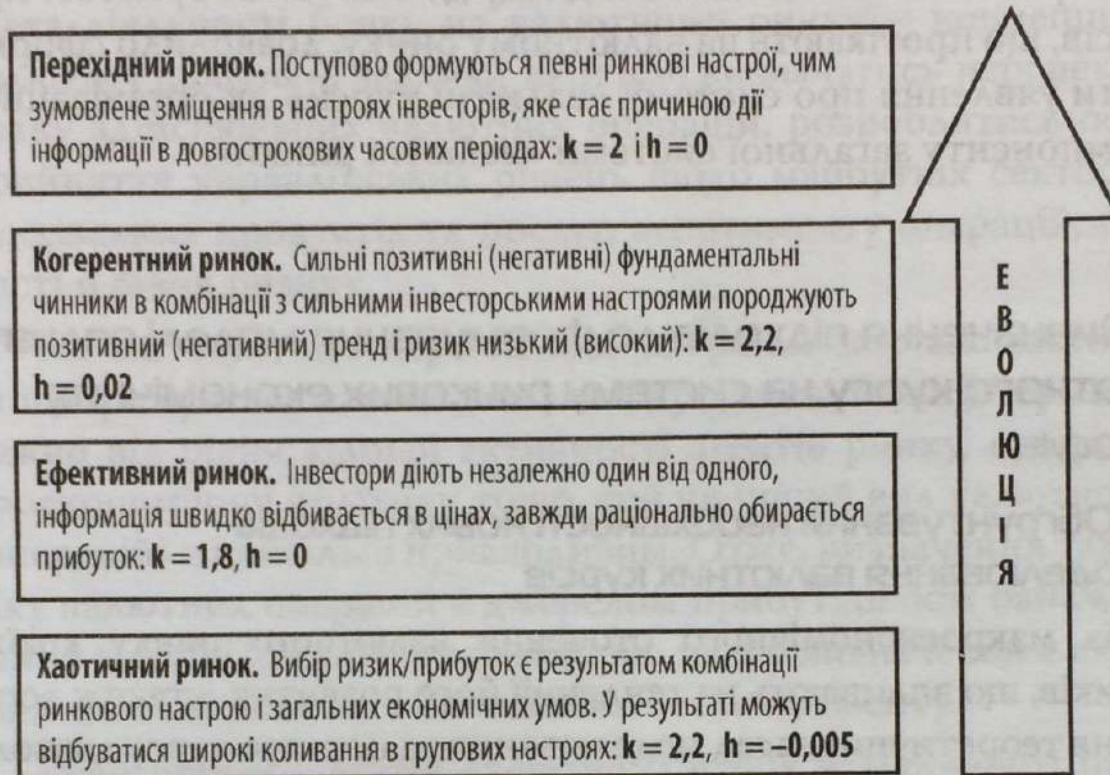


Рис. 1.4. Умовна схема еволюції ринків за Т. Веге: характеристики ринку, значення параметрів порядку та розподіли ймовірностей річного прибутку

Однак, обговорюючи переваги та недоліки цієї теорії, Е. Петерс зазначає, що емпіричних даних на підтримку цієї гіпотези сьогодні недостатньо [135]. Але це не зменшує значущості теорії когерентного ринку. Можливо, що саме теорія Т. Веге виявиться найбільш перспективною, оскільки вона охоплює найрізноманітніші можливі стани розвитку ринкових процесів.

Таким чином, аналіз теоретичних підходів до моделювання валютних ринків дає змогу зробити такі висновки:

- як методологію аналізу валютних ринків України доцільно використати синергетичний підхід, оскільки він об'єднує різноманітні методи дослідження поведінки нелінійних систем;

- застосування теорії синергетики, зокрема теорії фракталів, дає можливість моделювати процес самоорганізації та прогнозувати нелінійні ефекти динаміки валютного ринку;
- використання системного підходу до вивчення сутності процесів, що протікають на валютному ринку, дозволило сформулювати уявлення про систему «валютні курси» як організаційну компоненту загальної системи «валютні ринки».

1.2. Визначення підходів до формування моделі впливу валютного курсу на систему ринкових економічних відносин

1.2.1. Обґрунтування необхідності нових підходів до моделювання валютних курсів

Аналіз макроекономічного оточення валютного ринку країни, чинників, що впливають на тенденції його розвитку, а також дослідження теоретичних засад моделювання валютного курсу дозволили зробити загальний висновок про необхідність фундаментальної зміни методології дослідження процесів, що протікають на ньому. Це потребує формування нових концепцій, парадигм, економіко-математичних моделей та схем мислення, що відбивають стохастичність цих процесів і нелінійний характер їх розвитку.

Так, І. Пригожин та І. Стенгерс стверджують, що перехід до нової методології науки у пізнанні дійсності не треба розглядати як поразку людського розуму: «Як вчені, ми не маємо у своєму розпорядженні свободи вибору. При всьому бажанні неможливо описати для вас світ таким, яким він вам подобається. Ми здатні лише дивитися на світ крізь призму поєднання експериментальних результатів і нових теоретичних уявлень» [147, с. 385].

Е. Петерс зазначає: «Останні сорок років у теорії фінансів домінувала лінійна парадигма. ...З лінійними моделями набагато легше працювати – на противагу тим, які «забруднені» нелінійностями. Перевага лінійної моделі в її простоті, це часто переважає небезпеки, що потенційно криються в її обмеженнях» [135, с. 15].

Зміна методології дослідження валютного ринку особливо актуальна для вивчення механізму прогнозування курсів валют у банківських установах.

Комерційні банки є основними суб'єктами валютного ринку. Мета діяльності банку на валютному ринку – концепція власної валютної політики, завдяки якій має визначатись перспектива розвитку здійснюваних валютних операцій, розробляється основа для прийняття управлінських рішень щодо майбутніх секторів ринку, банківських продуктів та послуг, асортименту операцій, прибутковості й рівня ризику.

На тлі того, що перелік цих операцій має скінченний вигляд та підтримується законодавством країни, в певний термін часу, залежно від рівня ділової активності агентів ринку, пріоритетів макроекономічної політики тощо, той чи інший вид валютної операції (операцій) є найбільш привабливим. Отже, визначення такого переліку валютних операцій є джерелом прибутковості банку, а формування відповідного інструментарію цього визначення є актуальною задачею внутрішнього банківського менеджменту.

Роль прогнозування валютного курсу в діяльності банківської установи, зокрема його роль у практиці управління валютними операціями, показано на *рис. 1.5*.

Фінансовий потік у блоку «валютні операції» розподіляється між ланками-підсистемами, трансформується кожною з них. На виході маємо трансформований фінансовий потік, якість (ефективність) трансформації якого зумовлюється прибутком, отриманим банківською установою. Аналіз якості трансформації фінансового потоку дозволяє управлінському апарату банку дійти висновків про необхідність прийняття управлінських рішень щодо доцільності подальшої трансформації фінансового потоку (на цьому етапі головний вплив спричиняють такі чинники мікрооточення, як менеджмент та маркетинг банку).

Етап аналізу дає змогу організувати зворотний зв'язок у досліджуваній системі. На цьому етапі важливими є не тільки результати аналізу внутрішньобанківської звітності, а й результати прогнозування змін валютного курсу та інших змін у навколишньому середовищі.

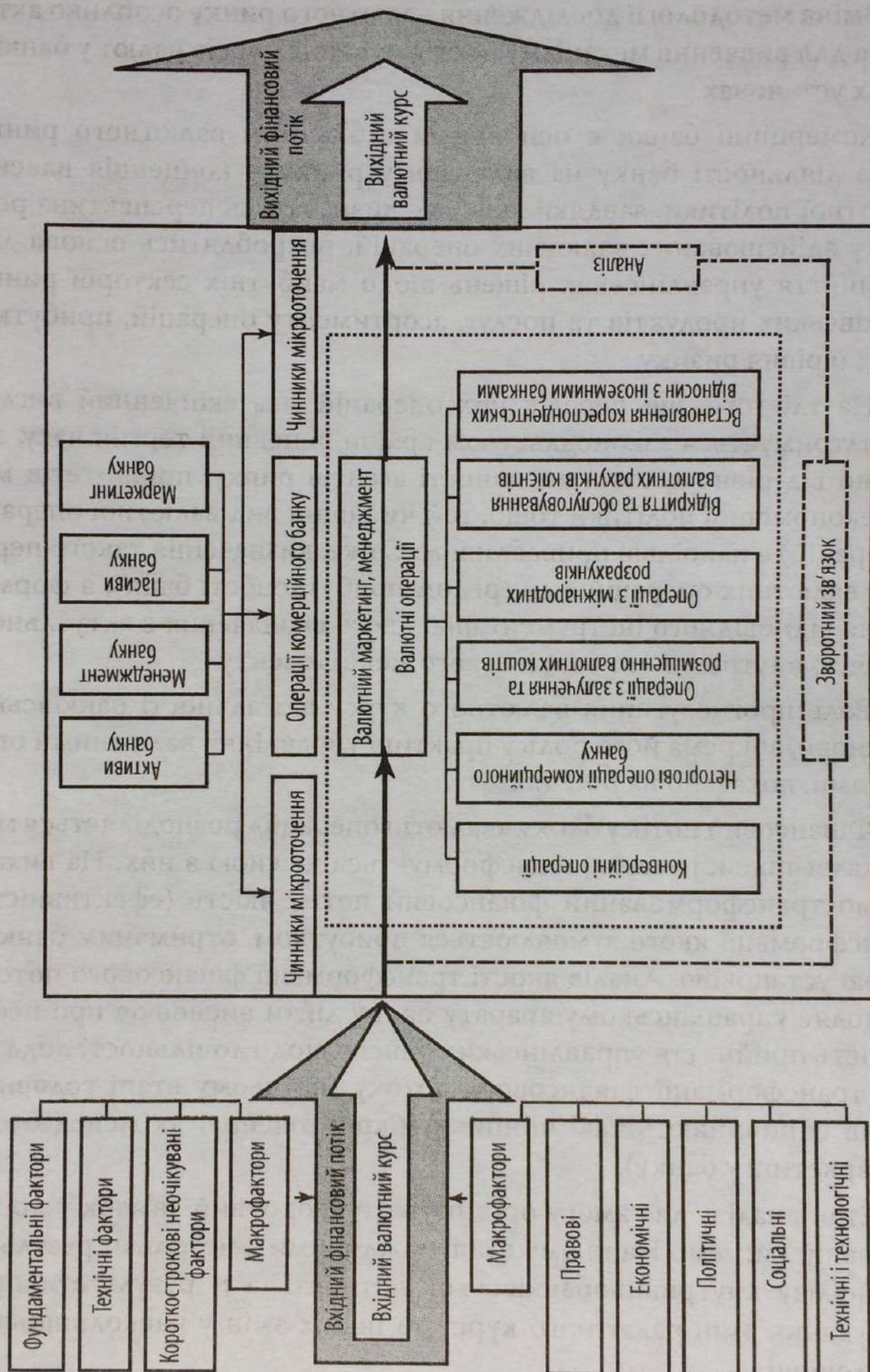


Рис. 1.5. Механізм впливу валютного курсу на систему валютних операцій банківської установи

Головним у розробці ефективної системи «Валютні операції банківської установи» є врахування всіх факторів, що впливають на трансформації фінансового потоку, а також їх взаємозв'язків між собою та ринковим валютним курсом. Цілісність системи зумовлено зв'язком ефективності валютних операцій з курсом валют, який є детермінантою кількісних форм вираження валютних операцій.

1.2.2. Формування концептуальної моделі дослідження в умовах стохастичних змін зовнішнього середовища

Виходячи з висновку попереднього розділу та зважаючи на головну мету дослідження, авторами пропонуються підходи до моделювання валютних операцій банківської установи на підставі концептуальної моделі, що містить такі етапи (рис. 1.6):

1-й – визначення довгострокової тенденції розвитку валютного ринку;

2-й – визначення короткострокової тенденції розвитку валютного курсу;

3-й – формування та вибір комплексу валютних операцій.

Розглянемо суттєві особливості кожного з запропонованих етапів. Цільовою спрямованістю першого етапу є визначення довгострокової тенденції розвитку валютного ринку України. Об'єктом дослідження на цьому етапі є зміна валютного курсу на УМВР за період 1996 – 2007 рр. у щоквартальному розрізі. Візуальний аналіз часового ряду показав, що на тлі наявності певної нелінійності у його динаміці довгострокова тенденція має чітко виражений висхідний тренд. Для побудови моделі валютного курсу та підтвердження гіпотези про висхідний розвиток валютного ринку України розроблено методику визначення довгострокової тенденції розвитку валютного ринку, що містить такі кроки:

1-й – розробка моделі валютного курсу;

2-й – прогнозування валютного курсу.

Перелік задач кроків методики, методи та моделі їх вирішення наведено в табл. 1.5.

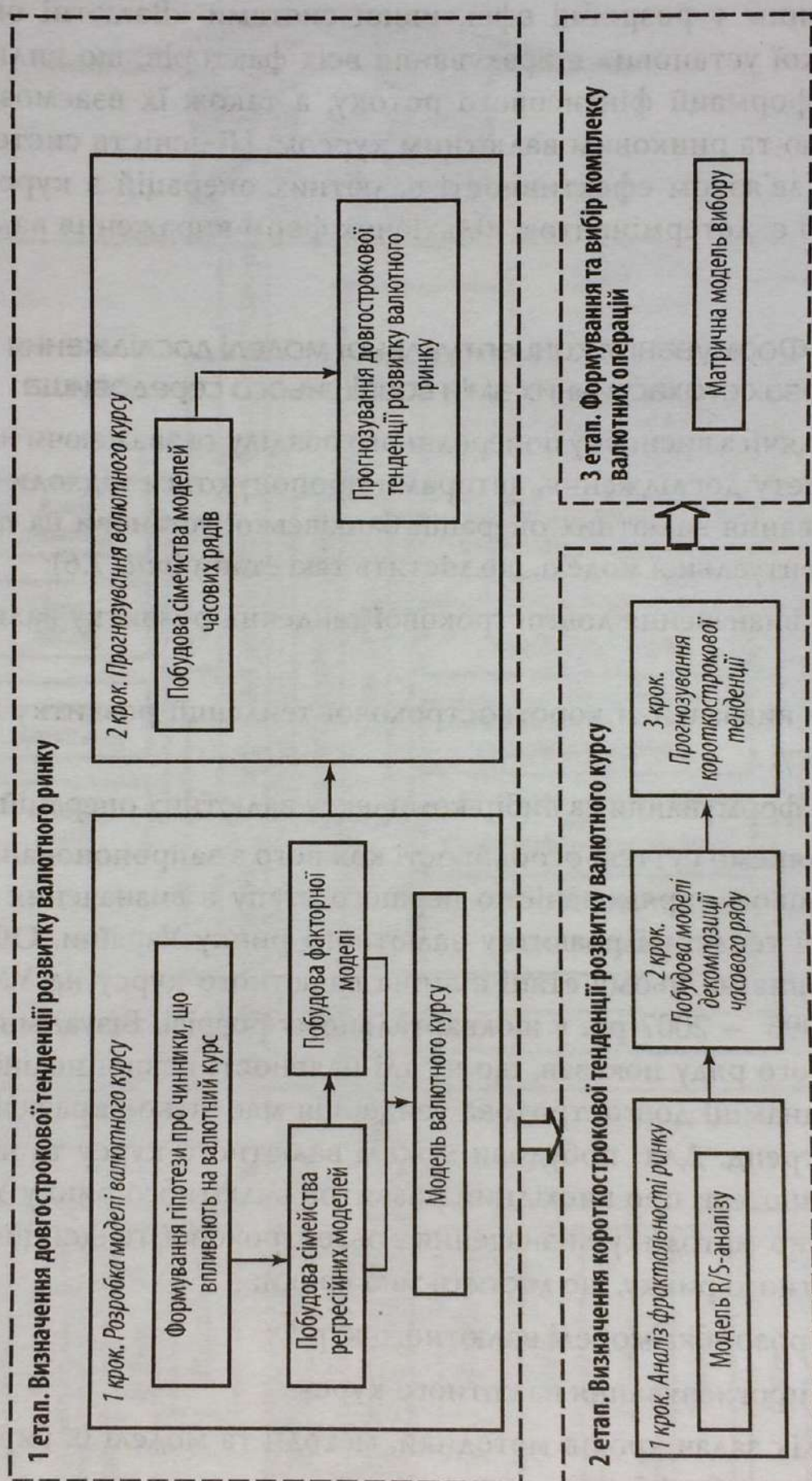


Рис. 1.6. Схема концептуальної моделі дослідження

Наведені вище задачі першого кроку методики формалізовано у межах алгоритму, основним призначенням якого є чистота побудови моделі валютного курсу. Сутність запропонованого алгоритму міститься у використанні кореляційно-регресійного та факторного аналізів, що дозволяють розробити альтернативні моделі валютного курсу та на підставі певних критеріїв визначити найбільш адекватну модель, придатну для прогнозування.

Метою кореляційно-регресійного аналізу є побудова моделі валютного курсу з високим рівнем коефіцієнтів детермінації та кореляції. Необхідність цього, з одного боку, потребує включення у модель великої кількості факторів, з іншого – наявності некорельованих між собою екзогенних факторів. Цей результат досягнуто завдяки аналізу сили кореляційних зв'язків між факторами та використання методу покрокової регресії, який дозволяє серед великої кількості вихідних змінних виділити у модель ті, які є найбільш значущими та адекватно відбивають аналізований процес. Основними перевагами цього методу є те, що він, по-перше, дозволяє побудувати більш скорочену модель, яка містить необхідний, але достатній перелік екзогенних факторів, а по-друге, при наступному збиранні даних не реєструє несуттєві фактори [24, с. 59].

Таблиця 1.5

Задачі визначення довгострокової тенденції розвитку валютного ринку та інструментарій їх вирішення

Назва кроку методики	Задача	Інструментарій вирішення задачі
1 крок. Розробка моделі валютного курсу	1. Формування гіпотези, про чинники, що впливають на валютний курс	Порівняльний критичний аналіз літературних джерел
	2. Визначення остаточного переліку екзогенних факторів моделі	Кореляційний аналіз Регресійний аналіз Факторний аналіз
	3. Побудова моделі валютного курсу	Економетрична модель Факторна модель
2 крок. Прогнозування валютного курсу	1. Прогнозування екзогенних факторів моделі	Комплекс моделей часових рядів
	2. Прогнозування довгострокової тенденції розвитку валютного ринку	Економетрична модель

Метою факторного аналізу є побудова факторної моделі валютного курсу на підставі сформованих штучних головних компонентів, що є інструментом усунення мультиколінеарності між екзогенними факторами. Вихідна інформаційна сукупність складала 14 факторів, на базі яких було сформовано три штучні головні фактори: фактор обсягу грошового обігу в господарстві, фактор виробництва та фактор обслуговування зовнішнього боргу.

Таким чином, синтез кореляційно-регресійного та факторного аналізу дозволив обґрунтувати вибір найбільш адекватної моделі валютного курсу.

Задачі другого кроку методики вирішено завдяки побудові сімейства трендових моделей за виділеними екзогенними факторами моделі. Вибір виду тренда відповідного фактора проводився на підставі перебору основних лінійних та нелінійних залежностей за критерієм мінімуму квадрата помилок. Розрахувавши прогностичні значення відповідних факторів, отримуємо прогноз довгострокової тенденції розвитку валютного ринку України на чотири квартали. Ця інформація є вихідною для побудови матричної моделі вибору валютних операцій банківської установи.

Метою другого етапу концептуальної моделі дослідження є визначення короткострокової тенденції розвитку валютного курсу, що складається з результатів торгів на Українському міжбанківському валютному ринку (УМВР). Вихідною інформацією даного етапу є щоденні курси валют за 2005 – 2007 рр. Запропонована методика визначення майбутньої короткострокової тенденції складається з таких кроків:

1-й – визначення фрактальності валютного ринку;

2-й – побудова моделі декомпозиції часового ряду;

3-й – визначення короткострокової тенденції на підставі прогнозування курсів валют.

Для дослідження фрактальності валютного ринку в роботі пропонується використовувати метод нормованого розмаху та розроблено алгоритм визначення показника Херста [135]. На підставі розрахованих значень цього показника аналізований часовий ряд може

бути віднесено до персистентного, антиперсистентного чи випадкового ряду. Інформаційною базою розрахунку показника Херста у роботі є щомісячні курси валют (довжина аналізованого ряду складає 102 випадки). Проведені дослідження показали, що валютний ринок України є фрактальним, а часовий ряд, що досліджувався – персистентним. Це свідчить про спроможність ряду у майбутньому підтримувати певну нелінійну тенденцію.

На другому кроці методики проводиться розробка моделі декомпозиції часового ряду та визначення її специфікацій. Вихідною інформацією для побудови моделі є щоденні зміни валютного курсу на Українському міжбанківському валютному ринку за 2005 – 2007 рр., тобто довжина часового ряду складає 634 випадки. Розроблений алгоритм побудови моделі складається з етапів:

- 1) підбір виду тренда;
- 2) апроксимація періодичної складової рядами Фур'є;
- 3) виділення випадкової складової;
- 4) діагностична перевірка моделі на адекватність.

Прогнозування короткострокової тенденції за отриманою моделлю здійснюється на 40 точках, що відповідає інтервалу у два місяці.

На третьому кроці здійснюється прогнозування та аналіз короткострокової тенденції розвитку валютного курсу, що також є вихідною інформацією для моделі вибору найбільш доцільних валютних операцій.

Цільовою спрямованістю третього етапу концептуальної моделі є формування та визначення комплексу найбільш привабливих для банківської установи валютних операцій. Процес такого рішення засновано на використанні розробленої в дослідженні матричної моделі, що допомагає здійснити вибір певного комплексу валютних операцій завдяки прогнозуванню довго- та короткострокової тенденцій розвитку валютного ринку країни та сформованого на УМВР валютного курсу відповідно.

Отже, запропонована концептуальна модель процесу моделювання валютних операцій банківської установи є дієвим інструментом формування її політики щодо вибору доцільних валютних операцій

з урахуванням стохастичних змін зовнішнього середовища, зокрема коливань валютного ринку України та курсів валют на УМВР.

1.3. Дослідження валютного курсу як ефективного інструменту впливу на розвиток макроекономічних процесів

1.3.1. Завдання державної політики в контексті вибору її цільових пріоритетів

Ефективне функціонування національної економіки досягається як на базі саморегулювальних властивостей ринкового механізму, так і через державний механізм регулювання економіки.

Макроекономіка оперує агрегованими параметрами й має справу тільки з агрегованими показниками, такими, як валовий національний продукт (ВНП), національний дохід (НД), рівень цін, інфляції та безробіття, обсяги споживання, заощадження й інвестицій, ринкова ставка процента тощо.

Макроекономіка не вивчає особливості виробництва окремих товарів або приватні рішення споживчого вибору, не має справи з галузевою структурою виробництва або з формуванням цін на товари й послуги. У макроекономіці розглядаються агреговані ринки, де вся множина мікроекономічних ринків групується в такі типи (рис 1.7):

- товарів і послуг (реальних благ). На ринку благ усі індивідуальні розбіжності мікроекономічних ринків товарів і послуг зникають, для вивчення залишаються питання встановлення розміру сукупного попиту й сукупної пропозиції, загального рівня цін і умов формування рівноваги;
- реального капіталу, поданий ринком інвестиційних товарів;
- праці, на якому об'єктом купівлі-продажу виступає праця як така, без виділення її окремих видів;
- грошей, при цьому під грошима мають на увазі тільки національну валюту;

- капіталу (цінних паперів), основне призначення якого – забезпечити трансформацію заощаджень у інвестиції;
- міжнародний ринок, поданий іноземним сектором (закордоном). При аналізі відкритої економіки міжнародний ринок поділяється на ринки: товарів і послуг, активів та валютний.

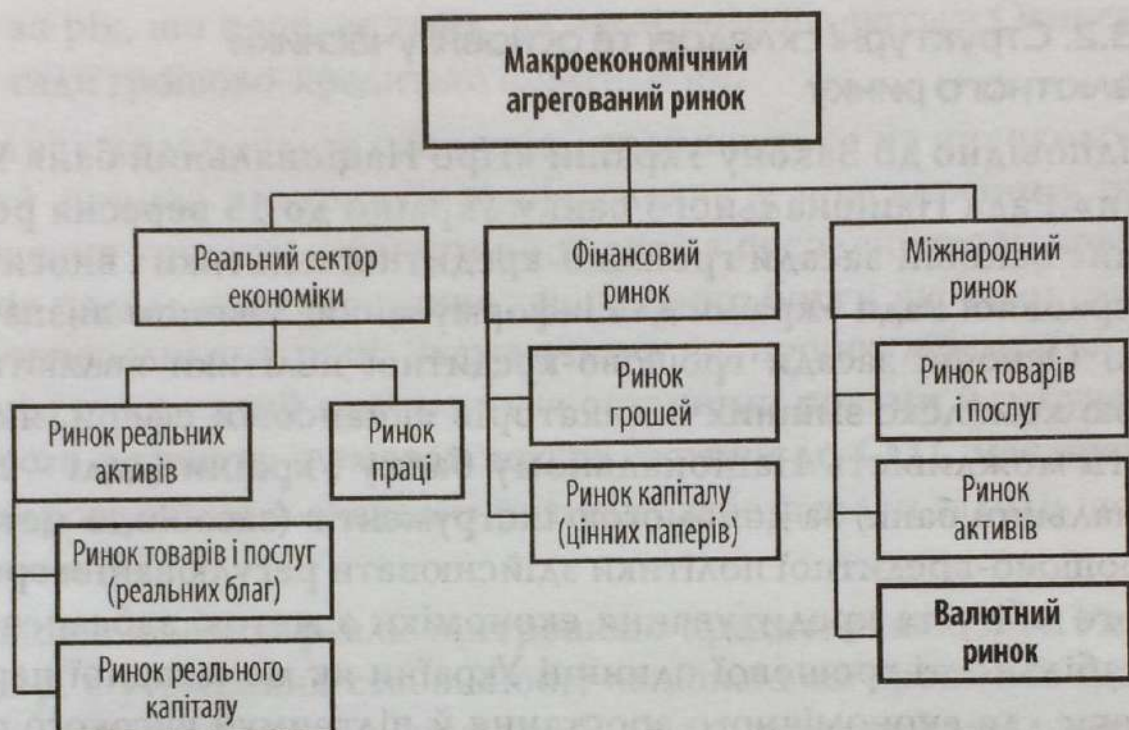


Рис. 1.7. Схема структури макроекономічного агрегованого ринку

Ринок благ і ринок реального капіталу в сукупності утворюють ринок реальних активів. Разом із ринком праці вони складають реальний сектор економіки.

Ринок грошей і ринок капіталу є складовими частинами фінансового ринку, на якому відбувається розподіл коштів між економічними суб'єктами.

В основі механізму державного регулювання лежить економічна політика держави. Економічна політика – це цілеспрямований вплив держави на виробництво, доходи, зайнятість, інфляцію та інші макроекономічні параметри за допомогою зміни пропозиції грошей, рівня податків та державних витрат [275]. Проблеми, пов'язані з визначенням цілей та пріоритетів економічної політики, істотно впливають на методи державного регулювання економіки.

Таким чином, державна політика має базуватися на чіткому ви-явленні оптимальних пріоритетів у постановці цілей та оцінці можливих наслідків від їх реалізації. А це, у свою чергу, неможливе без перевірки відповідності обраних цільових пріоритетів положенням та висновкам макроекономічної науки [205].

1.3.2. Структурні складові та основні учасники валютного ринку

Відповідно до Закону України «Про Національний банк України» Рада Національного банку України до 15 вересня розробляє основні засади грошово-кредитної політики і вносить до Верховної Ради України для інформування. Законом визначено, що Основні засади грошово-кредитної політики являють собою комплекс змінних індикаторів фінансової сфери, які дають можливість Національному банку України (далі – Національний банк) за допомогою інструментів (засобів та методів) грошово-кредитної політики здійснювати регулювання грошового обігу та кредитування економіки з метою забезпечення стабільності грошової одиниці України як монетарної передумови для економічного зростання й підтримки високого рівня зайнятості населення [2].

Основні засади грошово-кредитної політики ґрунтуються на основних критеріях та макроекономічних показниках загальнодержавної програми економічного розвитку, основних параметрах економічного та соціального розвитку України на відповідний період, що включають прогностичні показники обсягу валового внутрішнього продукту (ВВП), рівня інфляції, розміру дефіциту державного бюджету та джерел його покриття, платіжного та торговельного балансів, затверджених Кабінетом Міністрів України [7].

Правові, економічні та організаційні засади формування прогностичних і програмних документів економічного та соціального розвитку України визначаються Законом України «Про державне прогнозування та розроблення програм економічного і соціального розвитку України».

Головні засади грошово-кредитної політики розробляються на основі:

- прогнозів економічного й соціального розвитку України на коротко- та середньостроковий періоди;
- показників проектів зведеного та державного бюджетів України на плановий рік;
- аналізу очікуваних результатів грошово-кредитної політики за рік, що передує тому, на який розробляються Основні засади грошово-кредитної політики [6].

Однак доларизація економіки залишається на високому рівні, цей процес знаходить відображення у прискореному обсязі збільшення кредитів в іноземній валюті з посиленням відповідних ризиків подальшого зростання зовнішнього боргу, які загострилися ще в попередньому році. Зважаючи на це, процес лібералізації валютного ринку, який відбувається останніми роками й набуває подальшого розвитку в умовах вступу України до СОТ, має враховувати нарощування зазначених ризиків і забезпечити заходи щодо їх зниження [8].

Головною метою реалізації грошово-кредитної політики України у 2008 р. є утримання стабільності національної грошової одиниці як важливої передумови фінансової і макроекономічної рівноваги та сталого соціально-економічного розвитку країни. Досягнення цієї мети будуватиметься на адекватному використанні нормативних, організаційних та інструментальних можливостей Національного банку з урахуванням національних стратегічних завдань і вірогідності дестабілізуючих впливів.

Наявна система інституцій і важелів грошово-кредитної політики дає змогу адекватно регулювати попит та пропозицію на грошовому ринку, забезпечуючи монетарну основу економічного зростання та нейтралізуючи можливі шоки. Одночасно враховується, що у 2008 р. буде збережено тенденцію до ускладнення впливу зовнішнього та внутрішнього середовища на здійснення монетарної політики. Збережеться нестабільна ситуація на світових фінансових ринках, що є небезпечним в умовах надмірної залежності від зовнішньої кон'юнктури, високого рівня доларизації, посилення присутності іноземного капіталу, зростання валового зовнішнього боргу та необхідності поступової лібералізації валютного режиму.

Зміни в показниках платіжного балансу, що відбуваються останнім часом і впливають на попит та пропозицію на валютному сегменті ринку, можуть мати наслідки для певних трансформацій структури емісійних каналів забезпечення належного рівня грошової пропозиції в напрямку посилення ролі її кредитного та фондового каналів [7].

Зважаючи на вищевикладене, Рада Національного банку України вирішила у процесі реалізації курсової політики особливу увагу звертати на необхідність забезпечення стабільності курсу гривні у визначених межах з метою нівелювання дестабілізуючого впливу зовнішніх чинників [6; 7].

Основним завданням валютно-курсової політики у 2008 р. залишається сприяння стабільності національної грошової одиниці шляхом впливу на її курсову складову. Виконання цього завдання ускладнюється через очікувані суттєві зміни у процесах припливу-відпливу іноземної валюти, що можуть відбутися після вступу України до СОТ, а також подальше зростання цін на енергоносії, наявність інфляційних очікувань та інші ризики. Враховуючи існуючі ризики щодо розвитку ситуації в економіці та на валютному ринку, досягненню цілей фінансової стабільності та економічного зростання в цих умовах найбільш сприятиме збереження курсових тенденцій, що склалися останніми роками. У вирішенні питань удосконалення курсових механізмів враховуватимуться співвідношення курсів основних світових валют, а також застосування цих валют у разі здійснення торгових та інших міжнародних операцій [7].

Важливим індикатором стану валютного сегмента грошового ринку залишатиметься реальний ефективний обмінний курс гривні. Для реалізації завдань курсової політики значна увага приділятиметься подальшому збільшенню золотовалютних резервів, що підвищуватиме забезпеченість національної грошової одиниці та довіру до дій Національного банку України. Розвиток інструментарію та методів валютного регулювання буде враховувати, з одного боку, потребу їх адаптації до норм і правил, які існують на міжнародних ринках, а з іншого – необхідність зниження доларизації економіки та забезпечення надійного контролю за ризиками,

що можуть виникнути для банківської системи та економіки від усе більшої активізації процесів припливу-відпливу капіталів [6; 8; 205].

Валютний ринок, як відомо, є системою стійких економічних і організаційних відносин стосовно операцій купівлі-продажу іноземних валют та платіжних документів у іноземних валютах, а також є основою економічних взаємин між різними країнами [14; 16].

Насамперед, валютний ринок забезпечує валютно-кредитне і розрахункове обслуговування експортно-імпортних операцій, а також валютні операції, пов'язані з інвестуванням капіталу за межі національної економіки (табл. 1.6) [205; 220].

Таблиця 1.6

**Динаміка обсягу ВВП та експортно-імпортних операцій
за період 1996 – 2007 рр.**

Показники	1996 р.	1997 р.	1998 р.	1999 р.	2000 р.	2001 р.
Валовий внутрішній продукт, млн грн	81519	93365	102593	130442	170070	204190
Експорт товарів та послуг, млн доларів США	20346	20355	17621	16332	19248	21086
Імпорт товарів та послуг, млн доларів США	21468	21891	18828	15237	18116	20473
Показники	2002 р.	2003 р.	2004 р.	2005 р.	2006 р.	2007 р.
Валовий внутрішній продукт, млн грн	225810	267344	345113	418529	537667	3427155*
Експорт товарів та послуг, млн доларів США	23351	28953	39719	41820	50239	89104*
Імпорт товарів та послуг, млн доларів США	21494	27665	34846	39720	53307	96914*

* За дев'ять місяців 2007 року.

Крім цього, валютний ринок надає можливості для хеджування, тобто страхування валютних ризиків. При хеджуванні економічні суб'єкти, які бажають зменшити ризик, пов'язаний з коливаннями валютного курсу, прагнуть позбутися зобов'язань в іноземній валюті, тобто досягти балансу між активами і пасивами в даній валюті, забезпечити зниження негативного впливу на структуру капіталу [10; 30].

До основних учасників валютного ринку можна віднести:

- комерційні банки, що здійснюють близько 70% загального обсягу валютних операцій як за рахунок і на користь клієнтів, так і самотійно – за рахунок власних ресурсів;
- зовнішньоторговельні організації, що беруть участь у міжнародній торгівлі, формують попит (як імпортери) і пропозиції (як експортери) іноземної валюти. Ці компанії, як правило, здійснюють валютні операції за посередництва комерційних банків;
- міжнародні інвестиційні компанії, що здійснюють політику диверсифікованого управління портфелем власних активів шляхом розміщення своїх ресурсів у цінні папери державних органів і корпоративні цінні папери іноземних країн;
- центральні банки, що здійснюють державну валютну політику через управління валютними резервами, проведення валютних інтервенцій, встановлення валютних обмежень, регулювання рівня процентних ставок за внесками у національній валюті;
- валютні біржі, що функціонують, як правило, у країнах з перехідною економікою й високим рівнем державного регулювання валютних відносин. Основна функція валютних бірж полягає у здійсненні валютообмінних операцій для юридичних осіб і формування валютного курсу [16; 22; 33] (Додаток А).

Якість управління ними стає одним з найважливіших факторів забезпечення рентабельності фінансових інститутів. Це, у свою чергу, зумовлює поширення інтересу до процесів моделювання, побудови моделей можливих валютних криз на ринках, що розвиваються [102], а також розвитку теорії ризику та математичного моделювання ризикових ситуацій [31; 108; 147; 186].

За дослідження складних систем (до яких належать валютні ринки) є необхідність аналізувати велику кількість даних: саме тих, що характеризують внутрішні процеси системи, а також зовнішні чинники, які впливають на процеси функціонування досліджуваної системи. Тому доцільним є аналіз динаміки головних з них: валово-

го національного продукту, експорту та імпорту товарів та послуг (табл. 1.6), обсягів щомісячних торгів (рис. 1.8), величини обмінного курсу (рис. 1.9).



Рис. 1.8. Графік динаміки обсягів щомісячних торгів за долларом США до гривні на УМВР за 1995 – 2007 рр. [274]



Рис. 1.9. Динаміка величини курсу щомісячних торгів за долларом США до гривні на УМВР за 1995 – 2007 рр. [272; 274]

Основним суб'єктом міжбанківського валютного ринку України є Національний банк як головний державний орган валютного регулювання, що встановлює офіційний курс гривні до іноземних валют

і міжнародних розрахункових одиниць. Цей курс застосовується резидентами України й нерезидентами як розрахунковий обмінний курс для проведення та оцінки валютних операцій, у тому числі для визначення митних платежів [2] (рис. 1.9).

Основна роль валютного ринку пов'язана з необхідністю конвертації одних валют в інші, чим зумовлена необхідність детального аналізу питань, пов'язаних з визначенням валютного курсу, формуванням його величини, а також взаємозв'язку між різними процесами, які супроводжують механізм конвертації [32; 204].

У практиці системи валютного регулювання, що використовуються країнами з ринковою економікою, можна знайти найрізноманітніші поєднання різних інструментів і цілей, які використовуються для впливу на валютний ринок (рис. 1.10), але всі вони діють через застосування механізму прогнозування валютного курсу [186; 202].

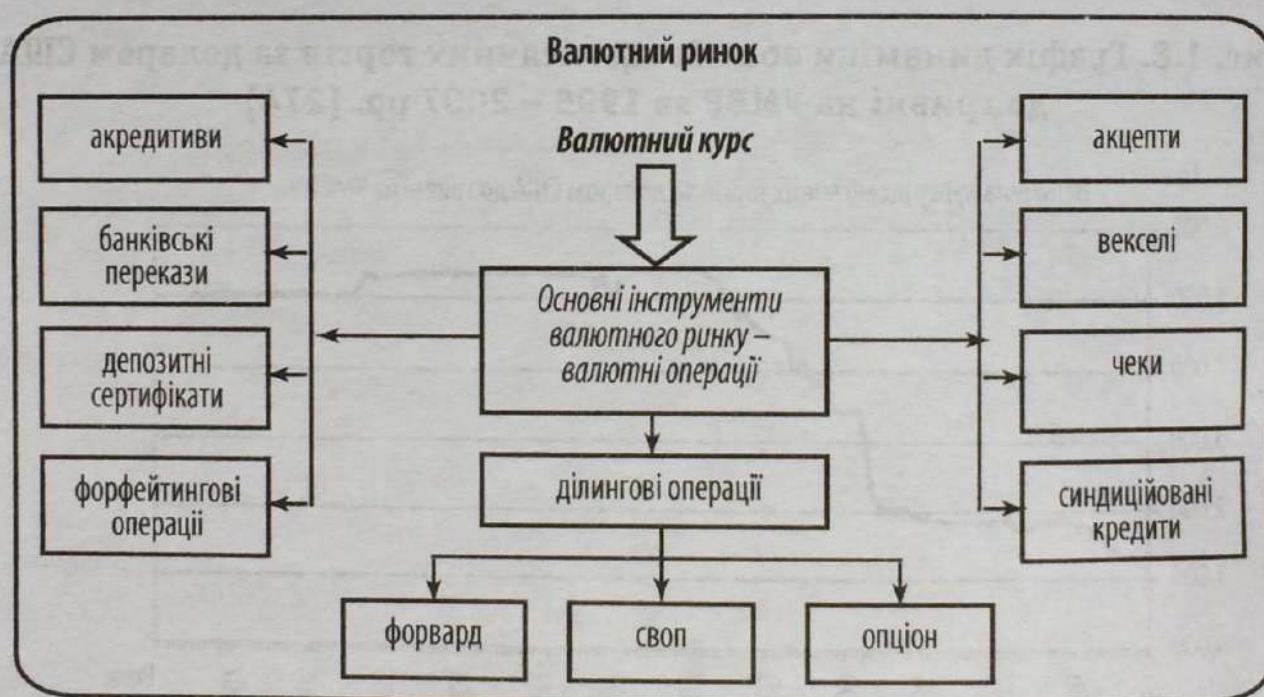


Рис. 1.10. Схема класифікації основних інструментів впливу на валютний ринок

Як відомо, валютний курс — це встановлений Національним банком України курс грошової одиниці України до грошової одиниці іншої країни [3]. Іншими словами, валютний курс — це ціна національної валюти, формування якої залежить від різних факторів: стану національної економіки, платіжного балансу країни, політики,

дипломатичних відносин, психологічних особливостей населення тощо [127].

Значення валютного курсу як фінансової категорії зумовлене його впливом на формування відносних цін на вітчизняні та імпортні товари. Крім того, валютні курси взаємозалежні з монетарною політикою держави. Причому цей зв'язок носить не прямий, а опосередкований характер (валютний курс впливає на раціональні очікування інвесторів, а отже, й на пропозицію грошей; зміна пропозиції грошей веде до «перестрибування» валютного курсу) [112]. Показники динаміки величини валютного курсу відображено у *Додатку Б*.

1.3.3. Теоретичні підходи до прогнозування валютного курсу

Прогнозування величини валютних курсів вважається досить важливим, оскільки вони впливають як на відносні ціни товарів вітчизняного виробництва, так і на ціни іноземних товарів [98; 112; 115].

Валютні курси до останнього часу найчастіше визначалися за допомогою методологічних підходів теорії ефективного ринку [55; 135]. Паритет купівельної спроможності розглядався як основний (але не єдиний) фактор. Конкретне визначення паритетного валютного курсу є досить складним через проблеми формалізації самого поняття паритетної купівельної спроможності. Крім того, теорія ефективного ринку завдяки останнім дослідженням зазнає критики [135; 159].

Слід зазначити, що прогнозування валютних курсів є важливою сферою діяльності для суб'єктів валютного ринку. Біржові трейдери і фірми (зокрема транснаціональні корпорації) вимагають визначення точних прогнозів коливання валютних курсів, тому що ці зміни впливають на попит на їх товари, на здійснення інвестиційної діяльності за кордоном [129; 173].

Прогнози валютних курсів на цей час будуються на підставі досить різних теоретичних підходів, і тому результати прогнозування бувають суперечливими. Критика деяких невдалих прогнозів може слугувати подальшому розвитку економічної науки, пошуку нових,

більш загальних теорій, адекватних реальності моделей, про що свідчать, наприклад, роботи Л. Євстегнеевої і Р. Євстегнеева [64], Е. Петерса [135], Ю. М. Осипова [151], Ю. К. Ольсевич [123], М. Научителя та Б. Сорвинова [120] та ін.

Основні теоретичні підходи до прогнозування валютних курсів відображено у вигляді схеми на *рис. 1.11*. Таку візуалізацію зроблено авторами монографії на підставі аналізу наукової літератури для демонстрації того, що на теперішній час теорія формування валютного курсу не є завершеною, а й досі знаходиться у стадії розвитку, творчого пошуку новітніх ідей, що сприятимуть більш адекватному опису цього явища. Зокрема, до таких спроб можна віднести роботи Т. Веge та Е. Петерса, які буде розглянуто далі.

Класичне економетричне моделювання валютного курсу завжди було засноване на дослідженні великої кількості вхідних параметрів моделі – чинників валютного курсу. Саме тому видається за необхідне розглянути класифікації факторів, що впливають на формування валютного курсу.

Таких класифікацій на теперішній час існує велика кількість [37; 45; 61; 67; 101; 128].

Для передбачення динаміки змін валютного курсу враховують різні фактори. Наприклад, якщо очікується зростання внутрішніх реальних процентних ставок, то прогнозується здорожчання національної валюти. З іншого боку, якщо буде очікуватися зростання темпів інфляції в країні, то прогнози будуть виходити із того, що національна валюта буде знецінюватися [112].

Висока волатильність обмінних курсів привертає увагу багатьох спеціалістів [112; 120; 135]. Двадцять років тому економісти здебільшого вважали, що визначення валютних курсів на вільному ринку не відобразиться на значних коливаннях їх значень. Проте практичний досвід довів хибність такої думки [135].

До головних факторів, які призводять до нестабільності валютного курсу можна віднести: експорт і імпорт; рух капіталу; нову інформацію; діяльність фондів, експортерів та імпортерів; висловлювання політичних діячів; діяльність центральних банків та багато

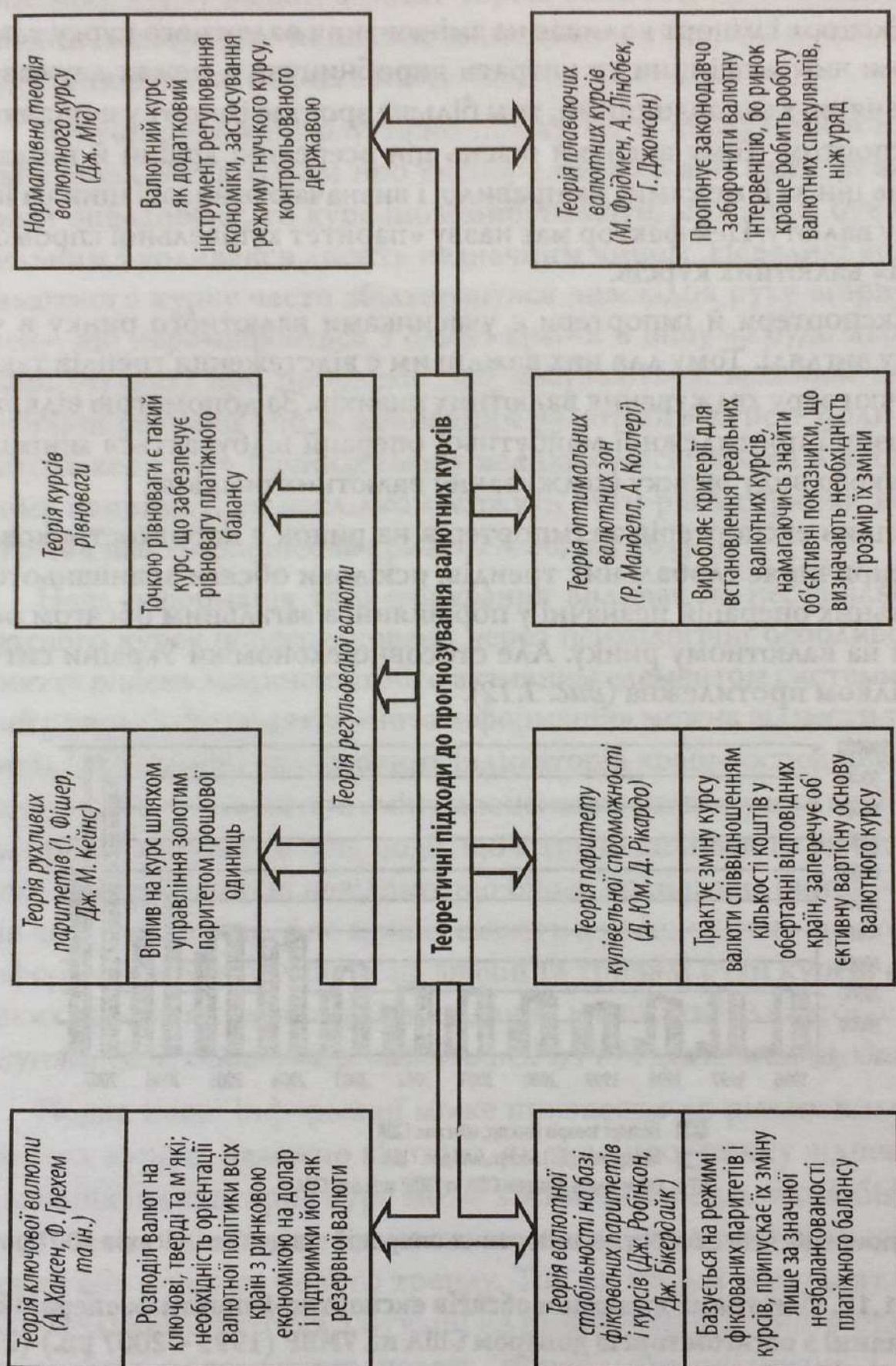


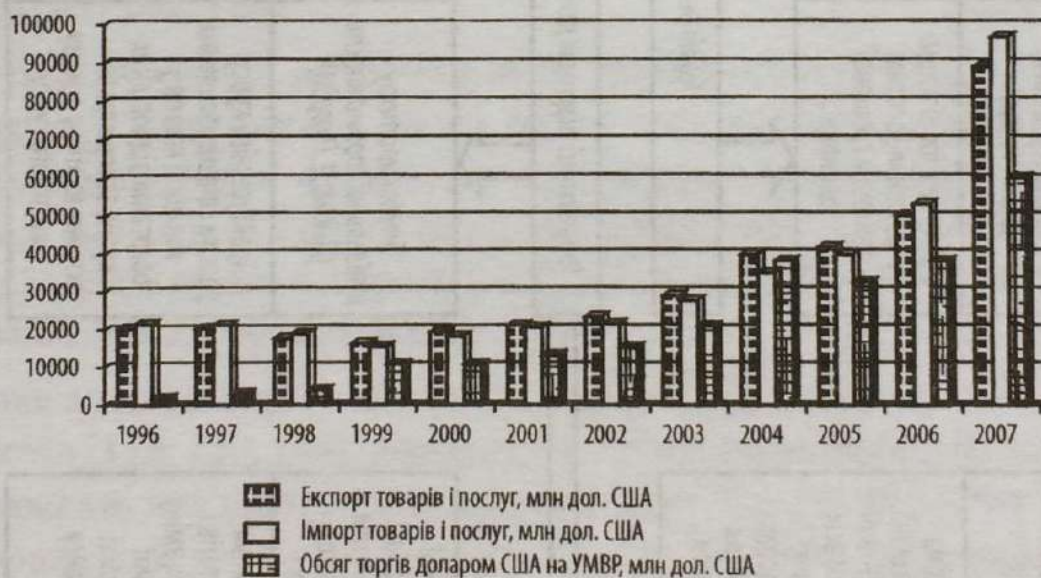
Рис. 1.1.1. Основні теоретичні засади прогнозування валютного курсу

інших економічних, політичних та психологічних факторів [26; 59; 105; 116; 130; 203]. Розглянемо деякі з них більш детально.

Експорт і імпорт впливає на змінювання валютного курсу таким чином: чим вищі ціни та витрати виробництва в межах держави у порівнянні з закордонними, тим більше зростає імпорт у порівнянні з експортом. Тому високий рівень цін всередині країни й низький рівень цін за її межами, як правило, і визначають високі ціни на іноземну валюту. Цей фактор має назву «паритет купівельної спроможності» валютних курсів.

Експортери й імпортери є учасниками валютного ринку в чистому вигляді. Тому для них важливим є відстеження трендів також і з точки зору хеджування валютних ризиків. За допомогою відкриття позиції протилежної майбутньої операції відбувається мінімізація такого виду ризику (хеджування валютних ризиків).

Вплив експортерів та імпортерів на ринок є короткостроковим і не спричиняє глобальних трендів, оскільки обсяги зовнішньоторговельних операцій незначні у порівнянні з загальним обсягом операцій на валютному ринку. Але стосовно економіки України ситуація цілком протилежна (рис. 1.12).



Показники обсягів експортно-імпортних операцій за дев'ять місяців 2007 року

Рис. 1.12. Гістограма динаміки обсягів експортно-імпортних операцій у порівнянні з обсягом торгів долларом США на УМВР (1995 – 2007 рр.) [274]

Зовнішньоекономічна діяльність має досить великий вплив на динаміку курсу валют, а обсяг торгів валютою прямо залежить від обсягів експорту, точніше, від валютної виручки, яка потім частково буде реалізовуватися на УМВР.

Фактор руху капіталу тісно пов'язано зі спекуляцією валютою. Якби мова йшла тільки про експорт товарів або платежі за поточними операціями, то курс іноземної валюти, можливо, був би волатильним і коливався досить незначним чином. Невеликі коливання валютного курсу часто збільшуються внаслідок руху «гарячих грошей», що переміщуються з однієї країни в іншу за будь-якої інформації (чутках) про проблеми, що насуваються, можливі зміни політичної ситуації або ж коливання валютного курсу. Коли подібна «втеча капіталу» починається у великих масштабах і в якомусь одному напрямку, то наслідком можуть бути різкі стрибки валютних курсів і навіть фінансова криза [17; 38; 65; 161].

Нова інформація та її очікування впливає на нестабільність валютного курсу опосередковано через психологічні особливості прийняття рішень людиною (тобто активним елементом системи «валютний ринок»). До поняття «нова інформація» можна віднести такі події: вихід (публікація) економічних індикаторів країн-господарів обігових валют, повідомлення про зміну процентних ставок у цих країнах, огляди стану економік та інші події, що істотно впливають на стан валютного ринку. Сьогодні невідомо, що більш впливає на ринок – сама подія чи її очікування. Але можна сказати з упевненістю, що поява нової інформації може впливати на значні та тривалі рухи курсів валют. До таких важливих інформаційних даних належать індикатори: *Nonfarm payrolls*, *GDP*, *Industrial production*, *CPI*, *PPI* і деякі інші (Додаток В).

Поява нової інформації може призвести до різких коливань валютних курсів. Залежно від того, як учасники ринку відреагують на значення індикаторів, курс може змінитися в будь-який бік. Цей рух курсу може призвести до посилення вже наявного тренду, його корекції або початку нового тренду. Той чи інший результат залежить від декількох факторів: ситуації на ринку, економічного стану країн-господарів розглянутих валют, попередніх очікувань і настроїв, й нарешті, значення конкретного індикатора.

Діяльність фондів (хеджевих, інвестиційних, страхових, пенсійних) як фактор коливань валютного курсу займає перше місце за впливом на довгострокові тенденції. Один з напрямків діяльності фондів – інвестування у визначені валюти. Володіючи величезними коштами, вони здатні надовго змусити курс рухатися у визначеному напрямку.

Висловлювання політичних діячів, що здатні вплинути на рух курсів валют, з'являються під час різних доповідей, самітів тощо. За силою впливу на ринок ці висловлювання можна порівняти з економічними індикаторами. Найчастіше дата й час того чи іншого виступу відомі. До цих подій ринок готується, тому незадовго до їх настання з'являються прогнози про те, що може бути сказано і як це може бути інтерпретовано. Однак бувають ситуації, коли для ринку це відбувається раптово. Тоді на ринку можуть початися сильні коливання валютних курсів, які не завжди є передбачуваними.

Діяльність центральних банків є засобом впливу держави на валютний ринок. Якщо Центральний банк країни абсолютно не втручається у валютнообмінні операції шляхом купівлі і продажу іноземної валюти на міжнародному валютному ринку, то внутрішня валюта знаходиться у стані «вільного плавання». Країни, які мають курси, що плавають, час від часу намагаються вплинути на курс своєї валюти за допомогою валютних операцій. Такий стан валюти називають «брудним плаванням».

Валютні інтервенції пов'язані з різким розміщенням чи настільки ж різким вилученням значних обсягів валюти з міжнародного ринку. Оскільки обсяги валютних коштів, використовуваних для валютних інтервенцій, дуже великі, то вони приводять до значних коливань валютних курсів.

1.3.4. Класифікація факторів, що впливають на коливання валютних курсів

Дослідження далеко не всіх факторів, які спричиняють нестабільність валютного курсу, показує їх різноманітність, що зумовлює потребу в систематизації. Як показує аналіз наукових джерел, найчастіше серед чинників валютного курсу відзначають

фундаментальні фактори, зокрема макроекономічні показники. Але у багатьох публікаціях пропонується додати нові структурні елементи та підсистеми чинників до класифікації факторів, які впливають на формування валютного курсу [11; 45; 156].

З урахуванням викладеного вище пропонуємо таку класифікацію факторів, що впливають на коливання валютного курсу (рис. 1.13).

До безпосередньо фундаментальних чинників можна віднести: економічні (макроекономічні індикатори, фактори державного регулювання та фінансові), політичні, психологічні та корпоративні новини (причому три останні групи фундаментальних факторів валютного курсу можна вважати соціальними чинниками валютного курсу). Серед чинників державного регулювання необхідно виділити такі, як мито, квоти, податки, ліцензії.

До політичних чинників належать: рішення уряду, що впливають на валютну політику держави, рівень стабільності управлінських структур, ступінь виконання чинних законів, рівень корупції, розмір державного сектору в економіці, ступінь захисту приватного капіталу.

До психологічних чинників належать: очікувана інфляція, ступінь довіри до національної валюти, рівень економічної освіти населення, ступінь довіри до влади країни й банків, що провадять валютну політику, орієнтація цін на валютний курс (а не навпаки).

До технічних факторів відносять ті чинники, що безпосередньо пов'язані з реальними обмеженнями. Взагалі технічні фактори мають кількісний вираз та поділяються на три види обмежень: функціональні (точне встановлення робочих характеристик, вхідних параметрів чи інших обмежень – відображаються у вигляді рівності), обласні (відображаються нерівностями) та екстремальні (параметр має бути якомога більшим чи якомога меншим, він розглядається у певному напрямку й має найбільше чи оптимальне значення, що призводить до вирішення проблеми оптимізації).

Крім фундаментальних і технічних чинників, вплив яких може бути передбачено, короткострокові несподівані чинники можуть внести істотні корективи в динаміку руху валютного курсу. До них

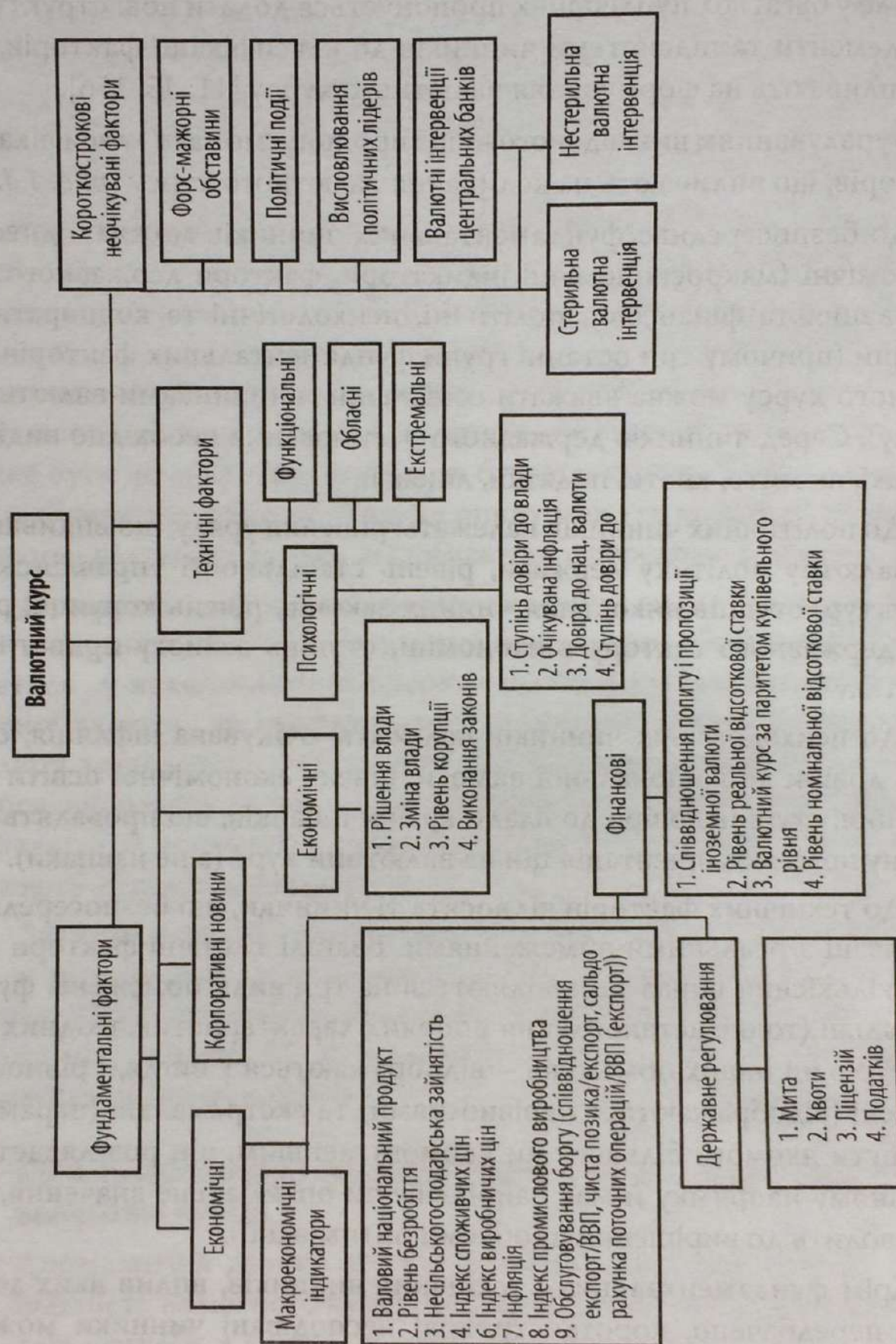


Рис. 1.13. Класифікація чинників, що впливають на формування валютного курсу

належать: форс-мажорні обставини – стихійне лихо (землетрус, цунамі, тайфун, повінь тощо); політичні події – війна; зміна президентів; політичні скандали; терористичні акти тощо. Валютні інтервенції центральних банків є найбільш цікавим короткостроковим несподіваним чинником. Під валютними інтервенціями слід визначати впливи на грошову масу від продажу національним банком частини його активів, що поймає в національній валюті [13; 25; 112].

Таким чином, на підставі огляду літературних джерел запропоновано:

- схему взаємозв'язку теоретичних підходів до прогнозування валютного курсу, що надає уявлення про сучасну методологію цього питання;
- класифікацію чинників, що впливають на формування валютного курсу країни та розглядається гіпотеза формування остаточного переліку екзогенних та ендегенних факторів у моделі прогнозування валютного курсу.

РОЗДІЛ 2

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІН ВАЛЮТНОГО КУРСУ

2.1. Алгоритмічна модель прогнозування валютного курсу

Валютний курс є одним з основних комплексних індикаторів ступеня макроекономічної стабільності й чинником, який впливає на соціально-економічний розвиток країни, що зумовлює постійний інтерес як до його динаміки, так і до державної валютної політики.

Вивчення та моделювання динаміки валютного курсу є необхідною компонентою дослідження системи управління валютними операціями комерційного банку та складовою частиною першого етапу концептуальної моделі дослідження (рис. 2.1).

Кінцева ефективність будь-якого рішення в системі управління залежить від можливості прогнозу певних аспектів подій. Науковці Ф. Б. Рогальський та А. А. Цокурєнко відзначають, що областю визначення прогностичного аналізу, як правило, є часові ряди [157, с. 90], виділяючи три способи здійснення прогнозів:

- *перший* базується на визначенні факторів, які визначають динаміку поведінки прогнозованого показника, коли його може бути знайдено. Цей спосіб призводить до побудови економіко-математичної моделі поведінки економічного об'єкта;
- *другий* дозволяє здійснювати прогноз за допомогою використання методів ізольованого аналізу часового ряду показника;
- *третій* вимагає формування багатфакторної моделі, що адекватно описує досліджуваний об'єкт [157].

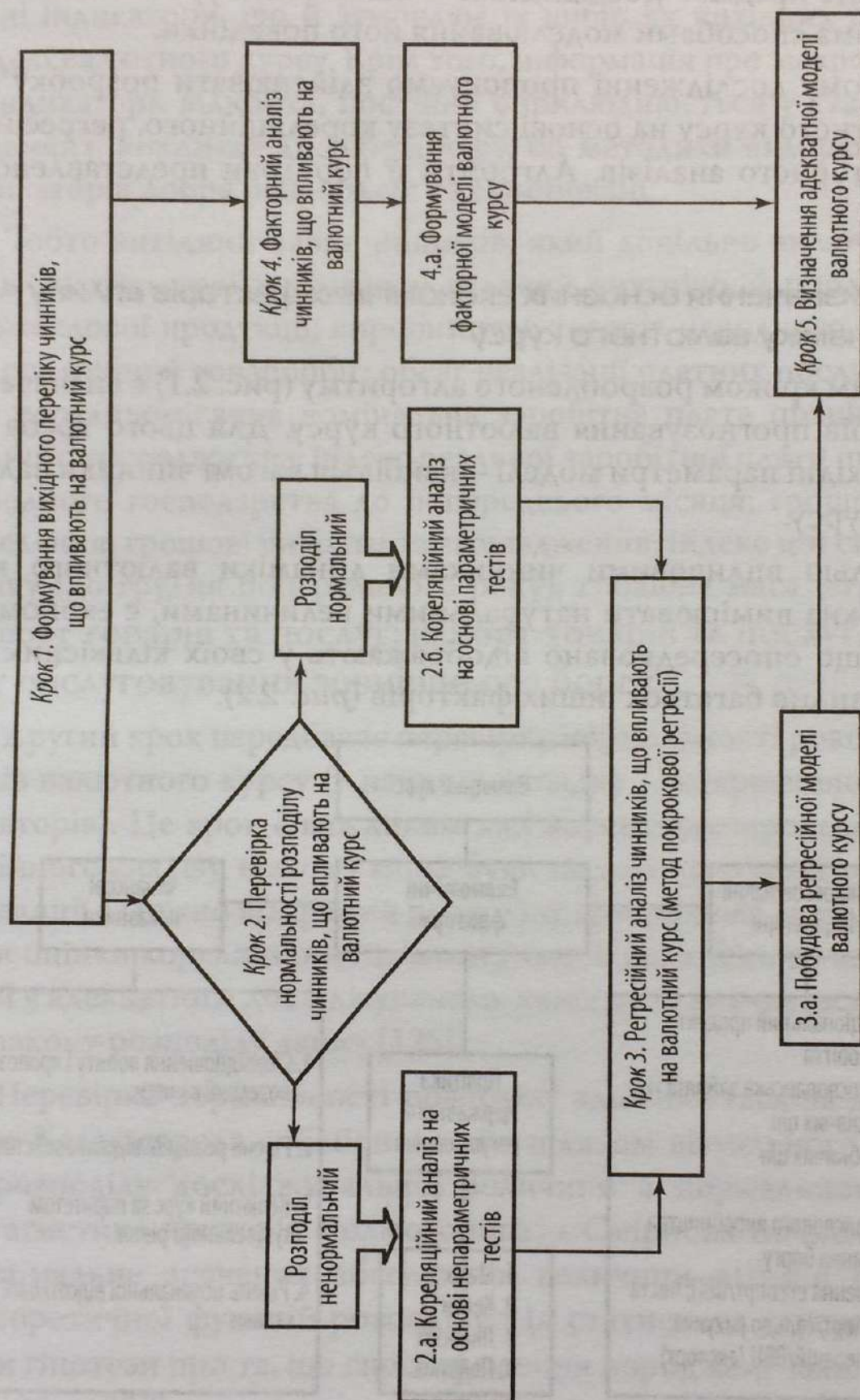


Рис. 2.1.1. Алгоритм формування моделі валютного курсу

У роботі предмет дослідження – валютний курс – вивчається всіма трьома способами моделювання його поведінки.

У нашому дослідженні пропонуємо здійснювати розробку моделі валютного курсу на основі синтезу кореляційного, регресійного та факторного аналізів. Алгоритм її побудови представлено на рис. 2.1.

2.1.1. Визначення основних економічних факторів впливу на динаміку валютного курсу

Першим кроком розробленого алгоритму (рис. 2.1) є визначення способів прогнозування валютного курсу. Для цього треба обрати вхідні параметри моделі – найбільш вагомні чинники валютного курсу.

Найбільш впливовими чинниками динаміки валютного курсу, які можна вимірювати натуральними величинами, є економічні фактори, що опосередковано відображають у своїх кількісних показниках вплив багатьох інших факторів (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Система основних економічних факторів, що впливають на динаміку валютного курсу

Серед економічних факторів найбільш вагомими є макроекономічні індикатори, що й зумовляє їх вибір як вихідних параметрів моделі валютного курсу. Крім того, інформація про макроекономічні індикатори відкрита, постійно оприлюднюється у статистичних виданнях, викликає до себе довіру, бо методики вимірювання цих індикаторів добре розроблені та апробовані.

Тобто вихідний набір чинників, який доцільно включити у модель, містить такі показники: валовий внутрішній продукт; обсяг промислової продукції; виробництво товарів народного споживання; роздрібний товарообіг; обсяг реалізації платних послуг населенню; середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства; індекс реальної заробітної плати працівників народного господарства до попереднього місяця; грошові доходи населення; грошові витрати та заощадження; індекс цін споживчого ринку (до грудня попереднього року); грошова маса (агрегат М3); експорт товарів та послуг; імпорт товарів та послуг; коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу.

Другий крок передбачає перевірку нормальності розподілу чинників валютного курсу (у нашому випадку – макроекономічних індикаторів). Це крок є важливим для коректного проведення кореляційного аналізу, в якому може бути застосовано різні коефіцієнти кореляції залежно від форми розподілу емпіричних даних [126]. Методи оцінки кореляційних зв'язків і тип кореляційного коефіцієнта, який є адекватним досліджуваному явищу, що вивчається, залежать від закону розподілу даних [125].

Перевірка нормальності розподілу здійснюється за допомогою теста Колмогорова – Смірнова або шляхом візуального порівняння розподілу досліджуваної величини з нормальною кривою. Z-статистика критерія Колмогорова – Смірнова обчислюється як максимальне значення абсолютної величини різниці емпіричної й теоретичної функцій розподілу. Ця статистика слугує для перевірки гіпотези про те, що спостереження породжені законом розподілу [36, с. 237].

$$k_s = \sqrt{N} \sup_x |F^*(x) - F(x)|, \quad (2.1)$$

ks – критерії q Колмогорова – Смірнова;

N – кількість спостережень досліджуваної змінної (x);

x – досліджувана змінна (макроекономічний індикатор);

$F(x)$ – емпірична функція розподілу досліджуваної змінної;

$F^*(x)$ – теоретична (нормальна) функція розподілу досліджуваної змінної.

Як теоретична функція розподілу в нашому випадку виступає нормальний закон, як емпірична – реальні дані про динаміку 14 макроекономічних показників, що їх наведено у п. 2.2.

У результаті виконання обчислювальних процедур однієї вибірки тесту Колмогорова – Смірнова можна одержати такі результати:

- середнє значення та стандартне відхилення;
- екстремальні різниці (абсолютні, позитивні, негативні), що є проміжними результатами тестування за Колмогоровим-Смирновим;
- імовірність помилки p .

Відхилення реального розподілу від нормального вважається істотним, якщо значення $p < 0,05$.

Головними результатами тесту вважаються значення Z -статистики критерія Колмогорова – Смірнова та рівень її двосторонньої значущості. Методику застосування критерія Колмогорова – Смірнова до реальних емпіричних даних детально викладено у п. 2.2. Результати використання цього критерію довели ненормальність розподілу більшості з досліджуваних чинників формування валютного курсу та розподілу курсу долара за курсом, сформованим на УМВР. У зв'язку з цим кореляційний аналіз можна зробити лише за допомогою непараметричних тестів, які, як відомо, пристосовані для будь-яких видів розподілу ймовірностей.

Непараметричні методи математичної статистики, на відміну від параметричних, не базуються на будь-яких припущеннях щодо законів розподілу даних. Як непараметричні критерії зв'язку змінних використовують коефіцієнт рангової кореляції Спірмена та коефіцієнт рангової кореляції Кендала [24, с. 54]. Коефіцієнти рангової

кореляції засновано на принципі коваріації (тобто змінні називають коваріантними, якщо змінювання однієї змінної відповідають змінюванню іншої).

Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена обчислюється таким чином. Нехай є дві змінні X і Y . $R_i^{(X)}$ – ранг i -го значення за ознакою X , а $R_i^{(Y)}$ – ранг i -го значення за ознакою Y . Мірою розбіжності рангів змінних X і Y є величина $d_i = R_i^{(X)} - R_i^{(Y)}$. Тоді коефіцієнт Спірмена визначається за формулою:

$$\rho = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{N(N^2 - 1)}, \quad (2.2)$$

де d_i – різниця між рангами X_i і Y_i ; N – кількість пар рангів, що зіставляються. Значення ρ змінюється від -1 до $+1$, причому $\rho = +1$, коли послідовності рангів цілком збігаються (пряма залежність); $\rho = -1$, коли послідовності рангів цілком протилежні (зворотна залежність). За взаємного безладного розташування рангів ($\rho = 0$) зв'язку між ознаками немає.

Результати застосування кореляційного аналізу для виявлення факторів, які найбільш сильно впливають на динаміку валютного курсу, представлено в п. 2.2. Проведені розрахунки доводять обмеженість кореляційного аналізу пошуком взаємозв'язку ознак. Тобто кореляційний аналіз не може дати однозначної відповіді на питання про майбутні стани валютного курсу, а тільки доводить вплив деяких показників на його динаміку. Тому з метою практичного прогнозування, коли вивчається вплив різноманітних факторів на динаміку валютного курсу, виникає необхідність на основі емпіричних даних знайти вираження залежної змінної (у нашому випадку валютного курсу) у вигляді будь-якої математичної функції від незалежних змінних (макроекономічних показників), тобто побудувати регресійну модель.

2.1.2. Використання регресійної моделі для дослідження коливань курсів валют

Третій крок зумовлено тим, що специфіка економічних досліджень полягає в тому, що дуже часто необхідно вивчати й передбачати можливі події. Для моделювання поведінки економічних та фінансових систем можна застосовувати складні моделі, що оперують багатьма змінними, включають до себе системи рівнянь, різноманітні математичні об'єкти. В результаті імітації функціонування таких систем отримують великі та малодоступні для огляду експериментальні дані. Регресійні моделі надають змогу отримати подібний результат, виявити найбільш істотні властивості систем, оцінити їх у першому наближенні. Цим зумовлене широке застосування регресійних моделей у економіці. Якщо розрахунок кореляції характеризує силу зв'язку між двома змінними, то регресійний аналіз слугує для визначення виду цього зв'язку й дає можливість для прогнозування значення однієї (залежної) змінної, відштовхуючись від значення іншої (незалежної) або кількох незалежних змінних.

Регресійні моделі до останнього часу вважалися найпоширенішим способом прогнозування та вилучення трендів. Саме тому уявляється необхідним розглянути, які результати буде отримано за використання регресійної моделі вивчення коливань валютного курсу.

Головним припущенням буде розгляд вищезазначених макроекономічних показників як незалежних змінних, що детермінують динаміку валютного курсу. Як змінна, що відображає динаміку змін валютного курсу, буде використано щоквартальні валютні курси УМВР з 1996 до 2005 рр. [274].

Задача регресійного аналізу – побудова моделі, що дозволяє за значеннями незалежних показників одержувати оцінки значень залежної змінної. Цю задачу слід розглянути в межах найпоширенішої класичної моделі лінійної регресії.

Лінійна модель зв'язує значення залежної змінної Y зі значеннями незалежних показників X^k (чинників валютного курсу) формулою [23, с. 55 – 65]:

$$Y = B_0 + B_1 X^1 + \dots + B_p X^p + \varepsilon, \quad (2.3)$$

де ε – випадкова помилка;

X^k – змінна X з індексом k .

Оскільки регресійний аналіз є поширеним методом моделювання економічних явищ та процесів, він не потребує детального представлення застосування математичного інструментарію. Саме тому наведемо лише головні статистики множинного регресійного аналізу, які зазвичай використовуються під час аналізу результатів (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Головні статистики множинного регресійного аналізу

Статистика	Зміст статистики
Скоректований коефіцієнт множинної детермінації R^2	Коефіцієнт множинної детермінації R^2 коригують з урахуванням кількості незалежних змінних й решти вибірки, щоб знизити вплив залежності коефіцієнта детермінації від кількості цих змінних. Після введення декількох перших змінних додаткові незалежні змінні не так сильно впливають на коефіцієнт детермінації
Коефіцієнт множинної детермінації R^2	Тісноту зв'язку між перемінними множинної регресії вимірюють, зводячи в квадрат коефіцієнт множинної кореляції
F-критерій	Для перевірки нульової гіпотези використовується те, що коефіцієнт множинної детермінації в сукупності дорівнює нулю
Приватний F-критерій	Значущість приватного коефіцієнта регресії бета змінної X_i можна перевірити, використовуючи приростну F-статистику
Приватний коефіцієнт регресії	Приватний коефіцієнт регресії позначає ступінь впливу незалежної змінної на залежну змінну, коли інші незалежні змінні залишаються незмінними

Рівняння регресії для прогнозування змінної «валютний курс УМВР» у загальному вигляді можна представити так:

$$Vk = \sum_{i=1}^n k_i \text{var}_i + \text{const}, \quad (2.4)$$

де Vk – валютний курс;

var_i – макроекономічні показники, що розглядаються як детермінанти валютного курсу;

k_i – регресійні коефіцієнти.

Динаміка макроекономічних показників протягом 1996 – 2006 рр. свідчить про зростання більшості з них, яке відбувається з деякими перекосами та трендами (Додаток Г), що звичайно впливає на якість прогнозу за регресійною моделлю.

Схема, застосована за обробки емпіричного матеріалу з метою побудови регресійної моделі, полягала у наступному. З 14 розглянутих факторів, як можливих аргументів регресійного рівняння, відбирається один (x^k), що найбільше зв'язаний кореляційною залежністю з y . Для цього розраховуються часткові коефіцієнти кореляції інших змінних з y при x^k , що включені в регресію, та обирається наступна змінна з найбільшим частковим коефіцієнтом кореляції. Це рівносильне наступному: обчислити регресійний залишок змінної y ; обчислити регресійний залишок незалежних змінних за допомогою регресійних рівнянь їх як залежних змінних від обраної змінної (тобто усунути з усіх змінних вплив обраної змінної); знайти найбільший коефіцієнт кореляції залишків і включити відповідну змінну x у рівняння регресії. Далі проводиться та ж процедура при двох, трьох і т. д. обраних змінних. Така процедура формування регресійної моделі носить назву «покрокова регресія».

Процедура повторюється доти, поки в рівняння не буде включено всі виділені дослідником аргументи, що задовольняють критерії значущості включення. Така процедура, застосована у п. 2.2, дозволила виділити сім найбільш впливових чинників з 14, що увійшли до регресійного аналізу. Завдяки отриманим оцінкам коефіцієнтів рівняння регресії можна оцінити прогностичні значення залежної змінної $\bar{Y}$, причому вони можуть бути обчислені й там, де значення y визначені, і там, де вони не визначені. Прогностичні значення є оцінками середніх, очікуваних за моделлю значень Y , що залежать від X .

Оскільки коефіцієнти регресії — випадкові величини, лінія регресії також випадкова. Тому прогностичні значення випадкові й мають деяке стандартне відхилення $S_{\bar{Y}}(x_1, \dots, x_p)$, що залежить від X . Завдяки цьому можна одержати довірчі границі для прогнозних значень регресії (середніх значень y). Крім того, з урахуванням дисперсії залишку можуть бути обчислені довірчі границі значень Y (не середніх, а індивідуальних).

Для кожного об'єкта можна обчислити залишок $e_i = Y_i - \bar{Y}_i$. Залишок корисний для вивчення адекватності моделі даним. Це означає, що має бути виконано вимоги про незалежність залишків для окремих спостережень, дисперсія не повинна залежати від X . Для вивчення відхилень від моделі зручно використовувати стандартизований залишок стосовно до стандартної помилки регресії.

Випадковість оцінки прогностичних значень Y вносить додаткову дисперсію в регресійний залишок, через це дисперсія залишку залежить від значень незалежних змінних ($S_e = S_e(x_1, \dots, x_p)$). Стандартизований залишок – це залишок, який віднесено до оцінки дисперсії залишку: $S_{resid} = \frac{e_i}{S_e(x_1, \dots, x_p)}$.

Аналіз залишків, тобто відхилень значень, що спостерігаються, від теоретично очікуваних, є важливою компонентою регресійного аналізу. Залишки повинні з'являтися випадково (тобто не систематично) і відповідати нормальному розподілу (табл. 2.1). Це можна перевірити, якщо побудувати гістограму залишків.

Іншим способом такої перевірки на наявність систематичних зв'язків між залишками є тест Дарбіна-Уотсона (*Durbin-Watson*) на автокореляцію. Цей тест обчислює коефіцієнт, що лежить у діапазоні від 0 до 4. Якщо значення цього коефіцієнта перебуває у межах 2, то це означає, що автокореляції немає [36, с. 282].

Таким чином, можна одержати оцінку (прогностичну) значень залежної змінної (*Unstandardized predicted value*), її стандартне відхилення (*S.E. of mean predictions*), довірчі інтервали для середнього $Y(X)$ і для $Y(X)$ (*Prediction intervals – Mean, Individual*), що й буде реалізовано у наступному параграфі.

2.1.3. Апробація методу факторного аналізу для визначення адекватності змін курсів валют

Четвертим кроком алгоритму застосування статистичних методів з метою прогнозування валютних курсів є використання факторного аналізу для розробки відповідної факторної моделі, що є альтернативою регресійній моделі.

Метод факторного аналізу – це один із багатовимірних методів статистичної обробки даних, що дозволяє в компактній формі представити узагальнену інформацію про структуру зв'язків між ознаками досліджуваного об'єкта. В даному випадку об'єктом вивчення є чинники, що детермінують динаміку валютного курсу [23, с. 82 – 90].

При дисперсійному, регресійному та дискримінантному аналізах одну змінну дослідники чітко ідентифікують як залежну. Факторний аналіз не припускає поділу змінних на незалежні й залежні. Навпаки, дослідники перевіряють усі можливі варіанти взаємозалежностей між змінними.

Факторний аналіз є найпопулярнішим прийомом у фахівців з прикладної статистики, що слугує скороченню кількості змінних. *Факторний аналіз* – це процедура, за допомогою якої велика кількість змінних, що стосуються наявних спостережень, зводиться до меншої кількості незалежних величин, які називають «факторами». При цьому в один фактор поєднуються змінні, що сильно корелюють між собою. Змінні з різних факторів слабо корелюють між собою. Отже, метою факторного аналізу є знаходження таких комплексних факторів, що якомога повно пояснюють зв'язки, що спостерігаються між наявними змінними. Найбільш цікавою його частиною є, як відомо, тлумачення отриманих факторів, яке має достатньо творчий характер.

Як відомо, в основі моделі факторного аналізу лежить припущення про те, що ознаки, які спостерігаються, є проявом незначного числа прихованих (латентних) факторів. Математичний апарат факторного аналізу слугує для побудови цих прихованих факторів. Їх кількість визначається інформативністю кожного з них, при цьому інформативність фактора – це частина дисперсії, яка пояснюється ним. Якщо побудований фактор описує менше однієї дисперсії, то він менш інформативний, ніж будь-яка з ознак. Природно, що такі фактори нема сенсу розглядати. Саме тому частина дисперсії, яка пояснюється побудованим фактором, є критерієм, що обмежує кількість факторів, що підлягатимуть інтерпретації.

Основне припущення факторного аналізу полягає в тому, що кожен змінну можна представити у вигляді суми змінної, помноженої на деякий коефіцієнт. Зазначене припущення виражають у такий спосіб:

$$X_i = \sum_{k=1} a_{ik} F_k + U_i. \quad (2.5)$$

Фактори F_k побудовано так, щоб найкращим способом (з мінімальною погрішністю) представити X_i . У цій моделі «приховані» змінні F_k називаються «загальними факторами», перемінні U_i – «специфічними факторами», а значення a_{ik} – «факторними навантаженнями».

Зазвичай передбачається, що X_i стандартизоване ($\sigma_i = 1$, $X_i = 0$), а фактори $F_1, F_2, \dots, F_m$ незалежні й не пов'язані зі специфічними факторами U_i . Передбачається, що фактори F_i також стандартизовані. У цих умовах факторні навантаження a_{ik} збігаються з коефіцієнтами кореляції між загальними факторами й змінними X_i . Дисперсія X_i розкладається на суму квадратів факторних навантажень й дисперсію специфічного фактора:

$$S_{x_i}^2 = H_i^2 + S_{u_i}^2, \text{ де } H_i^2 = \sum_k a_{ik}^2. \quad (2.6)$$

Величина H_i^2 називається спільністю, $S_{u_i}^2$ – специфічністю. Іншими словами, спільність являє собою частину дисперсії змінних, яка пояснена факторами, специфічність – частина не поясненої факторами дисперсії.

Мета обчислювальної процедури факторного аналізу – знайти такі фактори, за яких сумарна спільність максимальна.

Як відомо, у процесі факторизації рекомендується застосовувати обертання факторних осей для того, щоб виділені фактори виявили себе повною мірою та в кінцевому результаті їх було легше інтерпретувати. Існує п'ять можливих типів обертання:

Varimax: ортогональне обертання, за якого відбувається мінімізація кількості змінних з високим факторним навантаженням;

Qurtimax: ортогональне обертання, за якого відбувається мінімізація кількості факторів, необхідних для пояснення змінної;

Equamax: ортогональне обертання, що є компромісом між попередніми методами;

Direct oblimin: косокутне обертання;

Promax: комбінація ортогонального та косокутного видів обертань.

З наведеного переліку можливих типів обертання навколо факторних осей нами обрано метод Varimax, оскільки, як стверджують дослідники-практики, він є найбільш придатним для виявлення тонкощів, притаманних кожному фактору, суттєво полегшує їх інтерпретацію [23, с. 84].

Критерієм повноти опису досліджуваного явища є кумулятивна спільність (сумарна дисперсія всіх факторів). Як відомо, чим вона вища, тим повніше описується явище за допомогою побудованих факторів, які виявлено за допомогою факторного аналізу (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Статистики, пов'язані з факторним аналізом

Статистика	Зміст статистики
1	2
Критерій сферичності Бартлетта	Статистика, що перевіряє гіпотезу про те, що змінні в генеральній сукупності не корелюють між собою. Іншими словами, кореляційна матриця в сукупності є характерною матрицею; кожна змінна корелює сама з собою ($r = 1$), але не залежить від інших змінних ($r = 0$)
Кореляційна матриця	Матриця попарних кореляцій між усіма можливими парами змінних, включених до аналізу
Спільність	Частка дисперсії окремої змінної, котру вона поділяє з іншими розглянутими змінними. Це частка дисперсії, що пояснюється загальними факторами
Власне значення	Представляє повну дисперсію, що пояснюється кожним фактором
Факторні навантаження	Лінійні кореляції між змінними й факторами
Графік факторних навантажень	Графік вихідних змінних, де на осях координат відкладають значення факторних навантажень
Матриця факторних навантажень	Містить факторні навантаження всіх змінних за всіма виділеними факторами
Значення фактора	Сумарні значення, визначені для кожного респондента за похідними факторами
Критерій адекватності вибірки Кайзера-Мейєра-Олкіна (КМО)	Коефіцієнт для перевірки доцільності виконання факторного аналізу. Високі значення (від 0,5 до 1) вказують, що факторний аналіз доцільний. Малі значення (до 0,5) вказують, що факторний аналіз неприйнятний

Закінчення табл. 2.2

1	2
Відсоток дисперсії	Відсоток від повної дисперсії, приписуваний кожному фактору
Залишки	Різниця між кореляціями, наведеними у вихідній кореляційній матриці, і обчисленими кореляціями, визначеними з матриці факторних навантажень
Графічне зображення критерія «кам'янистого осипу»	Графік залежності власних значень від кількості факторів у порядку їх спадання

Використання цих статистик у процедурі виконання факторного аналізу описано у п. 2.2. П'ятий крок алгоритму призначено для порівняння значень основних статистик, які показують адекватність розроблених моделей реальному процесу, що досліджується. Як критерій вибору виступають коефіцієнти кореляції, детермінації, t-статистика, критерій Фішера.

Отже, в результаті проведення представлених вище розрахунків, що формують змістовну частину розробленого алгоритму, отримуємо багатофакторну регресійну модель, що містить необхідний та достатній перелік екзогенних факторів та адекватно описує динаміку зміни валютного курсу.

2.2. Формування багатофакторної моделі розвитку валютного ринку України

Аналіз основних сучасних теорій валютного ринку й курсоутворення та специфіка сучасного стану і розвитку валютного ринку України, що було зроблено в попередньому розділі, доводить, що варто зосередити увагу на таких макроекономічних показниках, які є головними чинниками, що істотно впливають на курси валют, динаміку яких відображено у *табл. 2.3*.

Врахувати вплив усіх чинників практично неможливо через їх велику кількість, а також зважаючи на те, що залежність від багатьох з них важко визначити. Тому за основу варто взяти основні макроекономічні показники, які мають цифрове вираження, відо-

Таблиця 2.3

Динаміка макроекономічних показників, що впливають на курси валют

№ з/п	Показники	1996 р.	1997 р.	1998 р.	1999 р.	2000 р.	2001 р.	2002 р.	2003 р.	2004 р.	2005 р.	2006 р.
1	Валовий внутрішній продукт, млн грн	81519	93365	102593	130442	170070	204190	225810	267344	345113	418529	537667
2	Обсяг промислової продукції, млн грн	73321	75061	82889	107537	144483	184276	202688	259502	291939	300989	301095
3	Виробництво товарів народного споживання, млн грн	22939	22669	17538	20996	29762	33524	37933	48336			
4	Роздрібний товарообіг, млн грн	17344	18933	19317	22151	28757	34417	39691	49994	67556	91904	129952
5	Обсяг реалізації платних послуг населенню, млн грн	7635	9279	9845	11625	15766	37822	46401	55576	72933	90794	103812
6	Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн	125,84	143,13	153,49	177,52	230,13	311,08	376,38	462,27	589,62	806,19	1041,44
7	Індекс реальної заробітної плати працівників народного господарства, % до попереднього місяця	86,2	97,6	87,1	103,4	103,6	120,4	115,6	113,8	123,80	131,50	111,70
8	Грошові доходи населення, млн грн	40311	50069	54379	61865	86911	109391	185073	215672	274241	381404	479309
9	Грошові витрати та заощадження, млн грн	38961	47933	53376	59518	83777	102835	185073	215672	274241	381404	479309
10	Індекс цін споживчого ринку, % до грудня попереднього року	139,7	110,1	120,0	119,2	125,8	106,1	99,4	108,2	112,30	110,30	111,60
11	Грошова маса (агрегат М3)	92124	132569	224693	222241	324388	546629	632415	943437			
12	Експорт товарів та послуг, млн доларів США	20346	20355	17621	16332	19248	21086	23351	28953	41291	44378	50239
13	Імпорт товарів та послуг, млн доларів США	21468	21891	18828	15237	18116	20473	21494	27665	36313	43707	53307
14	Коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, %	6,60	7,50	12,50	16,10	14,30	14,60	12,00	11,80	10,70	14,70	17,30

бражене в динаміці. Наведені макроекономічні показники є впливовими чинниками, що формують валютний курс національної грошової одиниці.

Щоквартальні статистичні дані наведених показників за період з 1996 по 2006 рр. (див. *Додаток Г*) виступають як емпірична основа для формування моделі динаміки валютного курсу [274]. У *табл. 2.4* наведено вхідні дані формування багатofакторної моделі впливу відповідних макроекономічних показників на прогностичне значення валютного курсу.

За проведення практично всіх статистичних тестів важливе значення має вирішення питання, чи підкоряються аналізовані дані, нормальному закону розподілу. Перевірку нормальності розподілу можна робити візуально, за допомогою гістограм (див. *Додаток Д*, подані гістограми всіх чинників валютного курсу на фоні кривої нормального розподілу).

Таблиця 2.4

Вхідні дані економіко-статистичної багатofакторної моделі

Назва змінної	Макроекономічний показник (чинник валютного курсу)
var1	Валовий внутрішній продукт, млн грн
var2	Обсяг промислової продукції, млн грн
var3	Виробництво товарів народного споживання, млн грн
var4	Роздрібний товарообіг, млн грн
var5	Обсяг реалізації платних послуг населенню, млн грн
var6	Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн
var7	Індекс реальної заробітної плати працівників народного господарства, % до попереднього місяця
var8	Грошові доходи населення, млн грн
var9	Грошові витрати та заощадження, млн грн
var10	Індекс цін споживчого ринку (до попереднього місяця)
var11	Грошова маса (агрегат М3), млн грн
var12	Експорт товарів і послуг, млн доларів США
var13	Імпорт товарів і послуг, млн доларів США
var14	Коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, %

Однак краще цю перевірку здійснювати з використанням спеціального статистичного теста Колмогорова – Смірнова, теоретичні основи застосування якого наведено в п. 2.1. Результати проведеного нами тестування макроекономічних показників представлено в *табл. 2.5*.

Таблиця 2.5

Перевірка нормальності розподілу головних чинників, що впливають на валютний курс, за допомогою критерія Колмогорова – Смірнова

Чинники	Назва змінної	Max D	Статистична двостороння значущість p
Валовий внутрішній продукт, млн грн	var1	0,148640	$p < ,01$
Обсяг промислової продукції, млн грн	var2	0,107139	$p < ,10$
Виробництво товарів народного споживання, млн грн.	var3	0,106953	$p < ,15$
Роздрібний товарообіг, млн грн	var4	0,192363	$p < ,01$
Обсяг реалізації платних послуг населенню, млн грн.	var5	0,290824	$p < ,01$
Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн.	var6	0,157754	$p < ,01$
Індекс реальної заробітної плати працівників народного господарства, % до попереднього місяця	var7	0,127937	$p < ,05$
Грошові доходи населення, млн грн	var8	0,403183	$p < ,01$
Грошові витрати та заощадження, млн грн	var9	0,402792	$p < ,01$
Індекс цін споживчого ринку (до попереднього місяця)	var10	0,156947	$p < ,01$
Грошова маса (агрегат М3), млн грн	var11	0,189760	$p < ,01$
Експорт товарів та послуг (млн. дол. США)	Var12	0,136616	$p > ,20$
Імпорт товарів та послуг (млн. дол. США)	var13	0,128337	$p > ,20$
Коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, %	var14	0,114467	$p > ,20$

Тест Колмогорова – Смірнова дає змогу визначити, що дев'ять з 14 чинників валютного курсу мають ненормальний закон розподілу.

Як обґрунтовано у п. 2.1, вивчення сили впливу виділених чинників на формування валютного курсу доцільно проводити за допомогою методу кореляційного аналізу.

У контексті даного дослідження авторам видається найбільш важливим завданням розглянути кореляційні зв'язки валютного курсу з різноманітними макроекономічними показниками. Цей взаємозв'язок може бути використано за необхідності обмежитися меншою кількістю вхідних даних, оскільки тісно корелюючі змінні можна замінити однією з них. У табл. 2.6 наведено значення коефіцієнтів парної кореляції для 14 макроекономічних показників, які ми обрали на основі теоретичного аналізу чинників, що впливають на динаміку валютного курсу (п. 1.2).

Таблиця 2.6

**Кореляції між макроекономічними показниками
та валютним курсом УМВР**

Чинники, що впливають на валютний курс	Коефіцієнт кореляції	Значущість
Валовий внутрішній продукт, млн грн	0,54	+
Обсяг промислової продукції, млн грн	0,74	+
Виробництво товарів народного споживання, млн грн	0,52	+
Роздрібний товарообіг, млн грн	0,49	+
Обсяг реалізації платних послуг населенню, млн грн	0,23	-
Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн	0,56	+
Індекс реальної заробітної плати працівників народного господарства, % до попереднього місяця	0,10	-
Грошові доходи населення, млн грн	0,20	-
Грошові витрати та заощадження, млн грн	0,20	-
Індекс цін споживчого ринку (до попереднього місяця)	0,05	-
Грошова маса (агрегат М3), млн грн	0,53	+
Експорт товарів та послуг, млн доларів США	0,21	-
Імпорт товарів та послуг, млн доларів США	0,12	-
Коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, %	0,78	+

Примітка:

«+» – коефіцієнт парної кореляції є статистично значущим;

«-» – коефіцієнт парної кореляції не є статистично значущим.

Кореляційний аналіз показав, що серед кореляційно залежних показників (табл. 2.6) найбільш впливовими є грошова маса (агрегат МЗ, 0,53), середньомісячна номінальна заробітна плата (0,56), коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу (0,78), обсяг промислової продукції (0,74), які призводять до зростання величини валютного курсу.

Результати кореляційного аналізу можна вважати цікавими, але не такими, що повною мірою відображають реальну ситуацію. Це пов'язано з тим фактом, що на різних часових інтервалах сила кореляційних зв'язків змінюється. Тобто самі кореляційні зв'язки мають тенденцію змінюватися, що зумовлено впливом факторів зовнішнього середовища. В роботі використовуються узагальнені (протягом визначеного часового інтервалу 1996 – 2006 рр.), пов'язані між собою кореляційні зв'язки.

Третім кроком алгоритму прогнозування валютного курсу є побудова множинної регресійної моделі. Якщо розрахунок кореляції характеризує силу зв'язку між залежною та незалежною змінною, то регресійний аналіз слугує для визначення виду цього зв'язку й дає можливість для прогнозування значення залежної змінної (валютного курсу), відштовхуючись від значень незалежних змінних (макроекономічних показників).

Як було показано у п. 2.1, регресійна модель може будуватися за допомогою декількох методів, але покроковий (Stepwise) дає більш скорочену модель, яку легше інтерпретувати, що викликає бажання дослідників застосовувати саме її. Розрахунки, виконані за допомогою статистичного пакета «Статистика», дали результати, які наведено в табл. 2.7.

Таблиця 2.7

Змінні, введені у процесі побудови регресійної моделі на основі застосування покрокової процедури Stepwise регресійного аналізу

Модель	Змінна	Значущість
1	2	3
1	Обсяг промислової продукції, млн грн	+
2	Коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, %	+
3	Грошова маса (агрегат МЗ), млн грн.	+

Закінчення табл. 2.7

1	2	3
4	Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн.	+
5	Роздрібний товарообіг, млн грн.	+
6	Індекс реальної заробітної плати працівників народного господарства, % до попереднього місяця	-
7	Виробництво товарів народного споживання, млн грн	+
8	Імпорт товарів та послуг, млн доларів США	+
9	Експорт товарів та послуг, млн доларів США	+
10	Грошові доходи населення, млн грн	-

Аналіз табл. 2.7 дозволяє зробити деякі висновки:

- за допомогою Stepwise-регресії до загальної моделі увійшло десять чинників замість 14, що були на початку аналізу;
- перші чотири чинники мають найбільший вплив на валютний курс;
- чинник «обсяг ВВП країни» не увійшов до моделі, це, перш за все, пов'язане з великою корельованістю з чинником «обсяг виробництва».

Проаналізуємо результати включення кожного чинника до моделі. Дані для аналізу наведено в табл. 2.8.

Таблиця 2.8

**Зведена таблиця регресійної моделі
(загальні характеристики рівняння)**

Модель	Крок	R (коефіцієнт множинної кореляції)	R Square (коефіцієнт детермінації)	Adjusted R Square (коригований коефіцієнт детермінації)
1	2	3	4	5
1	1	0,738837	0,545879	0,545879
2	2	0,925980	0,857439	0,311560
3	3	0,952626	0,907495	0,050056
4	4	0,963525	0,928381	0,020886

Закінчення табл. 2.8

1	2	3	4	5
5	5	0,974428	0,949509	0,021128
6	6	0,975717	0,952024	0,002515
7	7	0,976586	0,953720	0,001695
8	8	0,977938	0,956362	0,002643
9	9	0,983824	0,967910	0,011548
10	10	0,984547	0,969332	0,001422

Результати аналізу свідчать, що залучення змінних до розрахунків провадилося за 10 кроків, переміщених змінних не було. Як критерій вводу змінної до моделі обрано значення статистики Фішера F , яке менше або дорівнює 0,05, а критерієм переміщення змінної виступали значення F , що є більшим або дорівнюють 0,100. Розрахунок значущості моделі за допомогою критерія Фішера наведено в табл. 2.9.

Таблиця 2.9

Значущість моделей

Модель	Критерій Фішера	Значущість
1	43,27411	0,000
2	76,49087	0,0000
3	18,39806	0,0014
4	9,62366	0,0039
5	13,39024	0,0009
6	1,62528	0,2118
7	1,09902	0,3028
8	1,75614	0,1954
9	10,07609	0,0036
10	1,25179	0,2737

Слід зазначити, що після п'ятого кроку критерій Фішера свідчить про незначущість побудованої моделі, тому для її аналізу залишимо у моделі тільки п'ять змінних.

Табл. 2.8 і 2.9 дають можливість побачити коефіцієнти регресії, значущість їх відмінності від нуля, а також дозволяють для кожного кроку зробити аналіз вилучених змінних. До зазначених результатів покроково приєднуються результати розрахунку дисперсії. Також покроковим чином робиться висновок про відповідні коефіцієнти регресії та значущість їх відмінності від нуля. Крім того, для кожного кроку аналізуються додатково вилучені змінні.

Зупинимося на п'ятому кроці розрахунків параметрів моделей. Результати розрахунку наведено в *табл. 2.10*.

Таблиця 2.10

Коефіцієнти регресії та їх значущість (модель 5)

Параметр	Оцінка параметра	Стандартне відхилення	Критерій Стюдента	Значущість
	1	2	3	4
<i>Модель 1</i>				
Intercept	1,979537	0,399309	4,957409	0,000017
Var2	0,000178	0,000027	6,578306	0,000000
<i>Модель 2</i>				
Intercept	-0,381523	0,352653	-1,08186	0,286711
Var2	0,000153	0,000016	9,77223	0,000000
Var14	0,215750	0,024669	8,74591	0,000000
<i>Модель 3</i>				
Intercept	-0,970398	0,319248	-3,03964	0,004534
Var2	0,000298	0,000036	8,23927	0,000000
Var14	0,183565	0,021513	8,53291	0,000000
Var11	-0,000017	0,000004	-4,28930	0,000140
<i>Модель 4</i>				
Intercept	-1,84788	0,401630	-4,60094	0,000059
Var2	0,00028	0,000033	8,34374	0,000000
Var14	0,18681	0,019242	9,70837	0,000000
Var11	-0,00005	0,000012	-4,42402	0,000100
Var6	0,00836	0,002694	3,10220	0,003920

Закінчення табл. 2.10

	1	2	3	4
<i>Модель 5</i>				
Intercept	-1,77035	0,343108	-5,15975	0,000012
Var2	0,00028	0,000028	9,82995	0,000000
Var14	0,17901	0,016545	10,81961	0,000000
Var11	-0,00005	0,000010	-5,39668	0,000006
Var6	0,01237	0,002545	4,85921	0,000030
Var4	-0,00038	0,000104	-3,65927	0,000902

Аналіз табл. 2.10 свідчить про те, що валютний курс:

- підвищується за збільшення таких показників: обсяг промислової продукції, коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн;
- знижується за збільшення таких показників: роздрібний товарообіг, грошова маса (агрегат М3).

Слід зазначити, що такі висновки можуть бути рекомендаціями при здійсненні політики управління валютним курсом.

Дані, наведені в табл. 2.10, є фрагментом таблиці, представленої в Додатку Ж, до якої включено всі кроки процесу побудови регресійної моделі.

Розраховане рівняння пояснює 95% дисперсії залежної змінної (коефіцієнт детермінації дорівнює 0,949).

Для кожного кроку розраховуються коефіцієнти множинної кореляції, міри визначеності, зміщеної міри визначеності та стандартної помилки. Також покроковим методом здійснюється визначення відповідних коефіцієнтів регресії та значущість їх відмінності від нуля.

Розрахунки регресійного аналізу (табл. 2.8) підтверджують, що рівняння регресії для прогнозування залежної змінної «валютний курс УМВР» має вигляд:

$$V_k = -1,77035 + 0,00028 \times Var2 + 0,17901 \times Var14 - 0,00005 Var11 + 0,01237 Var6 - 0,00038 Var4, \quad (2.7)$$

де V_k – валютний курс;

var 2 – обсяг промислової продукції, млн грн;

var 4 – роздрібний товарообіг, млн грн;

var 6 – середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн;

var 11 – грошова маса (агрегат М3), млн грн;

var 14 – коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, %.

Порівняння кількості та складу макроекономічних чинників, що впливають на валютний курс у результаті застосування кореляційного та регресійного аналізів дає підстави для пояснення виявлених розбіжностей.

Отже, до регресійної моделі включено 5 із 14 досліджуваних показників. Це, безумовно, полегшує прогнозування валютного курсу, але лише за умов досить точного відображення реальності в модельному прогнозі, тобто за якісного добору предикторів моделі. Основним критерієм добору аргументів має бути якість уявлення про фактори, що впливають на залежну змінну, яку треба змодельовувати.

Аналіз побудованої моделі свідчить, що вона адекватно відображає реальні дані, однак здійснимо якісний аналіз побудови моделі.

Як відомо, аналіз залишків є важливим етапом регресійного аналізу.

Залишок – це різниця між значенням досліджуваної залежної змінної та прогностичним значенням, яке отримане в результаті моделювання. Залишки повинні підкорятися закону нормального розподілу. Це можна перевірити, якщо побудувати гістограму залишків (рис. 2.3).

Гістограма залишків дає змогу побачити, що їх розподіл підкоряється нормальному закону. Цей факт викликає достатню довіру до результатів моделювання.

Ще одну можливість аналізу нормальності розподілу надає побудова діаграми нормального розподілу для залишків (рис. 2.4).

Перевірку на наявність систематичних зв'язків між залишками може бути зроблено за допомогою тесту Дарбіна – Уотсона

(*Durbin – Watson*) на автокореляцію. Цей тест обчислює коефіцієнт, що лежить у діапазоні від 0 до 4. Якщо значення цього коефіцієнта знаходиться поблизу 2, то це означає, що автокореляція відсутня.

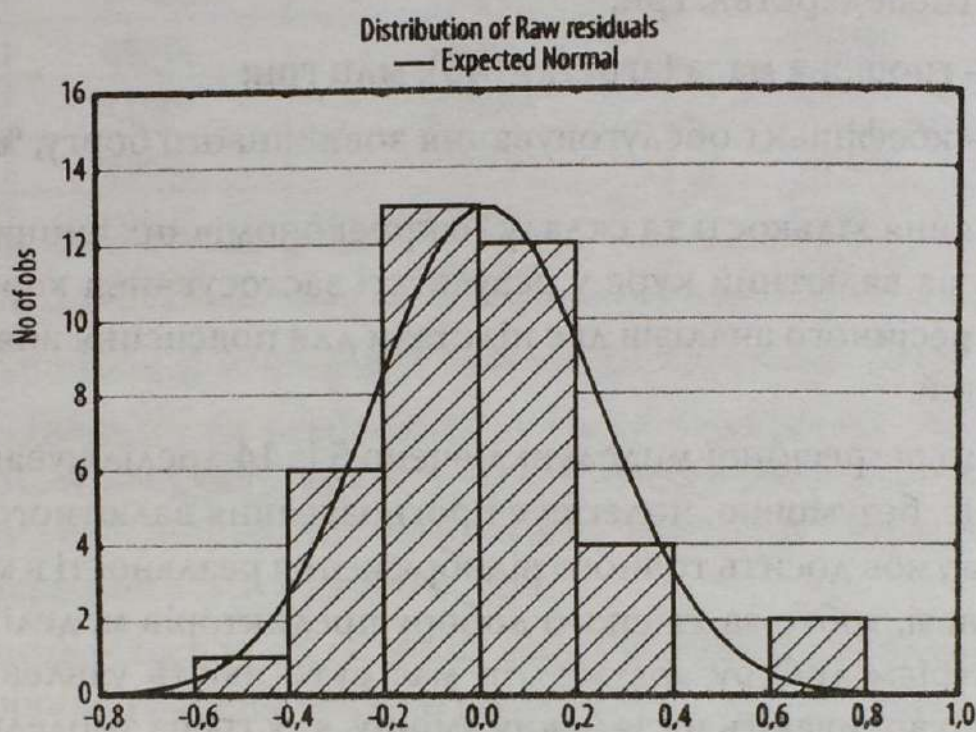


Рис. 2.3. Гістограма залишків залежної змінної «валютний курс УМВР» з кривою нормального розподілу

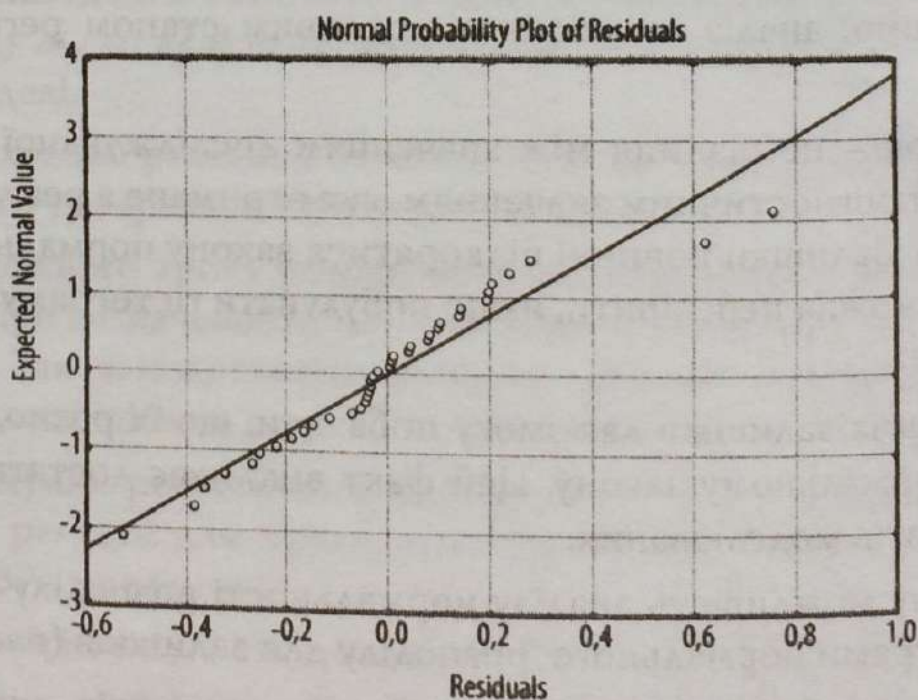


Рис. 2.4. Діаграма нормального розподілу

У результаті розрахунку цього критерія отримано значення $DW=2,10$. Порівнюючи отримане значення із критичними межами для рівня значущості $\alpha = 0,05$, можна зробити висновок про те, що воно потрапляє в зону відсутності автокореляції.

Отримані за допомогою регресійного та кореляційного аналізів результати дають незначні розбіжності, як-от:

- кореляційний аналіз показав, що одним з найважливіших чинників, який впливає на валютний курс, є ВВП, але в регресійному аналізі даний чинник вилючено з розгляду;
- регресійний аналіз ввів до моделі аналізу показник «роздрібний товарообіг», але він є незначущим з точки зору кореляційного аналізу.

Ці розбіжності пов'язані з тим, що у двох застосованих методиках використовуються різні статистичні критерії для вибору значущих чинників валютного курсу.

Таким чином, виникає потреба в застосуванні методу факторного аналізу для уточнення моделі прогнозування валютного курсу.

У науковому середовищі немає єдиної думки про те, який метод побудови регресійної моделі можна вважати більш оптимальним (див., наприклад, роботи [24, с. 59]; [36, с. 280]; [112, с. 668]). Цим фактом й обумовлено пошук методики виявлення критеріїв зниження кількості перемінних, які необхідно включити до регресійної моделі та при цьому не зменшити якість модельного прогнозу.

У дослідженні побудовано регресійну модель, що містить тільки п'ять макроекономічних показників як вхідних параметрів. Однак ці параметри не повністю відповідають результатам кореляційного аналізу. У зв'язку з цим пропонуємо застосувати алгоритм моделювання, викладений на рис. 2.1, та провести факторний аналіз макроекономічних чинників, що допоможе виявити правильність добору незалежних змінних до регресійної моделі.

Застосування факторного аналізу дає змогу знизити кількість вхідних змінних, виявити блоки чинників-змінних, що тісно корелюють між собою.

Для визначення кількості факторів, які необхідно сформувати в моделі, треба побудувати графік «кам'янистого зсуву», який наведено на *рис. 2.5*. Цей графік показує значення власних чисел для кожної кількості факторів. Для дослідження обирається така кількість факторів, власне число якої більше за одиницю.

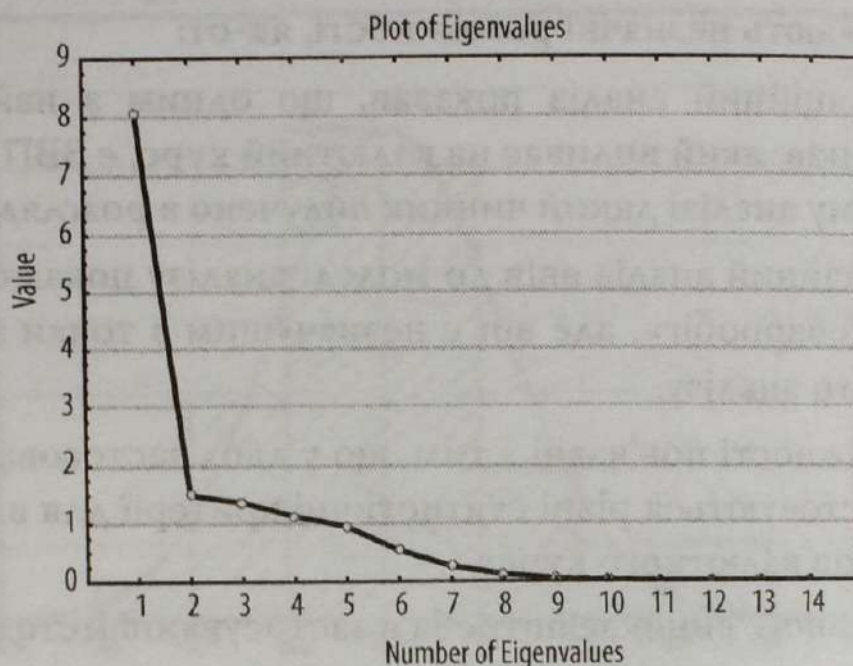


Рис. 2.5. Графік «кам'янистого осипу»

Аналіз графіка свідчить, що оптимальна кількість факторів – чотири. Власні числа цих факторів наведено в *табл. 2.11*.

Таблиця 2.11

Дисперсія, пояснена за допомогою факторного аналізу

Кількість факторів	Власне число	Відсоток опису	Кумулятивне власне число	Кумулятивна дисперсія факторів
1	8,068896	57,63497	8,06890	57,63497
2	1,492551	10,66108	9,56145	68,29606
3	1,367585	9,76846	10,92903	78,06452
4	1,125176	8,03697	12,05421	86,10149

Критерієм повноти опису феномена, що досліджується, є кумулятивна спільність (сумарна дисперсія всіх факторів). Як відомо, чим вона вища, тим повніше описується досліджування явища. У даному випадку сумарна дисперсія чотирьох факторів дорівнює 86,1%.

Фактор – це латентна змінна, яка детермінує значення ознак, що спостерігаються, і зумовлює наявність кореляції між ними. Отже, фактор може замінити собою кількість змінних, які корелюють між собою (табл. 2.12).

Таблиця 2.12

Матриця факторних навантажень після ротації методом Varimax

Параметр	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Var1	0,923702	0,023130	0,077564	0,249401
Var2	0,894175	-0,086719	-0,132013	0,354224
Var3	0,756493	0,160487	0,120930	0,437104
Var4	0,822479	0,042144	0,096766	0,540297
Var5	0,740978	0,241429	0,210951	-0,216320
Var6	0,800181	-0,105023	0,004700	0,573979
Var7	0,093387	-0,019987	0,313871	0,263426
Var8	0,300509	0,014601	0,083389	0,921531
Var9	0,301970	0,012545	0,082954	0,920719
Var10	-0,044761	0,909457	-0,270621	-0,081029
Var11	0,798858	-0,114727	-0,018004	0,564809
Var12	0,617062	0,463774	0,437423	0,402732
Var13	0,526812	0,493990	0,498345	0,424355
Var14	0,071630	0,215024	-0,902625	0,069712

Такий аналіз дозволяє побудувати такі фактори (табл. 2.13).

Таблиця 2.13

Фактори, що впливають на валютний курс

Узагальнені фактори	Часткові фактори
1	2
Фактор 1	Валовий внутрішній продукт, млн грн
	Обсяг промислової продукції, млн грн
	Виробництво товарів народного споживання, млн грн
	Роздрібний товарообіг, млн грн
	Обсяг реалізації платних послуг населенню, млн грн

Закінчення табл. 2.13

1	2
	Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн
	Грошова маса (агрегат М3), млн грн
Фактор 2	Індекс цін споживчого ринку (до попереднього місяця)
Фактор 3	Індекс реальної заробітної плати працівників народного господарства, % до попереднього місяця
	Коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, %
Фактор 4	Грошові доходи населення, млн грн
	Грошові витрати та заощадження, млн грн

Перший узагальнений фактор (F1) відбиває стан виробничої сфери. Другий узагальнений фактор (F2) містить тільки один частковий фактор, тому йому можна дати назву «стан споживчого ринку», третій фактор містить часткові чинники, що є індексними, тому загальна назва цього фактора – «індексний», четвертий фактор показує грошові доходи та витрати населення. В узагальненому вигляді економічну інтерпретацію факторів наведено в *табл. 2.14*.

Таблиця 2.14

Економічна інтерпретація факторів

Номер фактора	Інтерпретація
F1	Фактор сфери виробництва
F2	Фактор споживчого ринку
F3	Індексний фактор
F4	Фактор доходів та витрат населення

Слід зазначити, що з усіх проаналізованих факторів вилучено за статистичними критеріями два: імпорт та експорт товарів і послуг.

Варто підкреслити, що факторний аналіз проводився з метою знизити розмірність простору чинників валютного курсу, у якості яких виступають макроекономічні показники. Отже, факторний аналіз пояснює результати кореляційного та регресійного аналізів, а також дає підстави для зниження кількості предикторів регресійного рівняння.

Параметри регресійного рівняння на головних компонентах подано в *табл. 2.15*.

Таблиця 2.15

Отримані значення параметрів

Параметр	Значення	Стандартне відхилення	T-критерій	Значущість
Intercept	4,397745	0,119547	36,78665	0,000000
F1	0,869014	0,121152	7,17292	0,000000
F2	-0,022931	0,121152	-0,18927	0,851037
F3	-0,839611	0,121152	-6,93023	0,000000
F4	0,186131	0,121152	1,53634	0,133989

Аналіз *табл. 2.15* свідчить, що фактори (*F2*) та (*F4*) є статистично незначущими, тобто розглядати їх недоцільно. Зважаючи на це, модифікована регресія на головних компонентах має вигляд (*табл. 2.16*).

Таблиця 2.16

Отримані значення параметрів для модифікованої моделі

Параметр	Значення	Стандартне відхилення	T-критерій	Значущість
Intercept	4,397745	0,120222	36,58021	0,000000
F1	0,869014	0,121836	7,13267	0,000000
F3	-0,839611	0,121836	-6,89134	0,000000

Таким чином, модель має вигляд

$$V_k = 4,397745 + 0,869014 \times F1 - 0,839611 \times F3. \quad (2.8)$$

Проведемо порівняльний аналіз моделей факторного та регресійного аналізу (*табл. 2.17*).

Аналіз характеристик моделей, відображених формулами (2.7) і (2.8), дозволяє зробити висновок, що кращим варіантом моделі курсу валют є та, що отримана за допомогою процедури STEPWISE, бо вона містить менше змінних, більш адекватна та більш стійка через відсутність автокореляції в залишках [36].

Таблиця 2.17

**Порівняльна характеристика моделей факторного аналізу
та регресійного аналізу**

Показник	Stepwise регресій на модель	Модель факторного аналізу
Кількість незалежних змінних	5	9
Коефіцієнт множинної кореляції	0,97	0,73
Критерій Дарбіна – Ватсона	2,1	0,97

Таким чином, реалізація запропонованого вище алгоритму дозволяє не тільки проводити аналіз динаміки валютного курсу, але й усебічно досліджувати причинно-наслідкові зв'язки показників валютного ринку як складної динамічної системи.

2.3. Розробка комплексу трендових моделей часового ряду для прогнозування динаміки валютного курсу

Одним з важливих практичних застосувань математичних моделей у рамках фундаментального аналізу, як було зазначено вище, є прогнозування поведінки об'єктів, що моделюються, і курсів валют у визначених економічних та соціальних умовах, оскільки воно дозволяє проводити контрольовані експерименти для ситуацій і систем, де експериментування на реальних об'єктах практично неможливе, економічно недоцільне й небезпечне в соціальному й фінансовому планах. За використання фундаментального підходу до моделювання поведінки складних соціально-економічних систем (до яких, зокрема, належать і валютні операції банківських установ) можна отримати велику кількість даних про внутрішні процеси і взаємодіючі фактори завдяки виміру структурних елементів моделі, зміні її параметрів тощо. Потреба у прогнозі динаміки валютного курсу викликає необхідність розглянути отримані в цьому напрямку результати.

По-перше, розглянемо результати реалізації методики формування моделі валютного курсу. Багатофакторна модель валютно-

го курсу (п. 2.2) потенційно дозволяє здійснити прогнозування на будь-який часовий інтервал, але на кожному кроці здійснення прогнозу статистичні помилки накопичуються. Механізм накопичення помилок складається з таких компонентів:

- помилки у виборі вхідних параметрів та при вимірюванні вхідних параметрів;
- помилки самої моделі;
- помилки при прогнозуванні динаміки кожного вхідного параметра моделі.

За допомогою багатовимірної моделі, побудованої за допомогою процедури Stepwise регресійного аналізу, можна дослідити розбіжності між прогнозним та реальним курсам гривні до долара. Ці графіки наведено на *рис. 2.6*.



Рис. 2.6. Відповідність прогнозів реальній динаміці валютного курсу долара США до гривні за період 1996 – 2006 рр.

З рис. 2.6 можна побачити, що модель досить добре відображає динаміку валютного курсу, але вона дає збурення, пов'язані з інтервенційною політикою НБУ.

Формування прогнозу на основі багатофакторної моделі потребує оцінки попереднього прогнозу значення вихідних даних моделі – макроекономічних показників, що увійшли до регресійної

моделі. Для прогнозування макроекономічних показників можуть застосовуватися відомі функції, які відповідають певним моделям поведінки прогнозованого показника в часі. Нижче наведено формальний вигляд найчастіше використовуваних функцій для побудови моделі детермінованої основи процесу:

- лінійна функція – $y = a_0 + a_1 t$;
- поліном m -го ступеня – $y = a_0 + a_1 t + \dots + a_m t^m$;
- експонентна крива – $y = a_0 a_1^t$;
- модифікована експонента – $y = k + a_0 a_1^t$;
- показова функція – $y = a_0 t^{a_1}$;
- зворотна залежність – $y = k / (1 + a_0 t)$;
- логарифмічна функція – $y = a_0 + a_1 \ln(t)$;
- логістична крива – $y = k / (1 + a_0 e^{a_1 t})$;
- функція Гомперца – $y = a_0 \times a_1^{a_2^t}$.

Серед наведених функцій у кожному випадку обирається та, що найбільш адекватна реальній поведінці показника-чинника валютного курсу. Висновок про адекватність моделі в кожному разі робиться на підставі порівняння реальної динаміки прогнозованого показника та модельної, що зроблена за допомогою розрахунків за аналітичним вираженням моделі.

Перед прогнозуванням майбутньої поведінки макроекономічних показників видається за необхідне звернути увагу на сучасний стан економіки України, який, зокрема, зумовлює динаміку чинників валютного курсу.

Зараз економіка України – одна з найбільш динамічних країн на всьому просторі СНД. За останні чотири роки темпи економічного зростання в країні складали в середньому понад 7% на рік, реальний щорічний приріст інвестицій теж перевищував 7%. Інфляція поступово знижувалася і починаючи з 2000 р. вимірювалася досить малими числами.

У країні стабілізувався рівень безробіття, налагоджено роботу центрів зайнятості. Щорічно за їх направленнями працевлаштовується майже третина прийнятих на роботу в галузі економіки

(у 1995 р. – лише десята частина). Це стало можливим, зокрема, і завдяки реалізації концепції посилення взаємодії з роботодавцями, керівниками підприємств. Нині з Державним центром зайнятості співпрацює майже кожне друге підприємство проти кожного п'ятого у 1997 р. Кількість вільних робочих місць і вакантних посад, заявлених у службу зайнятості, зросла майже в 3,6 раза.

Усі ці позитивні тенденції дозволили підвищити доходи населення, незважаючи на дуже низьку точку відліку. З початку 2000 р. номінальна заробітна плата збільшилася майже вдвічі – як у гривневому, так і доларовому еквіваленті. Рівень реальної заробітної плати стабілізувався у 2000 р., збільшувався майже на 20% на рік у період 2001 – 2002 рр. і продовжував істотно зростати у 2003 – 2006 рр. Зростання супроводжувалося значним прогресом у скороченні й погашенні простроченої заборгованості з виплати зарплат і пенсій.

Розглянемо динаміку макроекономічних показників останнім часом. У I кварталі 2005 р. порівняно з відповідним періодом 2004 р. реальний приріст ВВП, за оперативними даними Держкомстату [195], становив 5,4%, промислового виробництва – 7,1%. Випереджальними темпами зростали обсяги виробництва в галузях, що випускають продукцію для задоволення потреб споживчого та зовнішнього ринку: у харчовій промисловості приріст становив 16%, хімічній та нафтохімічній галузях промисловості – 14,2%, машинобудуванні – 11,3%. Найбільше зростання валової доданої вартості мали також такі види економічної діяльності, як транспорт (6,9%), сільське господарство (5,1%).

Зовнішня торгівля у цей період досягла вищих показників, ніж планувалося на цей період. За розрахунками Мінекономіки, у січні – березні зовнішньоторговельний обіг товарів та послуг становив \$17,1 млрд, що на 14,5% більше, ніж за аналогічний період минулого року, в тому числі експорт – \$9,5 млрд (зі збільшенням на 14,6%), а імпорт – \$7,6 млрд (14,3% відповідно).

Сальдо торгівлі товарами та послугами поліпшилося на \$265,2 млн і визначилося у сумі \$1,9 млрд, у тому числі товарами – на \$265,3 млн на рівні \$1,1 млрд.

Найбільшим досягненням зовнішньої торгівлі у першому кварталі були високі обсяги експорту товарів, зокрема у січні – \$2,5 млрд, лютому – \$2,6 млрд, березні – \$3,3 млрд, у цілому за квартал – \$8,4 млрд (на 17% більше, ніж торік). У березні обсяг експорту товарів перевищив його місячні значення за весь минулий рік.

У січні – березні 2005 р. зменшились обсяги експорту товарів до країн Європи на 2,7% та до країн Америки – на 1,2%. На інших геополітичних напрямках відбулося зростання експорту товарів: до країн Азії – на 25,2%, Африки – у 1,8 раза, Австралії та Океанії – у 2,8 раза.

Обсяги імпорту товарів та послуг збільшилися за I квартал 2005 р. на 14,3%, або на \$950 млн, і склали \$7,6 млрд; обсяги імпорту товарів склали \$7,3 млрд, що на 15% більше порівняно з I кварталом 2004 р.

Підвищення внутрішнього та зовнішнього попиту сприяло зростанню ділової активності. Обсяг отриманого прибутку за січень-лютий 2005 р. перевищив на 53,1% аналогічний показник минулого року, причому прибутково працювало 64,7% загальної кількості підприємств (проти 62% у січні – лютому 2004 р.).

За I квартал 2005 р. фактичне значення індекса споживчих цін становило 4,4%. А це менше ніж у четвертому кварталі 2004 р., коли інфляція склала 6,3%.

У цей період відбулось уповільнення темпів зростання економіки (5,4% – у січні – березні), тому монетарна емісія стала більш інфляційною, оскільки економіка меншими темпами абсорбувала грошову пропозицію. Суттєві обсяги купівлі валюти НБУ (\$3,1 млрд), які були найбільшими квартальними інтервенціями за роки незалежності, спричинили значне монетарне навантаження (грошова база зросла на 12,1% проти 3,4 у I кварталі 2004 р.). Проте додатне сальдо продажу-купівлі населенням валюти на готівковому ринку, яке становило у I кварталі \$244 млн, вказувало на збільшення готівкової складової грошової маси.

Крім того, інфляційні процеси в економіці були викликані значним зростанням споживчих витрат населення та сезонністю [273].

Такий короткий огляд економічного стану в країні дозволяє зрозуміти коливання кривих, що відображують динаміку макроеконо-

мічних показників, які потрібно спрогнозувати для побудови прогнозних значень валютного курсу (рис. 2.7 – 2.11).

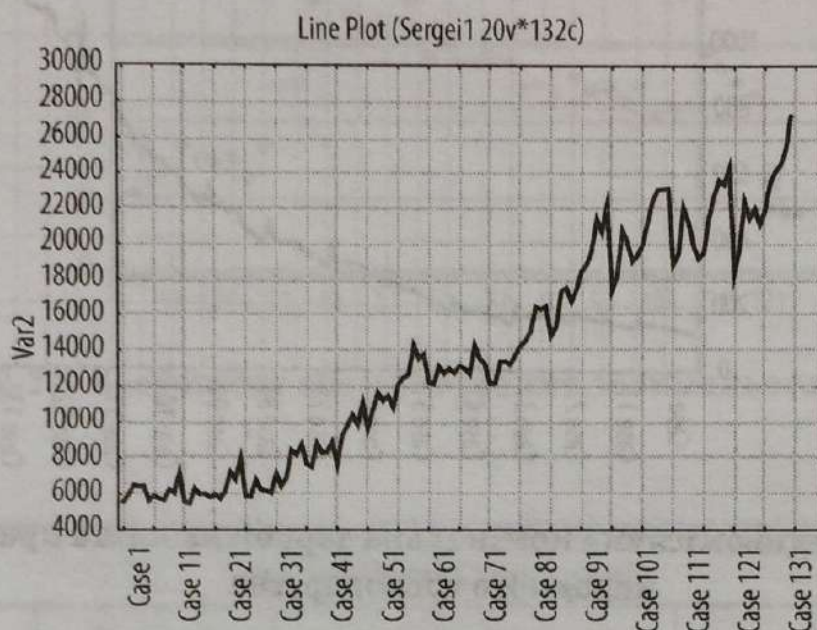


Рис. 2.7. Обсяг промислової продукції, млн грн

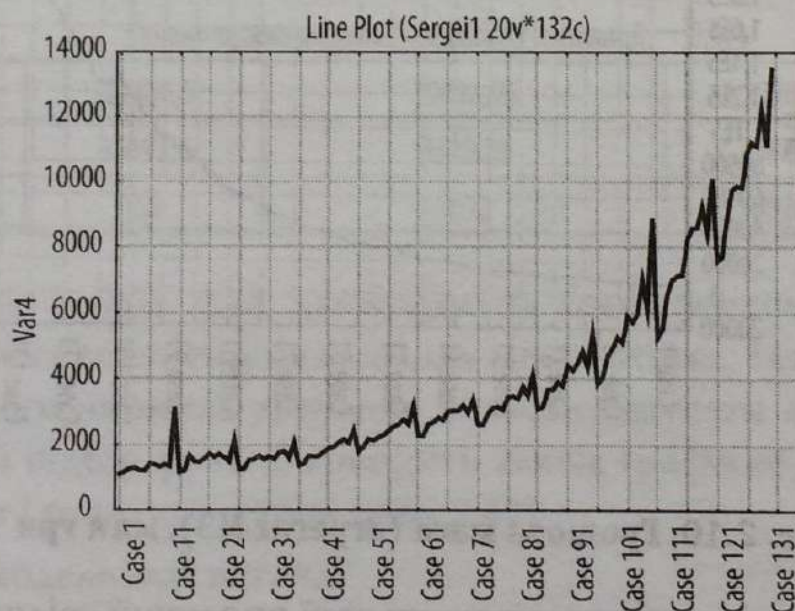


Рис. 2.8. Роздрібний товарообіг, млн грн

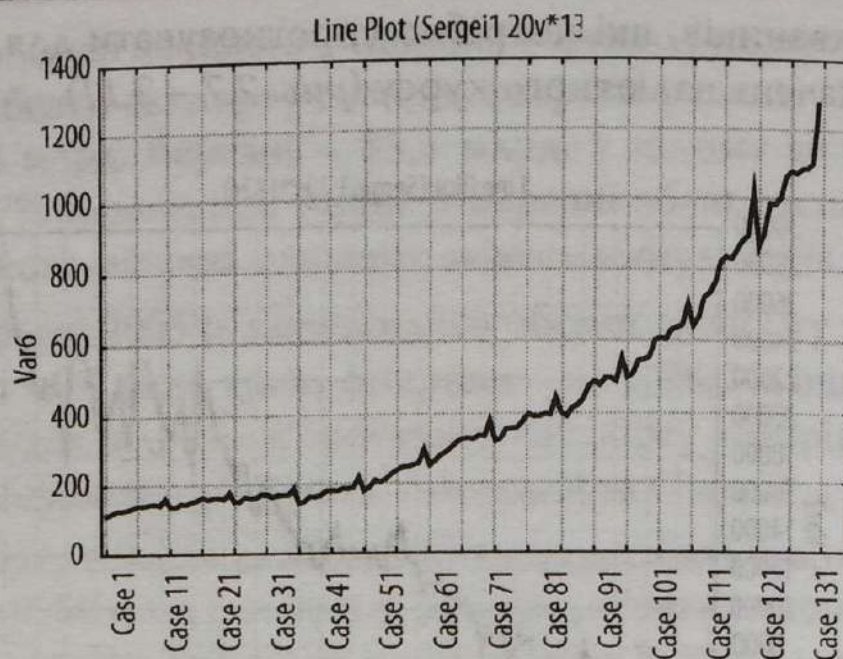


Рис. 2.9. Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства

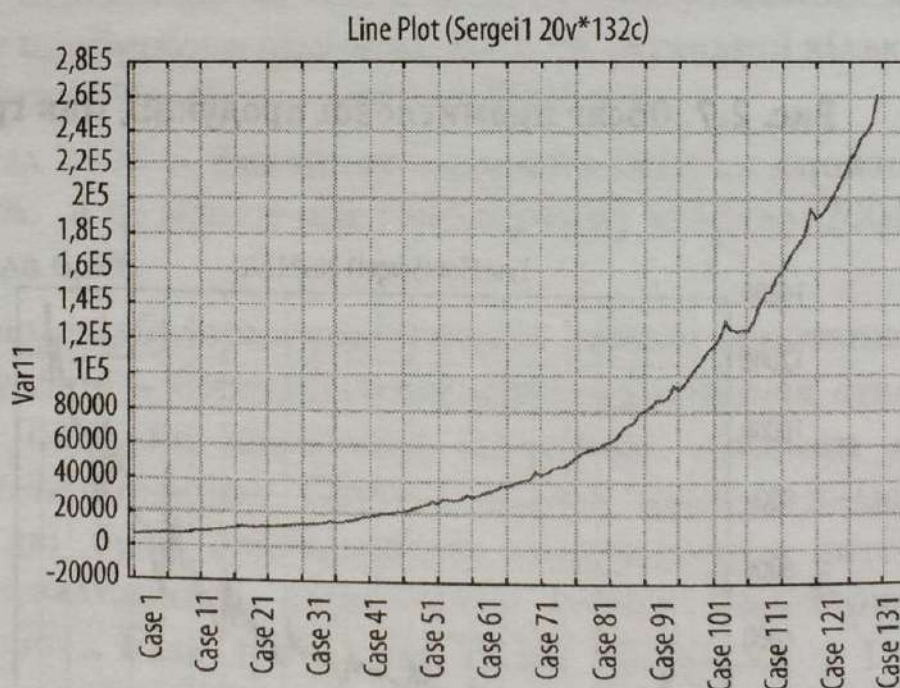


Рис. 2.10. Грошова маса (агрегат М3), млн грн

Аналіз динаміки обсягу промислової продукції свідчить, про наявність експоненційного або лінійного тренда. Порівняльний аналіз характеристик варіантів трендової моделі наведено в *табл. 2.18*.

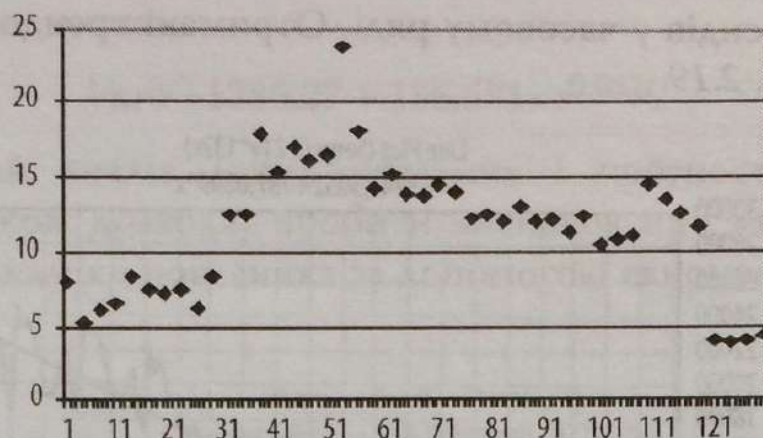


Рис. 2.11. Коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, %

Таблиця 2.18

**Порівняльний аналіз варіантів моделей прогнозування обсягу
промислової продукції**

Параметри	Значення	Стандартне відхилення	t-критерій	Значущість
Лінійна модель (коефіцієнт кореляції — 0,97)				
a0	3241,305	262,3685	12,35402	0,00
a1	157,090	3,4232	45,88911	0,00
Експоненційна модель (коефіцієнт кореляції — 0,97)				
a0	-22496,5	10097,96	-2,22783	0,027625
a1	26693,6	9818,28	2,71876	0,007455
a2	0,0	0,00	3,56926	0,000504

Як видно з табл. 2.18, дві моделі за коефіцієнтом кореляції однакові, однак експоненційна модель менш стійка, тому для прогнозування цього чинника доцільно використовувати лінійну модель. Про вдалий підбір функції говорить також графічне представлення прогнозних і реальних даних (рис. 2.12).

Отже, модель має вигляд:

$$Var2 = 3241,305 + 157,09 \times t.$$

Аналіз динаміки коефіцієнта роздрібного товарообігу (рис. 2.8) дозволив висунути гіпотезу про наявність параболічного та екпо-

ненційного трендів у часовому ряді. Отримані трендові моделі наведено в табл. 2.19.

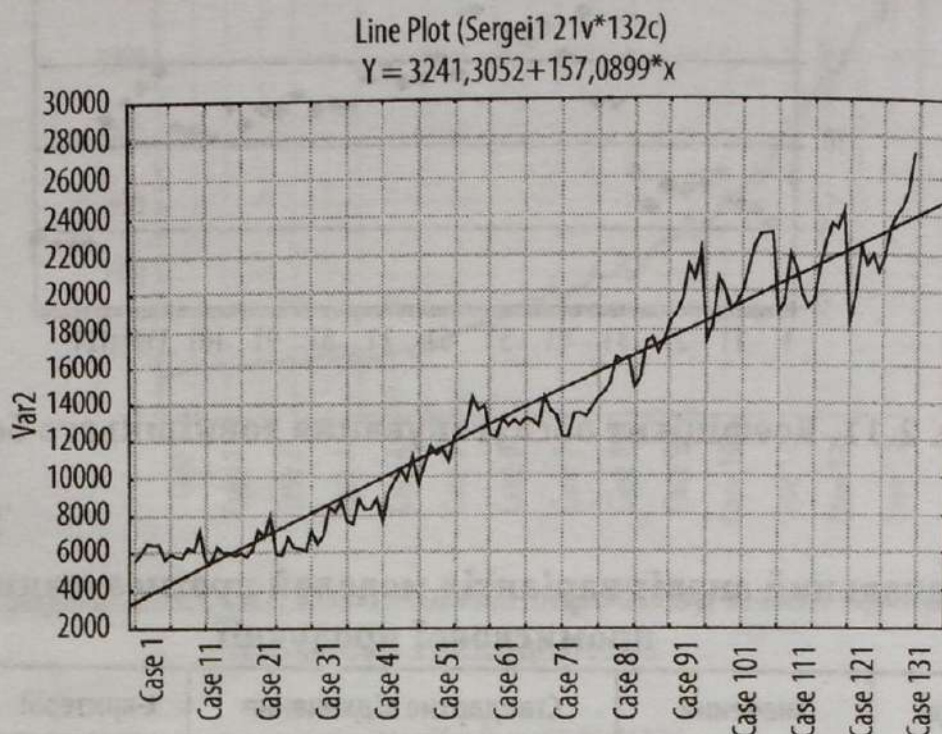


Рис. 2.12. Прогностичні та реальні значення обсягу виробництва

Таблиця 2.19

Порівняльний аналіз варіантів моделей прогнозування обсягу роздрібного товарообігу

Параметри	Значення	Стандартне відхилення	t-критерій	Значущість
<i>Експоненційна модель (коефіцієнт кореляції — 0,984)</i>				
a0	1285,266	103,8871	12,37175	0,000000
a1	156,581	26,1945	5,97761	0,000000
a2	0,032	0,0013	24,85192	0,000000
<i>Параболічна модель (коефіцієнт кореляції — 0,97)</i>				
a0	2205,759	185,3327	11,90162	0,000000
a1	-55,833	6,4332	-8,67893	0,000000
a2	0,917	0,0469	19,56217	0,000000

Аналіз табл. 2.20 свідчить, що експоненційна модель за коефіцієнтом кореляції краща. Окрім того, недоліком параболічної моделі є дуже швидке зростання в перспективному періоді, що не завжди відображає основні тенденції.

Модель має вигляд:

$$Var4 = 1285,27 + 156,581 \times e^{0,032t}$$

Візуальний аналіз даних реальних і прогностичних даних (рис. 2.13) також дозволяє зробити висновок про можливість дослідження динаміки показника за допомогою експоненційної моделі тренда.

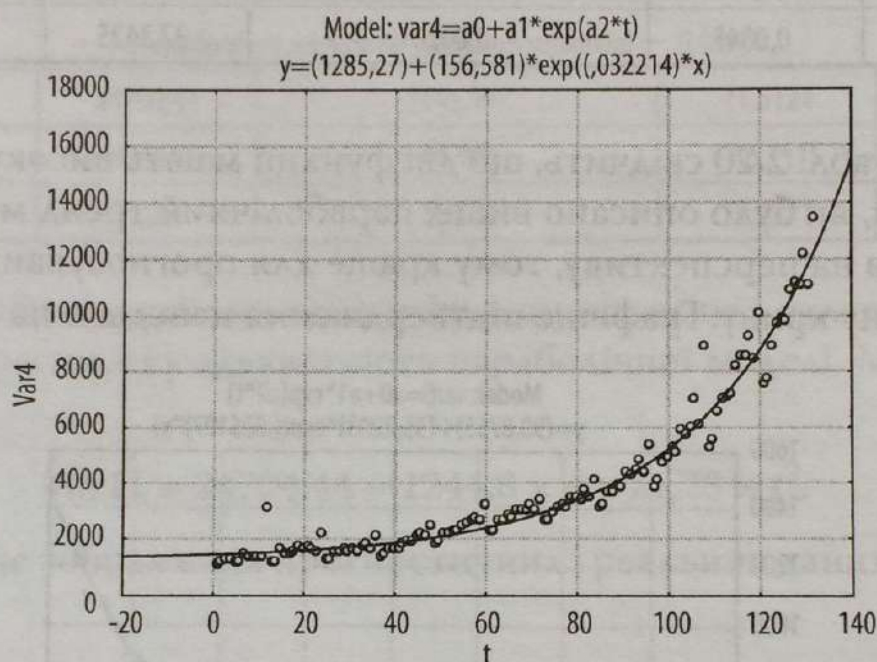


Рис. 2.13. Прогностичні та реальні значення обсягу роздрібного товарообігу

Динаміка середньомісячної реальної зарплати працівників також підтверджує наявність експоненційного або параболічного трендів. Перевіримо ці гіпотези (табл. 2.20).

Таблиця 2.20

Порівняльний аналіз варіантів моделей прогнозування середньомісячної заробітної платні

Параметри	Значення	Стандартне відхилення	t-критерій	Значущість
1	2	3	4	5
<i>Експоненційна модель (коефіцієнт кореляції — 0,996)</i>				
a0	90,87554	6,624697	13,71769	0,00
a1	35,22026	2,610750	13,49048	0,00

Закінчення табл. 2.20

1	2	3	4	5
a2	0,02611	0,000561	46,49799	0,00
Параболічна модель (коефіцієнт кореляції — 0,991)				
a0	194,4940	10,31195	18,8610	0,00
a1	-4,2764	0,35794	-11,9472	0,00
a2	0,0843	0,00261	32,3425	0,00

Аналіз табл. 2.20 свідчить, що дві функції мають високу адекватність, однак, як було описано вище, параболічний тренд має нестійкий прогноз на перспективу, тому краще для прогнозування обрати експоненціальну криву. Графічне підтвердження наведено на рис. 2.14.

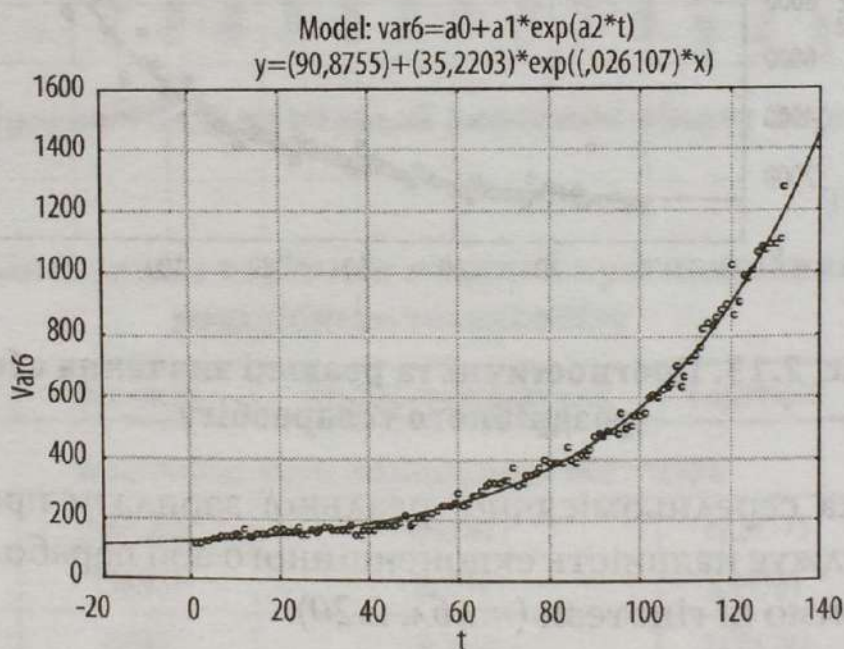


Рис. 2.14. Реальні та прогностичні значення заробітної платні

Таким чином, модель має вигляд:

$$Var6 = 90,876 + 35,22 \times e^{0,0261t}$$

Для побудови моделі прогнозування грошової маси, проаналізуємо параболічну та експоненціальну функції. Розрахунок параметрів моделі наведено в табл. 2.21.

Таблиця 2.21

Розрахунок параметрів моделі прогнозування грошової маси

Параметри	Значення	Стандартне відхилення	t-критерій	Значущість
<i>Експоненційна модель (коефіцієнт кореляції — 0,996)</i>				
a1	5678,041	98,07791	57,8932	0,00
a2	0,029	0,00015	194,9587	0,00
<i>Параболічна модель (коефіцієнт кореляції — 0,999)</i>				
a0	24704,44	2145,902	11,5124	0,00
a1	-1244,81	74,488	-16,7115	0,00
a2	21,28	0,543	39,2271	0,00

Для побудованої моделі коефіцієнт кореляції склав 0,999, що свідчить про високу адекватність параболічної моделі. Модель має вигляд:

$$\text{Var11} = 24704,44 - 1244,8 \times e + 21,28 \times t^2.$$

Графічне зображення прогностичних і реальних даних подано на рис. 2.15.

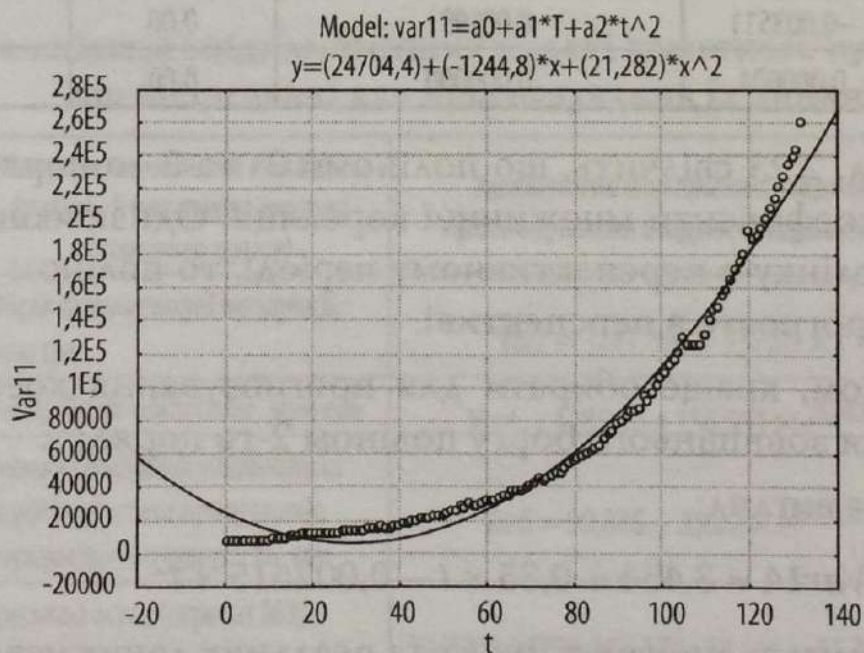


Рис. 2.15. Реальні та прогностичні значення грошової маси

Аналіз динаміки коефіцієнта обслуговування зовнішнього боргу показав, що доцільно було б для прогнозування обрати один з трьох видів функції: лінійну, поліном другого порядку, поліном третього порядку. Результати розрахунків параметрів кожної моделі наведено в табл. 2.22.

Таблиця 2.22

Перевірка гіпотез щодо найкращого виду моделі

Параметри	Значення	Стандартне відхилення	t-критерій	Значущість
<i>Лінійна модель (коефіцієнт кореляції складає 0,01)</i>				
a0	11,57264	1,353829	8,548083	0,000000
a1	-0,00118	0,017467	-0,067781	0,946282
<i>Поліном 2-го порядку (коефіцієнт кореляції складає 0,822)</i>				
a0	3,453593	1,306826	2,64273	0,011593
a1	0,351818	0,044650	7,87943	0,000000
a2	-0,002615	0,000321	-8,15350	0,000000
<i>Поліном 3-го порядку (коефіцієнт кореляції складає 0,823)</i>				
a0	2,872616	1,834154	0,00	0,00
a1	0,400734	0,116344	0,00	0,00
a2	-0,003511	0,001991	0,00	0,00
a3	0,000004	0,000000	0,00	0,00

Аналіз табл. 2.23 свідчить, що поліноми 2- та 3-го порядків мають однакові коефіцієнти множинної кореляції. Однак якщо порівнювати їх поведінку в перспективному періоді, то поліном 2-го порядку краще прогнозує в перспективі.

Таким чином, краще обирати для прогнозування коефіцієнта обслуговування зовнішнього боргу поліном 2-го порядку.

Модель має вигляд:

$$Var14 = 3,454 + 0,35 \times t - 0,002615 \times t^2.$$

Графічний вигляд прогностичних та реальних даних наведено на рис. 2.16.

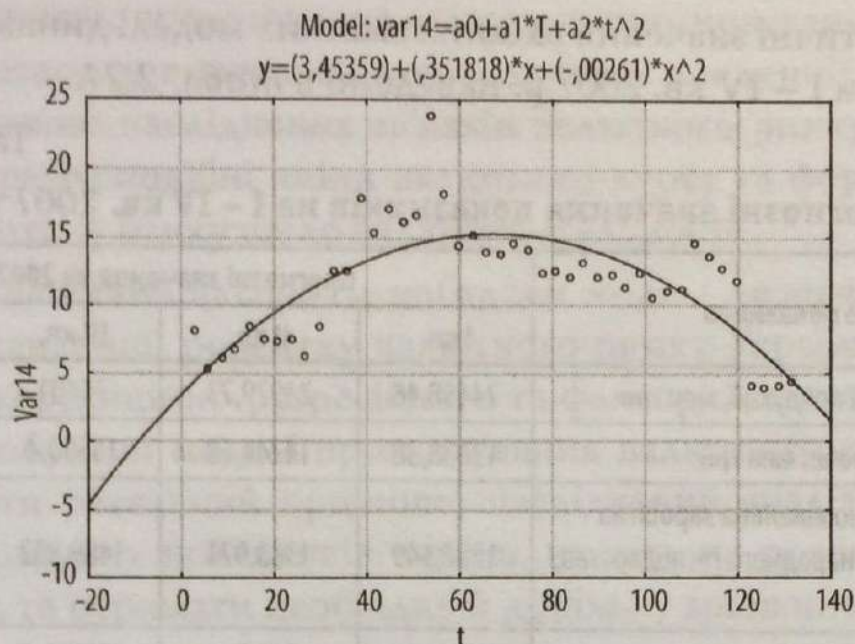


Рис. 2.16. Реальні та прогностичні значення коефіцієнта обслуговування зовнішнього боргу

У табл. 2.23 коротко представлено результати пошуку аналітичних виразів динаміки макроекономічних показників, що далі застосовуються для прогнозування досліджуваних показників, які стали основою побудови прогнозу валютного курсу.

Таблиця 2.23

Зведена таблиця вхідних змінних моделі валютного курсу та засобів, що застосовані для прогнозування їх динаміки

Назва змінної	Макроекономічний показник (вхідний параметр моделі валютного курсу)	Аналітичне вираження моделі прогнозування вхідного параметра	Коефіцієнт детермінації (R Square)
Var2	Обсяг промислової продукції, млн грн	$\text{Var2} = 3241,305 + 157,09 \times t$	0,97
Var4	Роздрібний товарообіг, млн грн	$\text{Var4} = 1285,27 + 156,581 \times e^{0,032t}$	0,984
Var6	Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн	$\text{Var6} = 90,876 + 35,22 \times e^{0,0261t}$	0,996
Var11	Грошова маса (агрегат M3), млн грн	$\text{Var11} = 24704,44 - 1244,81 \times t + 21,28 \times t^2$	0,999
Var14	Коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, %	$\text{Var14} = 3,454 + 0,3518 \times t - 0,002615 \times t^2$	0,822

Прогностичні значення вхідних змінних моделі динаміки валютного курсу на I – IV кв. 2007 р. наведено в *табл. 2.24*.

Таблиця 2.24

Прогнозні значення показників на I – IV кв. 2007 р.

Назва показника	Прогнозні значення на 2007 р.			
	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.
Обсяг промислової продукції, млн грн	24458,46	24929,73	25401	25872,27
Роздрібний товарообіг, млн грн	13058,38	14244,63	15550,4	16987,74
Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн	1286,549	1383,971	1489,332	1603,278
Грошова маса (агрегат М3), млн грн	244482,7	258176,5	272253,5	286713,4
Коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, %	3,288625	2,25	1,2124	0,8452

Побудований прогноз динаміки значень валютного курсу подано на *рис. 2.17*.

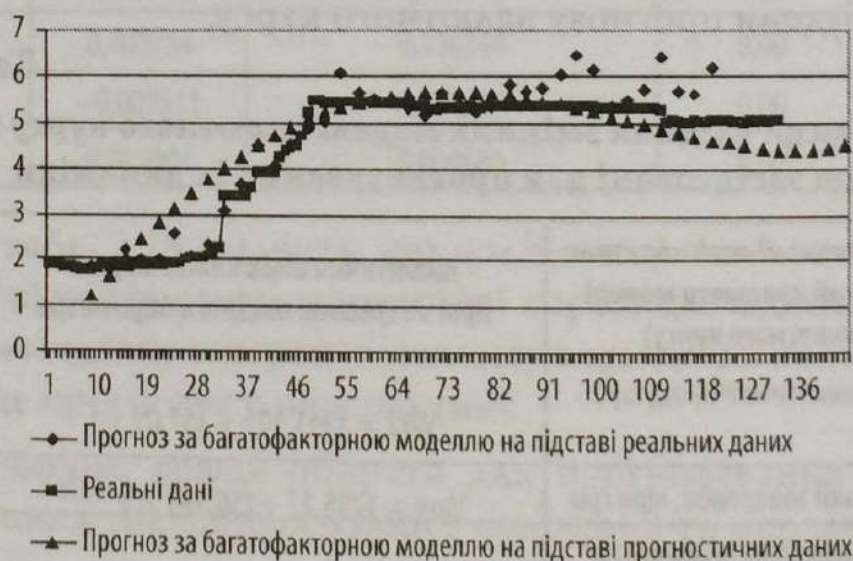


Рис. 2.17. Прогностична динаміка валютного курсу

Як видно з рис. 2.17, прогнозується падіння валютного курсу в першому кварталі 2006 р., у другому і третьому – тенденція до зростання. Однак річне зростання показує, що довгострокова тенденція має слабку висхідну спрямованість.

Таким чином, представлена методика прогнозування валютного курсу дозволяє визначати довгострокові тенденції, проводити аналіз причинно-наслідкових зв'язків валютного ринку, визначати можливі стрибкоподібні зміни валютного курсу та формувати відповідну політику банку щодо валютної діяльності.

Запропонований алгоритм побудови моделі визначення довгострокової тенденції розвитку валютного ринку України засновано на синтезі кореляційно-регресійного та факторного аналізів. Такий підхід до побудови моделі прогнозування валютного курсу дозволяє провести ретельний причинно-наслідковий аналіз залежності макроекономічних показників, що впливають на розвиток валютного ринку, та отримати необхідну й доцільну множину екзогенних змінних моделі.

Визначення кореляційних залежностей між аналізованими макроекономічними показниками проводилося на підставі оцінки нормальності та ненормальності їх розподілу за допомогою критерію Колмогорова – Смірнова. Результати перевірки свідчать, що з 14 вихідних показників дев'ять мають ненормальний розподіл. Для оцінки їх кореляційної залежності використано методи непараметричної статистики.

Для обґрунтування кількісного та якісного складу макроекономічних чинників множинної регресії доцільно використовувати метод покрокової регресії, який дозволяє на підставі дисперсійного аналізу визначати найбільш впливові показники та усунути дублювання інформації.

Як альтернативний підхід до визначення класу моделі прогнозування валютного курсу запропоновано та розроблено факторну модель. Вона містить отримані на підставі аналізу та розрахунку факторних навантажень чотири штучні чинники: фактор сфери виробництва, фактор споживчого ринку, індексний фактор, фактор доходів та витрат населення.

Порівняльний аналіз отриманих за результатами дослідження регресійної та факторної моделей підтверджує доцільність використання з метою прогнозування валютного курсу саме регресійної моделі. Критеріями такого вибору є коефіцієнт множинної кореляції,

детермінації, критерії Фішера та Стюдента, критерії Дарбіна – Уотсона та Бокса – Льюнга. Для прогнозування змінних регресійної моделі запропоновано комплекс трендових моделей часового ряду. Отримані на їх основі результати вказують на наявність зростаючої довгострокової тенденції розвитку валютного ринку України.

Запропонована методика прогнозування валютного курсу дозволяє визначати довгострокові тенденції валютного ринку, проводити аналіз причинно-наслідкових зв'язків валютного ринку з динамікою макроекономічних показників, визначати можливі суттєві зміни валютного курсу та формувати відповідну політику банку в галузі валютної діяльності.

РОЗДІЛ 3

ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНИХ НАПРЯМКІВ ВАЛЮТНОЇ ПОЛІТИКИ НА ОСНОВІ МОДЕЛЕЙ НЕЛІНІЙНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ —■

3.1. Обґрунтування фрактальної природи валютного ринку та визначення його алгоритму

На сучасному етапі розвитку економічної теорії необхідно використовувати не тільки методи лінійної парадигми, яка знаходиться в її основі. Економічна реальність має властивості цілісності, системності та нелінійності. Тому прогнози, засновані на лінійних моделях із застосуванням дедуктивних методів, часто спростовуються в ході численних експериментів, що зумовило пошук альтернативних теоретичних і методологічних підходів, зокрема, до вирішення сучасних проблем нелінійної економічної динаміки. Життєздатність такого напрямку пошуку відзначають В. Б. Занг [71], М. Н. Кан [77], М. О. Кизим [80; 81], В. Милованов [108], Е. Петерс [135], О. І. Пушкар [152] та ін. [35; 72; 93; 95] у своїх роботах, присвячених даній темі досліджень.

Необхідно зазначити, що синергетику називають «нелінійною наукою».

А. Пуанкаре припустив, що виходячи з найзагальніших уявлень про математичні моделі, за допомогою яких описуються досліджувані об'єкти у майбутньому вдасться передбачити нові явища середовища. Сьогодні це й відбувається у процесі становлення та подальшого розвитку синергетики.

Порівняння описових, пояснювальних і прогностичних можливостей цих теоретичних уявлень та відповідних методологічних підходів до них, а також проблеми прогнозування ринкової кон'юнктури і мінливості ринків постійно перебувають у процесі обговорення. Розробляються й випробовуються методи довгострокового про-

гнозу для ринків акцій, облігацій, валюти, засновані на систематичному застосуванні синергетики, теорії хаосу, фрактального аналізу, прикладної нелінійної динаміки тощо, які тісно пов'язані між собою, оскільки мають спільний об'єкт дослідження – відкриті, нерівноцінні та нелінійні системи.

Нерівномірність засвоєння інформації може стати причиною зміщеного випадкового блукання. Останні широко вивчалися Х. Херстом у 1940-ті рр. і Б. Мандельбротом в 1960 – 1970-ті рр. Б. Мандельброт назвав їх узагальненим «броунівським рухом». Сьогодні їх прийнято називати «фрактальними часовими рядами».

Однією з основних властивостей фракталів є самоподібність. У найпростішому випадку невелика частина фрактала містить інформацію про весь фрактал. Визначення фрактала уперше надав Б. Мандельброт: «Фракталом називається структура, що складається з частин, які подібні цілому» [247, с. 231]. Потрібно зазначити, що фрактали безпосередньо відносяться до синергетики й теорії нерівноважних систем, бо фрактальна теорія базується на тих же засадах.

Фінансовий часовий ряд – це послідовність конкретних показників (наприклад, щоденних курсів валют), що описує поведінку певного ринкового процесу. А. Ю. Лоскутов запропонував підхід, який дозволяє прогнозувати динаміку фінансових часових рядів, використовуючи створені в теорії фінансів моделі формування цін фінансових активів, і нелінійні диференціальні рівняння як математичний опис прогнозованих процесів [99].

Підхід А. Ю. Лоскутова можна розглядати як спробу переходу від теорії ефективного ринку до нової економічної теорії, оскільки нелінійне моделювання здійснюється на основі застарілих теоретичних припущень про сутність економічної дійсності. Однак цей приклад доводить, що перехід до нелінійної парадигми, а також розробка на її основі нової нелінійної теорії фінансових ринків, є тривалим процесом з безліччю проміжних етапів.

Розглянемо проблему управління нелінійними динамічними системами, оскільки для практичної реалізації управління системою валютних операцій комерційного банку необхідна методологічна основа.

Розвиток теорії динамічних систем зробив суттєвий внесок у розуміння походження хаотичності та дозволив зробити низку важливих відкриттів. Зокрема, було виявлено, наскільки типовим і загальним явищем є хаотична поведінка в системах із невеликою кількістю ступенів свободи. Хаотичні властивості можуть виявляти найрізноманітніші нелінійні системи, і якщо хаос не виявляється, то, можливо, він виникає в дуже малих областях параметричного простору або при нефізичних значеннях параметрів [122]. Отже, проблема прогнозування, спочатку з'явившись у фізичних системах, стала актуальною для сучасної економічної науки.

У зв'язку з цим останнім часом став інтенсивно розвиватися новий напрям у нелінійній динаміці (синергетиці), присвячений проблемам передбачуваності поведінки хаотичних систем, управління їх динамікою і можливості придушення хаосу. Дослідження показали, що цей підхід стосується безпосередньо економіки загалом і фінансових ринків зокрема [78].

Інтенсивні теоретичні та експериментальні дослідження хаотичних динамічних систем виявили їх несподівану й разом з тим визначну властивість: вони є податливими і надзвичайно чутливими до зовнішніх впливів [60; 167]. Завдяки цьому структура, що розвивається, характеризується спроможністю перейти в один з великої кількості можливих рівноправних станів. Проте, система, що еволюціонує, завжди виявляє тільки певну (задану) динаміку. Управління цим процесом може здійснюватися за допомогою слабких впливів, які й роблять вибір на користь того чи іншого конкретного стану. Таким чином, було виявлено можливість управління динамікою хаотичних систем, яка за допомогою досить слабких впливів реалізується у можливості переводити спочатку хаотичні системи з режиму хаотичних коливань на необхідний динамічний режим і тим самим стабілізувати їх поведінку [78].

Розвиток цих методів, а також знання закономірностей самоорганізації дає можливість впливати на діяльність вже наявних економічних систем і управляти їх динамікою, безпосередньо впливаючи за принципом акупунктури, тобто малих впливів, які здійснюються у потрібний час та у потрібному місці.

Необхідно зазначити, що подібні роботи є новим напрямком прогнозування валютного курсу на валютному ринку України. На сучасному етапі розвитку підходів до процесу моделювання валютного ринку та процесів, що з ними пов'язані, процесів управління валютними операціями банківських установ, моделювання валютних курсів може здійснюватися на основі різних теоретичних засад.

Непередбачуваність валютних ринків, несподівані стрибки цін та незрозумілі тренди зумовили потребу розробки нових методологічних підходів до економічного аналізу емпіричних даних, що характеризують стан валютних ринків. Аналіз цих підходів дає змогу запропонувати використання моделей та методів синергетики в дослідженні валютних ринків і прогнозуванні курсів валют, що є, на наш погляд, основою моделювання валютних операцій банківських установ.

Численні публікації з синергетики доводять, що валютні ринки є нелінійними системами й що класична теорія ринку не враховує цю нелінійність. Нова теорія ринків капіталу, що розвивається Е. Петерсом [135], з урахуванням нелінійних ефектів у випадках ринку акцій, облігацій та валюти, на нашу думку, є досить перспективним методологічним інструментом, що надає змогу провести якісний аналіз валютного ринку.

Найбільш цікавим додатком до теорії нелінійних систем є прогнозування динаміки породжених ними часових рядів. Побудову класичних економетричних моделей для нелінійних систем ускладнено величезною кількістю параметрів, які має бути включено в модель для адекватного опису системи, що призводить до неможливості моделювання з достатньою точністю, оскільки отримати самі вхідні дані є проблемою (див. розділ 2).

Однак існує інший підхід до моделювання, заснований на спостереженні за поведінкою динамічної нелінійної системи. При цьому змінна, що спостерігається, розглядається як функція від часу, за якою судять про процес у досліджуваній системі. Іншими словами, змінна, що спостерігається, є часовим рядом (для валютного ринку – це щоденний курс валют). Особлива обробка цієї змінної дає можливість з достатньою точністю зробити оцінку майбутнього

значення часового ряду, причому ця оцінка являє собою функцію тільки від попередніх значень ряду, що зумовлює особливий інтерес до таких методів у зв'язку з обмеженістю інформації про характеристики системи «валютний ринок». Отже, тільки на основі спостережень за системою є можливість відновити більшість її властивостей та спрогнозувати її поведінку в майбутньому.

В економічній теорії та теорії фінансових ринків до останнього часу панувало ньютонівське припущення, що система без впливу ззовні завжди прагне до рівноваги. Це припущення є основою теорії ефективного ринку.

Нова парадигма представляє ринки як складні, інтерактивні, адаптивні системи, які може бути досліджено з позицій синергетики, теорії хаосу та фракталів. Наявність процесів самоорганізації в таких системах призводить до необхідності дослідити саму систему, а не тільки зовнішні чинники, що впливають на неї.

Саме це зумовило пильний інтерес до аналізу фінансових часових рядів, який має високий прогностичний потенціал.

Фінансовий часовий ряд - це послідовність, що описує поведінку певного ринкового процесу, наприклад, змінювання курсу валют. Для аналізу такого ряду Е. Петерс пропонує використати теорію фракталів, яка дозволяє обмежитися розглядом двох характеристик: показника Херста (H) і фрактальної розмірності. Ці характеристики дозволяють описати властивості часового ряду, які викликають його зміни, а отже, дають змогу спрогнозувати майбутню динаміку валютного курсу та впритул підійти до побудови прогнозу величини валютного курсу певної грошової одиниці.

Показник Херста (H) завдяки своїй сталості має широке застосування при аналізі різноманітних часових рядів. Він містить мінімальні припущення щодо системи, що вивчається, та має класифікуючі властивості, оскільки надає змогу відрізнити випадковий ряд від не випадкового, навіть якщо випадковий ряд не є гауссівським (тобто не нормально розподілений).

Зокрема, Е. Петерс довів правомірність поширення методу Херста вивчення часових рядів природних явищ на часові ряди на фі-

нансових ринках. Доказом стали численні дослідження ринків акцій, облігацій і валют, що довели їх фрактальність та відповідно необхідність використання інструментів нелінійної динаміки для опису, пояснення й прогнозування процесів, що відбуваються на них.

Слід зазначити, що сьогодні метод Херста прийнято називати «методом нормованого розмаху», або «методом R/S-аналізу». Застосування R/S-аналізу дає змогу виявити фрактальні структури та неперіодичні цикли на валютних ринках [55; 135].

Детально розглянемо методику застосування R/S-аналізу. По-перше, при аналізі валютних ринків використовують логарифмічні прибутки, визначені таким чином [135, с. 107]:

$$S_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}}, \quad (3.1)$$

де S_t – логарифмічний прибуток у момент часу t (одиниця вимірювання – нат);

P_{t-1} – ціна валюти в момент часу $t - 1$;

P_t – ціна валюти в момент часу t .

Розмах, що використовується в R/S-аналізі, є накопиченим відхиленням від середнього на відміну від традиційно застосовуваної дисперсії. Логарифмічні прибутки складаються в накопичений прибуток, чого не можна сказати про відсоткові зміни. Це пояснює, чому логарифмічні прибутки більш підходять для аналізу валютних ринків, ніж відсоткові зміни цін, що широко використовуються у класичному аналізі.

Застосування методу нормованого розмаху починають з невеликих приростів, які отримують у результаті розподілу усього досліджуваного часового інтервалу на N незалежних відрізків. Оскільки ці N -періоди не перекриваються, спостереження виявляються незалежними, що дає можливість використовувати методи статистичного аналізу.

Наступним кроком застосування R/S-аналізу є обчислення нормованих розмахів, або R/S-значень, на кожному з N -інтервалів, які показують співвідношення сили тренда та рівень шуму.

Під шумами розуміються випадкові збурення, що спотворюють реальний вигляд тренда (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Види шуму, що спотворюють реальний вигляд тренда

Вид шуму	Характеристика
Білий	Звуковий шум, аудіоеквівалент броунівського руху – безладні звуки, шипіння, свист
Той, що спостерігається (або динамічний, системний)	Розходження між істинною величиною в системі та величиною, що спостерігається. Це відбувається через неточність вимірювань
Фрактальний	Шум, який не повністю незалежний від попередніх величин. Візуальне спостереження фрактального шуму дає можливість визначити наявність фрактальних структур у фінансовому часовому ряді

Чим вище H , тим менше шуму, тим сильніше виражений тренд.

Для застосування методу R/S-аналізу виникла необхідність поновому визначити значення варіаційного розмаху. Розглянемо як це робиться при застосуванні R/S-аналізу [135, с. 87]:

$$X_{i,N} = \sum_{u=1}^t (S_u - M_N), \quad (3.2)$$

де X_i , N – накопичене відхилення за N періодів (одиниця вимірювання – нат),

S_u – прибуток за день u , $S_u = \ln \frac{P_u}{P_{u-1}}$;

M_N – середнє S_u за період N .

Тоді розмах визначається як різниця між максимальним й мінімальним рівнями за формулою [110, с. 107]:

$$R = \text{Max}(X_{t,N}) - \text{Min}(X_{t,N}), \quad (3.3)$$

де R – розмах відхилення X (одиниця вимірювання – нат);

$\text{Max}(X)$ – максимальне значення для X ;

$\text{Min}(X)$ – мінімальне значення для X .

Для порівняння різних типів часових рядів необхідно розділити цей розмах на стандартне відхилення початкових спостережень. Та-

ким чином отримують «нормований розмах», який (як видно з рівнянь (3.1), (3.2), (3.3) згодом має збільшуватися.

Наступне співвідношення, введене Х. Херстом, дає кількісне вираження нормованого розмаху [135, с. 107]:

$$\frac{R}{S} = (a \times N)^H, \quad (3.4)$$

де $\frac{R}{S}$ – нормований розмах;
 N – кількість спостережень;

a – константа, що визначається емпіричним шляхом і є відображенням специфічних властивостей валютного ринку;

H – показник Херста.

Головною метою проведення R/S-аналізу є отримання значення показника Херста (H), оскільки саме він дозволяє перевірити, чи є валютний ряд наслідком випадкового блукання або наслідком зміщеного випадкового блукання. Іншими словами, класифікуюча функція показника Херста виражається в тому, що його значення дозволяють визначити властивості досліджуваного валютного ряду.

Якщо показник H дорівнює 0,50, то ряд являє собою випадкове блукання й повністю відповідає законам статистичної механіки, коли спостереження є незалежними, а розмах накопичених відхилень має збільшуватися пропорційно квадратному кореню з часу N .

Коли H відрізняється від 0,50, то це означає, що спостереження не є незалежними, тобто кожне спостереження несе пам'ять про всі попередні події. Існує так звана «довготривала пам'ять», яка теоретично зберігається назавжди. Причому недавні події мають вплив більший, ніж події віддалені, але залишковий вплив цих останніх завжди відчутний. На проблему наявності довготривалої пам'яті особливу увагу звертав І. Пригожин [99; 120], акцентуючи увагу на необхідності включення цього явища, названого ним «стріла часу», до аналізу динамічних систем.

У довготривалому масштабі система, для якої показник Херста не дорівнює 0,50, є результатом потоку взаємопов'язаних подій. Те,

що трапляється сьогодні, впливає на майбутнє. Те, де ми знаходимося тепер, визначається тим, де ми були в минулому. Час і початкові умови виявляються важливими чинниками. Асиметрія між минулим і майбутнім – це важливе питання, яке було та продовжує залишатися предметом жвавого обговорення. Прогноз майбутнього відрізняється від відновлення ходу подій заднім числом. Якби цією відмінністю все й обмежалося, то нам не залишалося б нічого іншого, як прийняти суб'єктивну інтерпретацію безповоротності, оскільки відмінність між минулим і майбутнім виявилася б залежною тільки від нас [147].

Включення «стріли часу» у нелінійну модель прогнозування неможливе у стандартній економетриці, яка передбачає ряди інваріантними відносно часу. На противагу цьому останні дослідження показують, що час – ітеративний процес [72; 183; 186; 202].

З'ясувалося, що ступінь впливу минулих подій на майбутні можна виразити кількісно. Цю можливість може бути реалізовано завдяки розвитку теорії фракталів. Е. Петерс запропонував коефіцієнт кореляції, що показує залежність міри впливу теперішнього часу на майбутнє від внутрішніх властивостей системи [135, с. 88]:

$$C = 2^{2H-1} - 1, \quad (3.5)$$

де C – міра кореляції;

H – показник Херста.

Оскільки показник Херста змінюється у межах від нуля до одиниці, співвідношення, надане у формулі (3.5), показує, що при $H = 0,50$ кореляція дорівнює нулю, це відповідає гіпотезі ефективного ринку, коли відсутній вплив минулого на майбутнє. За умови, що H не дорівнює 0,50 існує залежність майбутніх подій від теперішніх.

Виявлена Х. Херстом статистика H привернула пильну увагу економістів, які вивчають валютні ринки з огляду на те, що, якщо ринки капіталу утворюють статистики Херста (а це доведено в [55; 135; 159]), то їх імовірнісні розподіли не є нормальними. Це означає, що використання методів традиційної математичної статистики, заснованих на законі нормального розподілу, неможливо застосовувати.

Зокрема Л. Е. Басовський відзначає необхідність перевірки закону розподілу перед застосуванням статистичних методів за дослідження економічних процесів та побудови прогнозів [24, с. 50], оскільки застосування класичних методів кількісного аналізу виявляється непридатним для умов, коли досліджуваний валютний ринок не можна віднести до закону нормального розподілу.

Розроблений алгоритм оцінки показника Херста наведено на *рис. 3.1*.

Перший крок цього алгоритму – введення вхідних даних моделі, у якості яких використовують щоденні курси валют, сформовані на УМВР за період з 01.01.1996 по 31.12.2006 рр.

Другий крок передбачає розрахунок одноденних логарифмічних прибутків $S_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}}$, які, як було зазначено вище, використовують у R/S-аналізі замість поширеної у класичному аналізі зміни процентної динамки ціни валюти.

Третій крок алгоритму становить апріорний вибір дослідника $N_{\min} \leq N_k \leq N_{\max}$, тобто довжини часових інтервалів, на які розбивається інтервал часу, за який досліджується часовий ряд валютних курсів. Цей інтервал вже обраний на першому етапі алгоритму (01.01.1996 – 31.12.2006), $N_{\min}$ дорівнює 1 місяцю, який є адекватним для вивчення часового ряду, що складається зі 120 місяців. Таким чином, спочатку проводяться розрахунки $N_1 = N_{\min} = 1$ міс., $N_{\max}$ не може бути довшим за весь досліджуваний інтервал (01.01.1996 – 31.12.2006), але проводити оцінку показника Херста H на всьому інтервалі недоцільно, бо, як відзначає Е. Петерс, «...оцінювати H для повного діапазону N було б неправильно з огляду на те, що ряд має кінцеву пам'ять та починає слідувати випадковим блуканням» [110, с. 108]. Саме тому в дослідженні було обмеження – $N_{\max} = 6$ місяців.

Четвертий етап алгоритму – розрахунок кількості часових періодів m_k для обраного N_k , що проводиться за формулою:

$$m_K = \left[T / N_k \right], \quad (3.6)$$

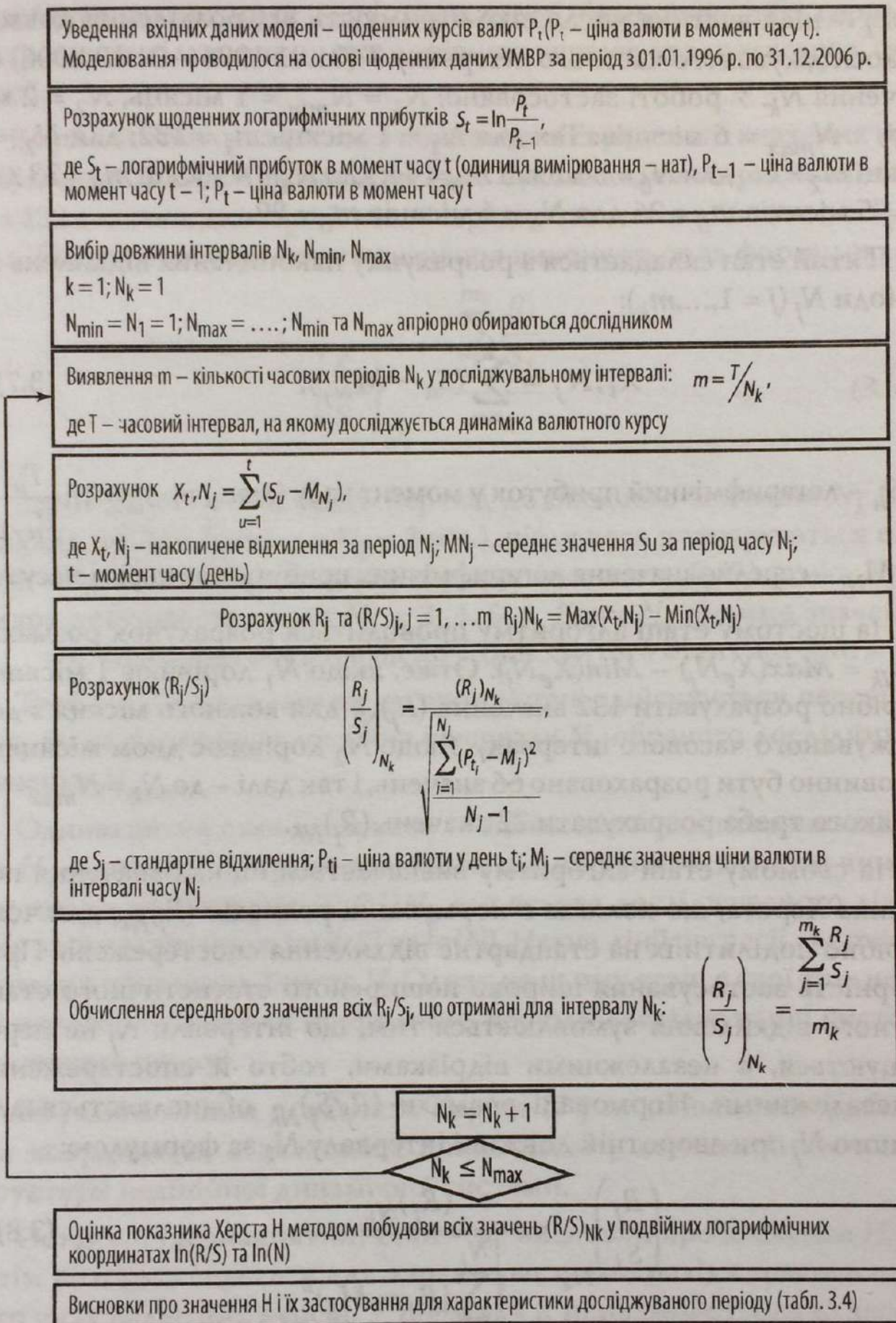


Рис. 3.1. Алгоритм оцінки значення показника Херста H

де m_k – ціла частина числа, яке отримують від розділення довжини досліджуваного часового інтервалу T (01.01.1996 – 31.12.2006) на значення N_k . У роботі застосовано: $N_1 = N_{min} = 1$ місяць, $N_2 = 2$ місяці, ... $N_{max} = 6$ місяців. Так для $N_1 = 1$ місяць $m_1 = 132$; для $N_2 = 2$ місяці $m_2 = 66$; для $N_3 = 3$ місяці $m_3 = 44$; для $N_4 = 4$ місяці $m_4 = 33$ для $N_5 = 5$ місяців $m_5 = 26$ для $N_6 = 6$ місяців $m_6 = 22$.

П'ятий етап складається з розрахунку накопичених відхилень за періоди N_j ($j = 1, \dots, m_k$):

$$X_{t, N_j} = \sum_{u=1}^t (S_u - M_{N_j}), \quad (3.7)$$

де S_u – логарифмічний прибуток у момент часу (день) u ; $S_u = \ln \frac{P_u}{P_{u-1}}$;

M_{N_j} – середнє значення логарифмічних прибутків за період часу N_j .

На шостому етапі алгоритму проводиться розрахунок розмахів $(R_j)_{N_k} = \text{Max}(X_{t, N_j}) - \text{Min}(X_{t, N_j})$. Отже, якщо N_1 дорівнює 1 місяцю, потрібно розрахувати 132 значення $(R_j)_{N_1}$ для кожного місяця з досліджуваного часового інтервалу. Якщо N_2 дорівнює двом місяцям, то повинно бути розраховано 66 значень, і так далі – до $N_k = N_{max} = 6$, для якого треба розрахувати 22 значень $(R_j)_{N_6}$.

На сьомому етапі алгоритму визначається оцінка значення показника Херста, що полягає в нормуванні розмахів $(R_j)_{N_k}$ для чого потрібно поділити їх на стандартне відхилення спостережень. Правомірність застосування широко поширеного статистичного стандартного відхилення зумовлюється тим, що інтервали N_j не перетинаються, є незалежними відрізками, тобто й спостереження є незалежними. Нормовані розмахи $(R_j/S_j)_{N_k}$ обчислюються для кожного N_j при зворотній довжині інтервалу N_k за формулою:

$$\left(\frac{R_j}{S_j} \right)_{N_k} = \frac{(R_j)_{N_k}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N_j} (P_{t_i} - M_j)^2 / (N_j - 1)}} \quad (3.8)$$

вираження знаменника – це стандартне відхилення (або середнє квадратичне відхилення), яке дорівнює кореню квадратному з дисперсії.

Восьмий етап складеться з обчислення середнього значення всіх R_j/S_j для дол. США. Так, для $N_k = 1$ міс. було знайдено середнє значення з 132 значень, для $N_k = 2$ міс. – середнє значення з 66 значень R_j/S_j і т. д. Розрахунок середнього значення виконується за формулою:

$$\left(\frac{R_j}{S_j} \right)_{N_k} = \frac{\sum_{j=1}^{m_k} \frac{R_j}{S_j}}{m_k}. \quad (3.9)$$

Дев'ятий етап становить перехід до більшого значення N_k (наприклад, усі $N = 1$ міс., до $N_k = 2$ міс.), після чого повторюються етапи 4 – 8, тобто обчислюється середнє значення (R_j/S_j) 2 міс. Процедура повторюється для $N_k = 3, 4, 5, 6$. Коли N_k прийме значення $N_{max} = 6$, здійснюється перехід до одинадцятого етапу алгоритму.

Треба відзначити, що на десятому етапі здійснюється перевірка того, чи не перевищує довжина інтервалу N_k обраного дослідником значення N_{max} .

Одинадцятий етап алгоритму – оцінка значення показника Херста H – становить окреме завдання, яке вирішується таким чином: сукупність розрахунків $(R_j/N_j)N_k$ для всього досліджуваного діапазону часу дає регресію $\ln(R/S)$ на $\ln(N)$. Нахил лінії регресії дає оцінку значення показника Херста H . Однак на цьому етапі є свої труднощі, які виражені у пошуку природного періоду досліджуваної системи (валютного ринку).

Візуальна оцінка показника Херста H у подвійних логарифмічних координатах є важливим показником у контексті виявлення структури нелінійної динамічної системи.

Останній (дванадцятий) етап – це висновки про значення H , що потім використовується для характеристики досліджуваного часового ряду валютних курсів. У Додатку К продемонстровано засоби характеристики ряду за допомогою показника Херста H .

Перехід від нормального розподілу ймовірностей до розподілу Херста виникає таким чином: зміщення генерується інвесторами, які реагують на поточну економічну ситуацію. Це зміщення продовжується доти, поки не з'явиться нова випадкова інформація та не змінить зміщення за величиною або напрямком.

Розглянемо оцінку показника Херста. Для її отримання потрібно прологарифмувати співвідношення (3.10):

$$\log(R/S) = H \times (\log(N) + \log(a)). \quad (3.10)$$

Ця оцінка вельми показова у плані методології пошуку значення H на основі емпіричних даних та належать до одинадцятого етапу алгоритму пошуку значень H . Фактично для знаходження H необхідно в подвійних логарифмічних координатах знайти нахил R/S як функцію від N (що буде продемонстровано в п. 3.2 за проведення R/S -аналізу сформованого курсу на УМВР гривні до долара США). При цьому потрібно звернути увагу на досить важливий факт: оцінка H не пов'язана з будь-якими припущеннями відносно розподілу ймовірностей, що лежить в основі часового ряду. Це дозволяє розширити й узагальнити класичну економічну теорію, що включала до себе лише нормальні розподіли.

Для дуже великої кількості спостережень N можна чекати наближення ряду до величини $H = 0,50$, оскільки ефект пам'яті зменшується до того рівня, коли він стає непомітним. Іншими словами, у разі довготривалих спостережень можна очікувати, що його властивості стануть невід'ємними від властивостей простого випадкового блукання, оскільки ефект пам'яті розсіюється. Регресія в цьому випадку повинна виконуватися до того, як H наблизиться до 0,5, оскільки кореляційна міра (3.5) незастосовна до всіх без винятку приростів.

Кореляційна міра (3.5) не має відношення до автокореляційної функції гауссівських випадкових змінних, яка передбачає гауссівські, або майже гауссівські, властивості, що лежать в основі розподілу. Автокореляційна функція найкраще працює в певній короткостроковій залежності, однак має тенденцію зменшувати довгострокові кореляції в негауссівських рядах. Повне математичне обґрунтування цього феномена представлено в роботі Б. Мандельброта [247].

Іншим важливим методологічним моментом є те, що метод нормованого розмаху (R/S -аналіз) дозволяє визначити середню довжину циклу системи за графічними зображеннями фрактального часового ряду. В термінах нелінійної динаміки систем середня довжина циклу є часом, після закінчення якого втрачається пам'ять про початкові умови, тому, коли ряд стає хаотичним, можна говорити про завершення циклу (періоду) системи.

Крім того, оцінити H можна за допомогою емпіричного закону Херста, отриманого внаслідок аналізу великої кількості експериментальних спостережень. Для коротких часових рядів, де регресія неможлива, цей емпіричний закон може бути використано як розумне наближення, однак потрібно враховувати, що при H більше 0,7 таке співвідношення ще більше перебільшить H , а при H менше 0,4 – зменшить.

Оцінка величини H за значенням R/S -аналізу, чого й треба досягти, є метою 12 етапу алгоритму. Отже, емпіричний закон Херста має вигляд:

$$H = \frac{\log(R/S)}{\log(n/2)}, \quad (3.11)$$

де n – кількість спостережень (передбачається, що константа a за співвідношенням формули (3.4) дорівнює 0,50) [135].

Розглянемо співвідношення фрактальної розмірності й H , що є корисним для візуального аналізу фінансових часових рядів (наприклад, динаміки курсів валют).

Зазначимо, що візуалізація H , як і візуалізація взагалі, сьогодні є важливим інструментом у аналітичній роботі, з чим пов'язане виникнення цілої наукової дисципліни – іконіки. Наявність комп'ютерних технологій дозволяє проводити іконологічне моделювання, призначене для дослідження багатфакторних нелінійних динамічних систем, яким притаманна складна або хаотична поведінка. Іконологічне моделювання може здійснюватися найпростішими способами (наприклад, за допомогою Excel) або за допомогою спеціальних пакетів програм. Дослідження валютних ринків (зокрема, рядів валютних курсів) можна провести методом побудови

кривих фрактального шуму та оцінювати їх за допомогою концепції фрактальної розмірності, чим і зумовлено необхідність обговорити методологію та методику цього методу.

Як вже зазначалося вище, термін «фрактал» означає множину, величина якої не є цілим числом. Фрактальна величина часового ряду, або ряду накопичених змін при випадковому блуканні, дорівнює 1,50. Фрактальна величина кривої лінії дорівнює 1, а фрактальна величина геометричної площини дорівнює 2. Фрактальну величину D може бути розраховано виходячи із залежності збільшення «величини» об'єкта S від збільшення лінійних розмірів L . $D = \log(S)/\log(L)$. Для лінії $D = \log(2)/\log(2) = 1$. Для площини $D = \log(4)/\log(2) = 2$. Оскільки часові ряди зображуються на площині, їх фрактальна розмірність лежить між кривою лінією й площиною, тобто між 1 та 2.

Показник Херста для часових рядів може бути перетворений у фрактальну величину за допомогою формули [55]:

$$D = 2 - H. \quad (3.12)$$

Таким чином, якщо $H = 0,50$, то фрактальна величина $D = 1,50$. Обидві величини характеризують незалежну випадкову систему. Величина $1 < H < 0,50$ буде відповідати фрактальній величині, яка більш близька до кривої лінії. Це, за термінологією Херста, персистентний часовий ряд, що дає більш гладку, менш зазублену лінію, ніж випадкове блукання. Антиперсистентна величина H ($0 < H < 0,50$) дає більш високу фрактальну розмірність і більш уривчасту лінію, ніж випадкове блукання, отже, характеризує систему, як більш схильну до змін. Усе вищезазначене доводить, що навіть тільки візуальний аналіз часового ряду може пояснити багато притаманних йому властивостей.

І нарешті, останнє методологічне питання, яке необхідно з'ясувати – це обґрунтованість оцінки показника Херста H . Існує простий тест, який дозволяє перевірити, чи дійсно досліджуваний валютний ряд є фрактальним та чи дійсно H відрізняється від 0,5.

Щоб пересвідчитися в обґрунтованості отриманих результатів, потрібно виконати тест на перемішування даних і повторно обчислити показник Херста. Якщо змінні ряду дійсно є незалежними ве-

личинами, то H не зміниться, оскільки був відсутній ефект довготривалої пам'яті, що проявляється у формі кореляції між змінними.

Якщо після перемішування даних показник Херста змінив своє значення, то це означає, що внаслідок перемішування даних було зламано структуру часового процесу. Іншими словами, наявна довготривала пам'ять.

Таким чином, R/S -аналіз проводиться для отримання у першу чергу показника Херста H , який дозволяє класифікувати валютні ряди на персистентні (трендостійкі), випадкові та антиперсистентні. Якщо виявляється, що показник $H \neq 0,5$, треба пересвідчитися в обґрунтованості отриманих результатів за допомогою змішування даних з подальшим проведенням R/S -аналізу. Але візуальний аналіз фрактального шуму інколи дає досить показові результати, що дає змогу дослідникам бути впевненими в отриманих результатах. Для прогнозування динаміки часового валютного ряду необхідно виявити так званий «природний тренд», який показує час впливу інформації на валютний ринок, тобто він відображає час впливу, коли триває ефект «довготривалої пам'яті».

Форма природного тренду повторюється постійно, змінюються тільки розміри коливань. Завдяки цьому й з'являється можливість прогнозування динаміки часових рядів.

3.2. Оцінка адекватності фрактальної природи валютного ринку України

Як було доведено у другому розділі роботи, значна частина емпіричних даних свідчить, що фінансові, в тому числі й валютні, ринки є нелінійними динамічними системами [135]. Традиційні методи, що не враховують нелінійні ефекти розвитку валютних ринків, як показує практика, поступово витісняються новими методами аналізу, які в цей час перебувають у стадії становлення – розробки, випробування, верифікації.

Тому надзвичайно важливо з'ясувати: чи є валютний ринок України нелінійною динамічною системою, для дослідження якої

дійсно потрібні нові методи. Іншими словами, виникає необхідність перевірити гіпотезу про фрактальність валютного ринку України.

Як емпіричний матеріал для перевірки цієї гіпотези залучено фактичні дані щоденних цін долара США, сформованих на УМВР за період з 04.01.1996 по 31.12.2006 рр.

Для перевірки гіпотези ми обрали метод нормованого розмаху (R/S -аналіз). Застосування цього методу зумовлене, перш за все, тим, що він довів свою ефективність як за аналізу ринків валюти, так і ринків акцій та облігацій [135]. Але до останнього часу не було спроб перевірити гіпотезу фрактальності валютного ринку України за допомогою використання R/S -аналізу.

Методика проведення R/S -аналізу передбачає перевірку факту, який свідчить про те, що часові ряди курсів валют на українському валютному ринку не відповідають закону нормального розподілу, бо в іншому разі немає сенсу відмовлятися від традиційних методів статистичного аналізу. Підтвердження гіпотези про фрактальність ринку дозволить виявити необхідність розробки та впровадження у практику фінансового аналізу нових методів нелінійної динаміки, у тому числі й методу нормованого розмаху, який ще називають R/S -аналізом.

Як відомо, перевірка нормальності розподілу здійснюється за допомогою тесту Колмогорова – Смірнова, або шляхом візуального порівняння розподілу величини (у даному випадку – значень ціни долара США, встановлених на УМВР), що досліджується за гауссівською кривою.

Тест Колмогорова – Смірнова (як і візуальне зіставлення реального розподілу з нормальним) дає можливість перевірити, чи відповідає реальний розподіл валютних курсів нормальному закону розподілу. Теоретичною функцією розподілу в нашому випадку виступає нормальний закон, емпіричною – значення ціни долара США, встановленої на УМВР.

У результаті виконання обчислювальних процедур тесту Колмогорова – Смірнова отримано дані, які відображено в *табл. 3.2*. Двостороння значущість (*2-tailed p*) – імовірність в умовах гіпотези випадково перевершити вибіркове значення статистики, що фіксує відмінність розподілу від заданого – дорівнювала нулю. Це дозволяє

зробити висновок про наявність істотних відмінностей між розподілом курсів купівлі та продажу долара від нормального розподілу.

Таблиця 3.2

**Перевірка нормальності розподілу щоденних цін долара США,
встановлених на УМВР, з використанням критерію
Колмогорова – Смірнова**

Ціна валюти	Параметри нормального розподілу		Max D	Значущість
	середнє значення	стандартне відхилення		
N				
2950	4,343	1,418	0,319670	$p < ,01$

Як показано вище, під час дослідження процесів, що відбуваються на валютному ринку, доцільно використовувати логарифми валютних курсів, розподіл яких зазвичай вважають близькими до нормального.

Істотність відмінностей між нормальним та реальним розподілами збереглася (табл. 3.3), що підтверджує необхідність та обґрунтованість використання нових інструментів фінансового аналізу, в основі обчислювальних процедур якого не закладено припущення про нормальність розподілу досліджуваної величини (у нашому випадку – припущення про нормальність розподілу валютних курсів).

Таблиця 3.3

**Перевірка нормальності розподілу одnodенних логарифмічних
прибутків з використанням критерію Колмогорова – Смірнова**

Логарифмічні прибутки	Параметри нормального розподілу		Max D	Значущість
	середнє значення	стандартне відхилення		
N				
2949	0,000352	0,004885	0,320028	$p < ,01$

Рис. 3.2 і 3.3 також чітко демонструють, що емпіричні розподіли не є нормальними. Отримане графічне зображення логарифмічних прибутків завдяки високим пікам і товстим хвостам скоріш можна віднести до розподілу Парето.

Аналогічні результати було отримано за дослідження фінансових ринків інших країн. Так, Е. Петерс зазначає, що «дослідження доводять те, що прибутки американських ринків капіталу не підлягають

нормальному розподілу. Але якщо ринкові прибутки не є нормально розподіленими, то безліч методів статистичного аналізу, зокрема такі методи діагностики, як коефіцієнти кореляції, t-статистики, можуть дати помилкові результати. Застосування випадкового блукання до ринкових цін також стає сумнівним» [135, с. 48].

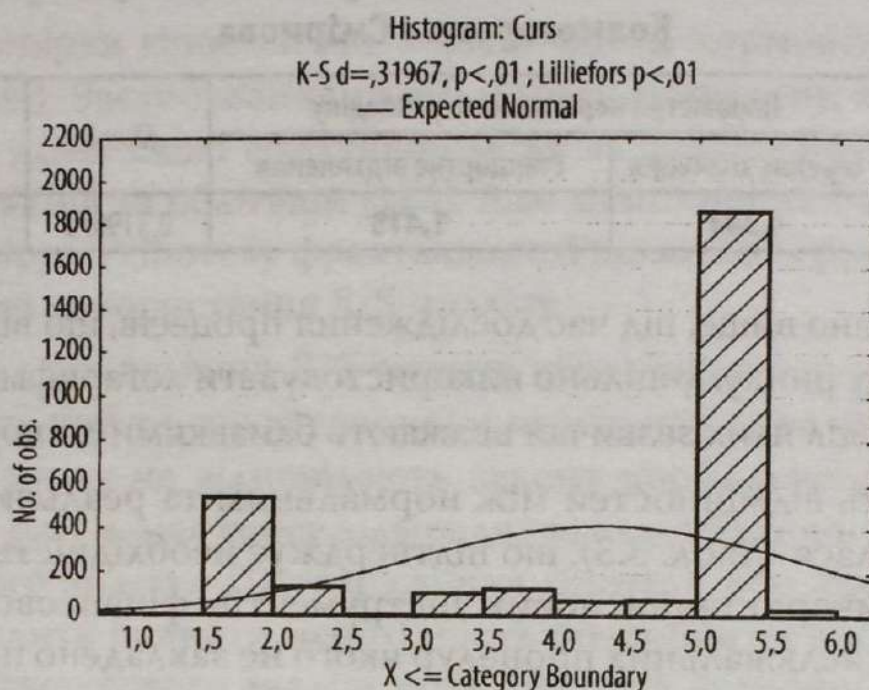


Рис. 3.2. Частотний розподіл щоденних курсів долара США, встановлених на УМВР, та нормальний розподіл

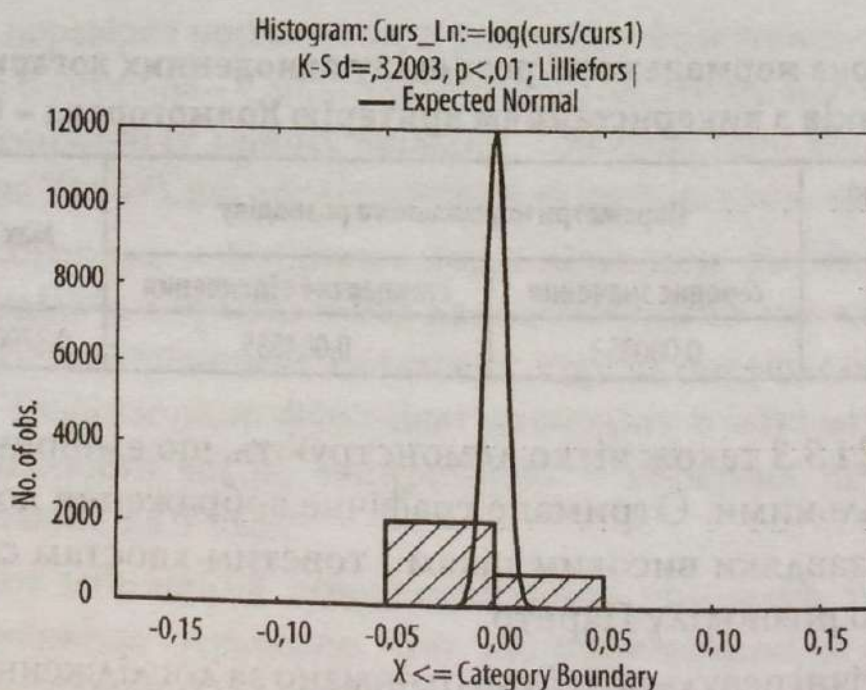


Рис. 3.3. Частотний розподіл ододенних логарифмічних прибутків курсів долара США, встановлених на УМВР, та нормальний розподіл

Цей факт переконує в необхідності звернення до моделей, заснованих на теорії синергетики, зокрема до методу нормованого розмаху (R/S -аналізу), для пошуку фрактальних структур і неперіодичних циклів на ринку валют. Теоретико-методологічні засади цього методу викладено у п. 3.1 нашого дослідження.

Згідно з алгоритмом оцінки показника Херста H та алгоритмом, що представлено на рис. 3.1, після введення даних та розрахунку логарифмічних прибутків проводимо цикл розрахунків для одномісячних інтервалів, кількість яких дорівнює 132.

Таблиця 3.4

Значення нормованих розмахів одномісячних інтервалів часового періоду з 01.01.96 р. по 31.12.06 р.

№ інтервалу	R_j/S_j , $j=1,2,\dots,132$	№ інтервалу	R_j/S_j , $j=1,2,\dots,132$	№ інтервалу	R_j/S_j , $j=1,2,\dots,132$
1	2	3	4	5	6
1	7,311365	45	8,228501	89	6,902812
2	6,546279	46	5,32885	90	24,66649
3	7,292505	47	6,179225	91	4,59625
4	6,694676	48	8,394537	92	3,780467
5	4,549198	49	7,214268	93	3,24037
6	4,877909	50	8,816912	94	4,702046
7	6,075002	51	6,969559	95	2,841185
8	3,918741	52	7,626044	96	22,97134
9	4,364358	53	7,941745	97	5,117645
10	5,209914	54	8,106814	98	3,448998
11	8,699393	55	6,210709	99	4,45893
12	6,126408	56	4,214526	100	5,860929
13	6,466162	57	4,425845	101	4,879536
14	6,217008	58	7,166096	102	7,028968
15	5,100286	59	5,225901	103	4,545523
16	4,640518	60	5,843369	104	3,863481
17	4,513983	61	4,245703	105	4,613187

Закінчення табл. 3.4

1	2	3	4	5	6
18	4,158546	62	4,98284	106	6,21509
19	0	63	5,637345	107	5,823357
20	3,162278	74	5,028389	108	5,105118
21	5,011098	65	5,786136	109	3,174199
22	4,518509	66	7,546265	110	4,205646
23	4,50861	67	4,762486	111	3,204106
24	8,731839	68	6,660689	112	5,078351
25	5,704678	69	8,373313	113	3,844412
26	8,344205	70	6,586858	114	2,95185
27	8,21532	71	7,654792	115	3,842473
28	4,982835	72	8,166769	116	3,457998
29	5,499511	73	5,184358	117	3,658802
30	6,809863	74	5,246726	118	3,871598
31	6,391672	75	5,106358	119	6,394048
32	6,375698	76	7,038627	120	4,24566
33	5,133078	77	5,739529	121	3,686857
34	8,923746	78	4,520571	122	5,202772
35	4,248529	79	27,67366	123	3,986082
36	0	80	3,466301	124	5,412031
37	0	81	4,939673	125	3,430219
38	9,193925	82	6,115743	126	3,611836
39	6,454477	83	5,10252	127	4,08957
40	6,703739	84	26,22628	128	2,405693
41	5,790945	85	4,216109	129	3,178601
42	8,883281	86	4,196857	130	3,569117
43	9,840519	87	3,614784	131	4,732908
44	8,017985	88	5,765047	132	4,859991
Середнє значення нормованих розмахів за 132 одномісячними інтервалами			$(R/S)_{N1} = 6,0034$		

Продовжуючи підрахунок за цією схемою для $N = 2, 3, 4, 5$ та 6 місяців (див. табл. 3.5 – 3.9), отримуємо набір $(R/S)_{Nk}$ -значень, на основі якого обчислюємо регресію $\ln(R/S)$ на $\ln(N)$.

Таблиця 3.5

Значення нормованих розмахів двомісячних інтервалів часового періоду з 01.01.96 р. по 31.12.06 р.

№ інтервалу	R_j/S_j , $j=1,2,\dots,66$	№ інтервалу	R_j/S_j , $j=1,2,\dots,66$	№ інтервалу	R_j/S_j , $j=1,2,\dots,66$
1	17,48511	23	12,22626	45	11,99974
2	8,904062	24	14,51073	46	8,532877
3	9,997079	25	11,26147	47	6,492903
4	11,2312	26	11,73303	48	7,920417
5	11,29945	27	14,50248	49	7,252149
6	14,2925	28	12,67133	50	6,737548
7	9,408086	29	11,61782	51	11,55699
8	8,968551	30	9,395889	52	5,313801
9	7,70734	31	7,053913	53	11,70701
10	4,582576	32	8,527761	54	8,276138
11	8,302382	33	16,11392	55	5,035014
12	11,2597	34	8,339225	56	4,899499
13	14,37241	35	0,274422	57	4,500811
14	15,35119	36	12,695	58	5,085297
15	13,30573	37	9,085041	59	6,273566
16	9,69183	38	9,475634	60	6,408975
17	13,35762	39	9,629159	61	5,809922
18	6,40494	40	4,783316	62	6,649627
19	15,92236	41	7,3352	63	4,872519
20	17,28417	42	6,812438	64	4,110779
21	13,75744	43	6,597213	65	4,108129
22	16,36967	44	8,146939	66	5,603497
Середнє значення нормованих розмахів за 66 двомісячними інтервалами			$(R/S)_{N2} = 9,412$		

Таблиця 3.6

Значення нормованих розмахів тримісячних інтервалів часового періоду з 01.01.96 р. по 31.12.06 р.

№ інтервалу	R_j/S_j , $j=1,2,\dots,44$	№ інтервалу	R_j/S_j , $j=1,2,\dots,44$	№ інтервалу	R_j/S_j , $j=1,2,\dots,44$
1	17,67266	16	19,90109	31	12,03914
2	9,36198	17	16,11767	32	7,981261
3	15,31391	18	18,05828	33	9,285517
4	19,56259	19	12,60091	34	18,78939
5	12,78222	20	11,54582	35	6,035541
6	10,31043	21	11,36158	36	17,19821
7	13,78892	22	21,01483	37	5,523138
8	14,39076	23	11,18574	38	8,887448
9	19,10833	24	18,50325	39	6,769709
10	15,84427	25	12,03664	40	7,068439
11	17,22408	25	11,93692	41	7,054078
12	23,32674	26	6,084366	42	5,930342
13	24,30074	27	7,295678	43	5,622044
14	13,72906	28	9,32503	44	5,40058
15	19,96186	29	12,99103		
Середнє значення нормованих розмахів за 44 тримісячними інтервалами			$(R/S)N_3 = 12,96$		

Таблиця 3.7

Значення нормованих розмахів чотиримісячних інтервалів часового періоду з 01.01.96 р. по 31.12.06 р.

№ інтервалу	R_j/S_j , $j=1,2,\dots,33$	№ інтервалу	R_j/S_j , $j=1,2,\dots,33$	№ інтервалу	R_j/S_j , $j=1,2,\dots,33$
1	21,10367	12	21,613	23	12,17233
2	17,67338	13	20,3295	24	8,573234
3	24,21614	14	24,88086	25	10,48813
4	14,63252	15	15,40818	26	11,90172
5	11,99417	16	12,66468	27	28,37304

Закінчення табл. 3.7

1	2	3	4	5	6
6	13,95802	17	17,55959	28	7,972331
7	24,74859	18	23,4455	29	7,823742
8	15,33568	19	13,66973	30	8,826378
9	22,51847	20	14,17972	31	8,47958
10	33,18854	21	8,470566	32	6,738938
11	25,50046	22	14,38422	33	5,295883
Середнє значення нормованих розмахів за 33 чотиримісячними інтервалами			(R/S)N4 = 16,004		

Таблиця 3.8

Значення нормованих розмахів п'ятимісячних інтервалів часового періоду з 01.01.96 р. по 31.12.06 р.

№ інтервалу	Rj/Sj, j=1,2,...,102	№ інтервалу	Rj/Sj, j=1,2,...,102	№ інтервалу	Rj/Sj, j=1,2,...,102
1	22,13506	10	24,22671	19	11,77693
2	24,37181	11	29,88449	20	12,06616
3	19,25014	12	20,1658	21	13,46243
4	13,13062	13	12,64903	22	9,188899
5	18,10479	14	18,00593	23	9,18613
6	30,11111	15	20,45493	24	8,820387
7	24,83131	16	16,16589	25	7,293965
8	39,63891	17	7,757022	26	6,252418
9	27,35596	18	17,49304		
Середнє значення нормованих розмахів за 26 п'ятимісячними інтервалами			(R/S)N5 = 17,838		

Теоретично передбачається, що процес з довготривалою пам'яттю починається з нескінченно віддаленого минулого, але в будь-якій нелінійній системі завжди існує точка, де втрачається пам'ять про початкові умови. Ця точка «втрати» аналогічна кінцю природного періоду системи. Тривалість цієї пам'яті залежить від структури

нелінійної динамічної системи, яка породжує фрактальний часовий ряд. З цієї причини візуальна оцінка даних за подвійною логарифмічною кривою H дуже важлива.

Таблиця 3.9

Значення нормованих розмахів шестимісячних інтервалів часового періоду з 04.01.96 р. по 30.06.04 р.

№ інтервалу	R_j/S_j , $j=1,2,\dots,102$	№ інтервалу	R_j/S_j , $j=1,2,\dots,102$	№ інтервалу	R_j/S_j , $j=1,2,\dots,102$
1	26,7516	9	26,30219	17	29,81989
2	31,23636	10	25,50693	18	35,51255
3	17,24718	11	27,79726	19	10,26415
4	23,83219	12	24,62774	20	9,915276
5	35,8085	13	16,83194	21	8,004301
6	28,14798	14	10,60949	22	7,214931
7	45,91458	15	19,96708		
8	28,41811	16	15,54068		
Середнє значення нормованих розмахів за 22 шестимісячними інтервалами			$(R/S)N_6 = 22,967$		

Нижче наводяться результати регресійного аналізу середніх нормованих розмахів (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Результати регресійного аналізу

Параметр	Значення	Стандартне відхилення	t-критерій	Значущість
Intercept	1,767105	0,039547	44,68332	0,000002
N	0,726784	0,031579	23,01471	0,000021

Таким чином, регресія логарифму середніх нормованих розмахів $(R/S)_{N_k}$ значення яких представлено в табл. 3.4 – 3.9 за логарифмом довжини інтервалів N , на які розбивається досліджуваний часовий ряд валютних курсів, має такий вигляд:

$$\ln(R/S) = 1,7671 + 0,7268 \times \ln(N). \quad (3.13)$$

Ми отримуємо оцінку показника Херста H , що дорівнює 0,7268. Це свідчить про те, що курс американського долара, встановлений на УМВР, є персистентним (трендостійким) з $H > 0,5$, що, у свою чергу, підтверджує необхідність застосування нелінійних методів за аналізу динаміки валютних ринків.

Відповідно до рівняння (3.13), нахил лінії регресії дасть оцінку для показника Херста H у подвійних логарифмічних координатах для курсів американського долара, який встановлений на УМВР (рис. 3.4).

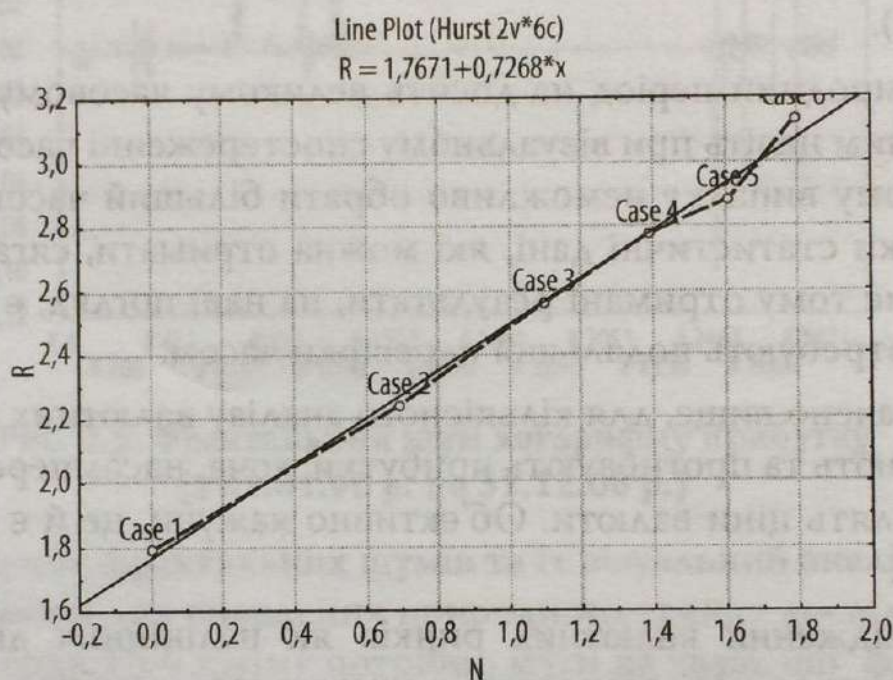


Рис. 3.4. Графічне зображення регресійної оцінки показника Херста за курсом дол. США до гривні, встановлений на УМВР, у подвійних логарифмічних координатах

Персистентний часовий ряд має довгу пам'ять і відповідає трендам. Якщо значення ряду збільшувалися у попередній період, то існує велика ймовірність, що вони будуть продовжувати збільшуватися і в наступний період.

У процесі дослідження економічних процесів дослідник обмежений відносно коротким періодом, який містить у собі різноманітні явища ринків.

Вважається, що, маючи достатню кількість даних, можна визначити природний період системи. Як доповнення до цього, теорія ха-

осу стверджує, що достатньо даних десяти циклів. Якщо ми можемо оцінити довжину циклу, то тоді буде достатньо використати його як елемент фрактальної структури (фракталу) для прогнозування поведінки загального курсу як сукупності адекватних даних.

У дослідженні, як було зазначено вище, вивчався часовий ряд валютних курсів тривалістю 11 років, що підтверджує відповідність вимогам фрактальної структури. Теорія хаосу та динамічних систем рекомендує досліджувати більш тривалі часові ряди (для виявлення природного циклу динамічної системи, наприклад, динаміки валютного ринку).

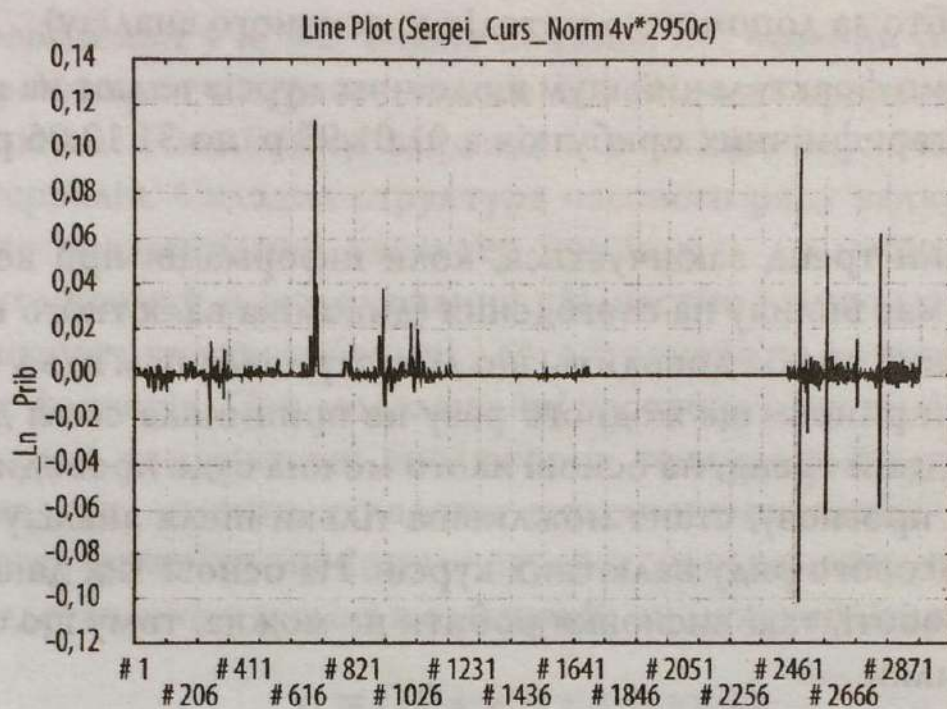
Цей природний період на досить великому часовому інтервалі стає помітним навіть при візуальному спостереженні часового ряду. Але в нашому випадку неможливо обрати більший часовий інтервал, оскільки статистичні дані, які можна отримати, сягають січня 1996 р. Саме тому отримані результати, на наш погляд, є цікавими, але вони потребують подальшої перевірки часом.

Як зазначено вище, для кількісного аналізу валютних ринків завжди обирають та прогнозують прибутки, хоча, насамперед, дослідників цікавлять ціни валюти. Об'єктивно кажучи, це й є прогнозуванням цін.

За дослідження валютних ринків як нелінійних динамічних систем вводяться нові стандарти, оскільки самі прибутки не є придатною трансформацією цін за дослідження таких систем. Регресія логарифму прибутку, або нормованого розмаху на час або довжину інтервалу, дозволяє побудувати тренди досліджуваного ряду, тобто вилучити з цього ряду тренд експоненціального зростання у часі (що фактично робиться у R/S -аналізі). Однак візуальний аналіз часових валютних рядів можна проводити завдяки графічному представленню логарифмів спостережень (щоденних валютних курсів), логарифмічних прибутків або накопичених логарифмічних прибутків.

Прогноз, що робиться за допомогою методу нелінійної динаміки, засновано саме на виявленні природного тренда, який є фрактальним фрагментом та повторюється з часом. R/S -аналіз досліджуваного валютного ряду підтвердив, що він є фракталом (оскільки показник Херста H дорівнює 0,8). Цей результат доводить правомір-

ність пошуку природного тренда в хаосі змін валютного курсу. Цей пошук проводиться за допомогою візуального аналізу зображень фрактального шуму (рис. 3.5).



**Рис. 3.5. Фрактальний шум логарифму прибутку
(з 01.01.96 р. по 31.12.06 р.)**

Зображення фрактальних шумів та їх візуальний аналіз створюють передумови для виявлення природного тренда досліджуваного валютного ряду. При цьому потрібно мати на увазі, що фрактальна величина кривої лінії дорівнює 1, а фрактальна величина геометричної площини дорівнює 2. Оскільки часові валютні ряди зображуються на площині, їх фрактальна величина лежить між кривою лінією й площиною, тобто між 1 та 2.

У науковій літературі зазначається, що фрактальна величина показує, як «форма або часовий ряд заповнюють простір» [135; с. 248]. Але слід відзначити, що спосіб цього заповнення детермінується тим фактором, який визначає його формування. Цим обумовлене використання фрактальної величини та показника Херста у процесі дослідження часових валютних рядів, що має бути корисним завдяки дослідженню про детермінованість валютного ряду зовнішніми факторами. Зауважимо, що повністю детермінований ряд у графічному вигляді – це крива, випадковий ряд являє собою зазубрену криву.

Аналіз значення фрактальної величини, яка дорівнює 0,8, дозволяє стверджувати, що валютний ряд сильно детермінований зовнішніми факторами, але йому притаманні й свої закони, які ніяким чином не може бути виявлено за допомогою аналізу цих зовнішніх факторів (тобто за допомогою методів класичного аналізу)

Розглянемо фрактальний шум щоденних курсів валют на підставі аналізу логарифмічних прибутків з 01.01.96 р. по 31.12.06 р. (див. рис. 3.5).

Природний тренд закінчується, коли інформація про колишні події вже не має впливу на сьогодення (динаміка валютного курсу). Але проведений аналіз доводить, що довготривала пам'ять у системі «валютний ринок» ще жодного разу не припиняла своєї дії. Виявити природний тренд, на основі якого можна буде проводити обґрунтування прогнозу, стане можливим тільки після аналізу більш тривалого часового ряду валютних курсів. На основі тих даних, що наведено в роботі, такі висновки робити не можна, тому що є можливість помилки.

З іншого боку, виявлений факт потребує додаткового аналізу, що враховує соціально-політичну обстановку в країні, оскільки тут чітко спостерігається зміна параметрів системи за рахунок зовнішніх чинників, а не за рахунок явищ самоорганізації або інших іманентно властивих системі якостей.

Було встановлено та обґрунтовано, що динаміка валютного курсу на УМВР виявляє цілком певний тренд, завдяки чому є можливість спостерігати на українському валютному ринку факти, які підтверджують: теорія ефективного ринку не виправдовує себе, оскільки дії інвесторів враховують минулий досвід. Інформація не відразу асимілюється ринком, минуле тривалий час впливає на майбутнє.

Таким чином, застосування R/S-аналізу для дослідження динаміки валютних курсів УМВР дало змогу підтвердити та довести, що часовий ряд щоденних валютних курсів має фрактальну нелінійну природу.

3.3. Розробка алгоритму прогнозування динаміки курсу валют в умовах нелінійного характеру розвитку валютного ринку

Проведений у п. 3.2. аналіз показав, що часовий ряд щоденних курсів валют є персистентним, що свідчить про можливість підтримувати нелінійну тенденцію в межах визначених часових інтервалів. Складна структура часового ряду валютного курсу, його неоднорідний характер приводить до необхідності його декомпозиції й моделювання східчастих і імпульсних змін, викликаних впливом безлічі довгостроково та короткочасно діючих факторів. При моделюванні часового ряду виділяються такі основні компоненти: еволюторна тенденція (тренд); циклічна складова; сезонна складова; випадкова складова. Залежно від характеру зміни рівнів ряду перераховані компоненти може бути представлено у моделі в адитивній чи мультиплікативній формі:

$$y_t = f(t) + g(t) + h(t) + \varepsilon(t); \quad (3.14)$$

$$y_t = f(t) \times g(t) \times h(t) \times \varepsilon(t), \quad (3.15)$$

де y_t – рівні часового ряду;

$f(t)$ – еволюторна складова;

$g(t)$ – циклічна складова;

$h(t)$ – сезонна складова;

$\varepsilon(t)$ – випадкова складова.

Адитивна модель використовується для опису часових рядів, які мають постійну амплітуду періодичних коливань, що не залежить від рівня тренда. За вибору мультиплікативної форми моделі передбачається, що амплітуда коливань змінюється в часі пропорційно до рівня тренда. Незважаючи на деякі розбіжності у процедурі синтезу моделі й формування прогнозу, побудова моделі декомпозиції часового ряду включає декілька основних етапів, які представлено на *рис. 3.6*.

На першому етапі здійснюється підбір виду функції $f(t, a)$, що описує тренд. Для побудови моделі детермінованої основи процесу най-

частіше використовуються такі функції, як поліноміальна, показова, експоненціальна, логарифмічна, зворотна, логістична (п. 2.3). Визначення виду функції здійснюється в більшості випадків емпірично.

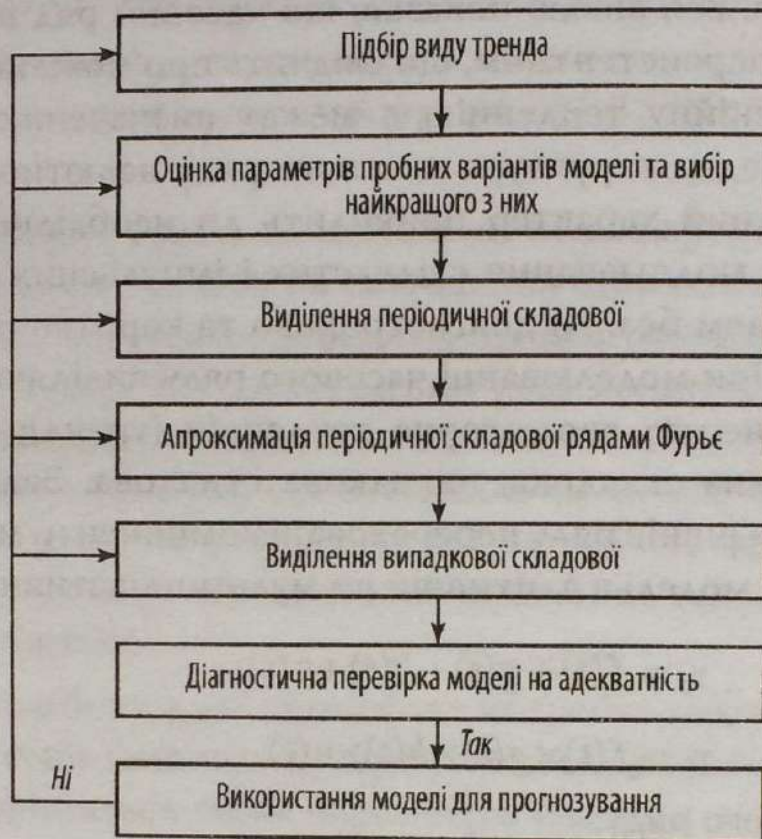


Рис. 3.6. Алгоритм побудови моделі декомпозиції часового ряду

У випадку ж, коли візуально не вдається підібрати вид функції чи потрібна більш точна ідентифікація, використовуються показники, характерні для визначених кривих. Зазвичай за такі показники беруть характеристики класу кривих, які можна обчислити за допомогою рівновіддалених рівнів:

- перші різниці – $u_t^{(1)} = y_{t+1} - y_t$;
- другі різниці – $u_t^{(2)} = u_{t+1}^{(1)} - u_t^{(1)}$;
- m -ті різниці – $u_t^{(m)} = u_{t+1}^{(m-1)} - u_t^{(m-1)}$;
- ланцюгові темпи зростання – $\tau_t = \frac{y_{t+1}}{y_t}$;
- темпи зростання перших приростів – $s_t = u_{t+1}^{(1)} / u_t^{(1)}$;

- прирости логарифмів рівнів – $v_t = \frac{\ln(y_{t+1})}{\ln(y_t)}$;
- перші прирости зворотних значень рівнів – $w_t = 1/y_{t+1} - 1/y_t$;
- темпи зростання перших різностей логарифмів рівнів – $\omega_t = v_{t+1}/v_t$.

Аналіз варіації наведених вище характеристик дає можливість обрати вид залежності, який найкраще описує еволюторну складову досліджуваного процесу (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Характер зміни показників для різних видів кривих

Показник	Характер зміни показників у часі	Вид кривої
1	2	3
$u_t^{(1)}$	Приблизно однакові	Пряма
$u_t^{(2)}$	Приблизно однакові	Парабола другого ступеня
$u_t^{(m)}$	Приблизно однакові	Поліном m -го ступеня
τ_t	Приблизно однакові	Експонента
s_t	Приблизно однакові	Модифікована експонента
u_t	Приблизно однакові	Показова функція
w_t	Приблизно однакові	Зворотна залежність
ω_t	Приблизно однакові	Функція Гомперца

На другому етапі, після вибору виду залежності, здійснюється оцінка параметрів пробних варіантів моделі. Найбільш поширеним методом оцінювання параметрів лінійної моделі є звичайний метод найменших квадратів (МНК). Для оцінки параметрів нелінійних моделей використовується представлення нелінійних функцій за допомогою логарифмічних перетворень у виді лінійних моделей, ітеративні методи тощо. Вибір найкращого варіанта трендової моделі здійснюється на основі таких критеріїв, як середня процентна помилка (*m.p.e.*), середня абсолютна процентна помилка (*m.a.p.e.*).

На третьому етапі відбувається елімінування трендової компоненти з метою дослідження періодичної складової часового ряду. При цьому для адитивної моделі характеристики сезонно-циклічного

компоненту вимірюються в абсолютних величинах і присутні в моделі у вигляді додатків, а в мультиплікативній моделі – у відносних величинах та відбиваються в моделі у вигляді співмножників.

На четвертому етапі досліджується періодична складова ряду, яка включає циклічні й сезонні коливання. Слід зазначити, що в цьому випадку проводиться комплексна оцінка впливу циклічності й сезонних факторів. Необхідність такого підходу підтверджується тим, що сезонна складова є циклічною з визначеним періодом, тому для більш якісного аналізу циклічності змін валютного курсу доцільно розглядати сезонну складову як елемент циклічної. Як математичний інструментарій дослідження періодичного компонента розглядаються методи спектрального аналізу, що мають значні переваги порівняно з традиційними методами дослідження. Зокрема спектральний аналіз дозволяє визначити період різних періодичних коливань, у той час як традиційні методи припускають, що характерні параметри коливання уже відомі. Крім того, традиційні методи, на відміну від спектрального аналізу, припускають незмінність хвилі. Оскільки циклічна складова являє собою комбінацію різних циклів, то для її прогнозування необхідно скористатися розкладанням у ряд Фур'є, що має такий вигляд:

$$C(t) = \sum_k a_k \cos\left(\frac{2\pi}{T_k}(t-1)\right) + \sum_k b_k \sin\left(\frac{2\pi}{T_k}(t-1)\right) \quad (3.16)$$

де T – період окремого циклу.

Кількість гармонік визначається виходячи зі статистичної значущості кожної гармоніки, тому розкладання в ряд Фур'є включає доданки, для яких гармоніки є значущими.

На п'ятому етапі на основі отриманих оцінок трендової, циклічної і сезонної складових ряду визначається випадковий компонент. Такий компонент відбиває вплив не врахованих у моделі факторів і в ряді випадків може містити залежності, які можна моделювати. Як модель випадкового компонента може розглядатися авторегресійна модель – $AR(p)$. Порядок авторегресійної складової (p) визна-

чається на основі дослідження поведінки вибірових автокореляційної і приватної автокореляційної функцій.

На шостому етапі здійснюється синтез моделі, її перевірка на адекватність. З цією метою використовуються критерії Бокса – Пірса, Бокса – Льюнга. Якщо залишки моделі схожі на білий шум, можна зробити висновки про задовільні результати моделювання і можливості використання моделі для аналізу динаміки валютного курсу. В іншому випадку здійснюється повернення до попередніх етапів алгоритму з метою аналізу неузгодженостей і коректування моделі.

Наведений вище алгоритм було реалізовано при побудові моделі декомпозиції часового ряду валютного курсу. Графічний аналіз вихідного ряду (рис. 3.7) дозволив зробити висновки про наявність нелінійної тенденції й адитивний характер періодичних коливань. Таким чином, висунуто гіпотезу про те, що валютний курс може бути описано за допомогою адитивної тренд-сезонної моделі.

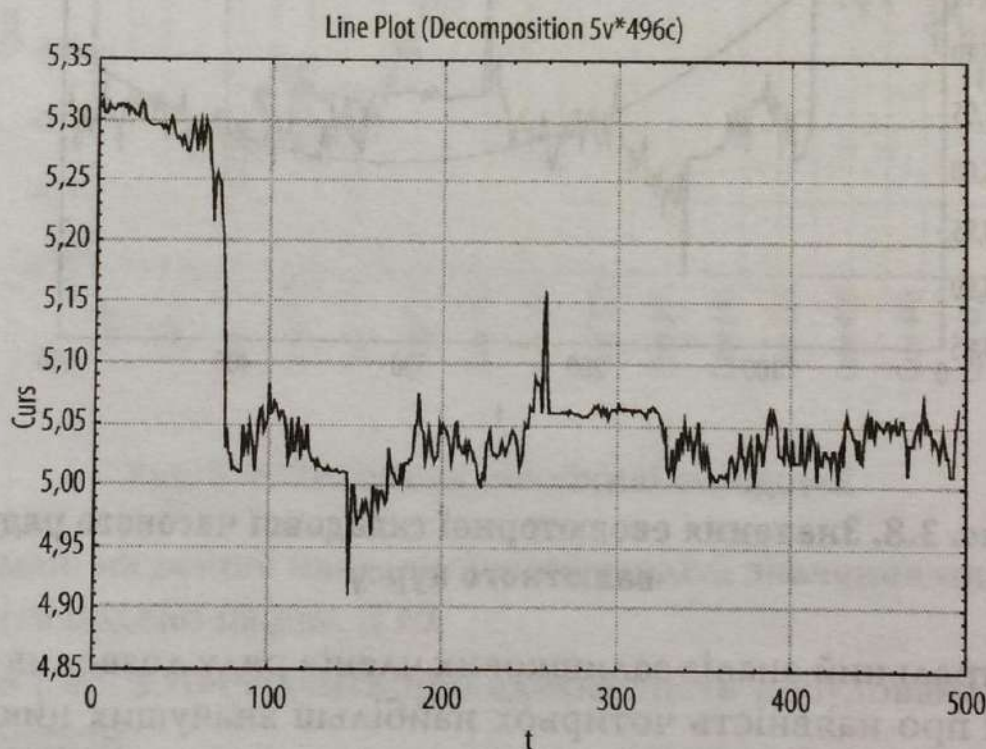


Рис. 3.7. Динаміка валютного курсу на УМВБ (2005 – 2006 рр.)

Для моделювання трендової компоненти було використано різні види залежності, найкращими характеристиками серед яких володіє параболічна модель, що може бути представлена в такий спосіб:

$$f_t = 5,2815 - 0,001773 \times t + 0,000003 \times t^2. \quad (3.17)$$

де f_t – значення трендової компоненти;

t – фактор часу.

Коефіцієнт множинної кореляції для отриманої моделі склав 0,8, що свідчить про досить гарний підбір виду функції. Однак аналіз залишкових членів ряду говорить про наявність яскраво виражених періодичних коливань (рис. 3.8), які зображено на рис. 3.9.

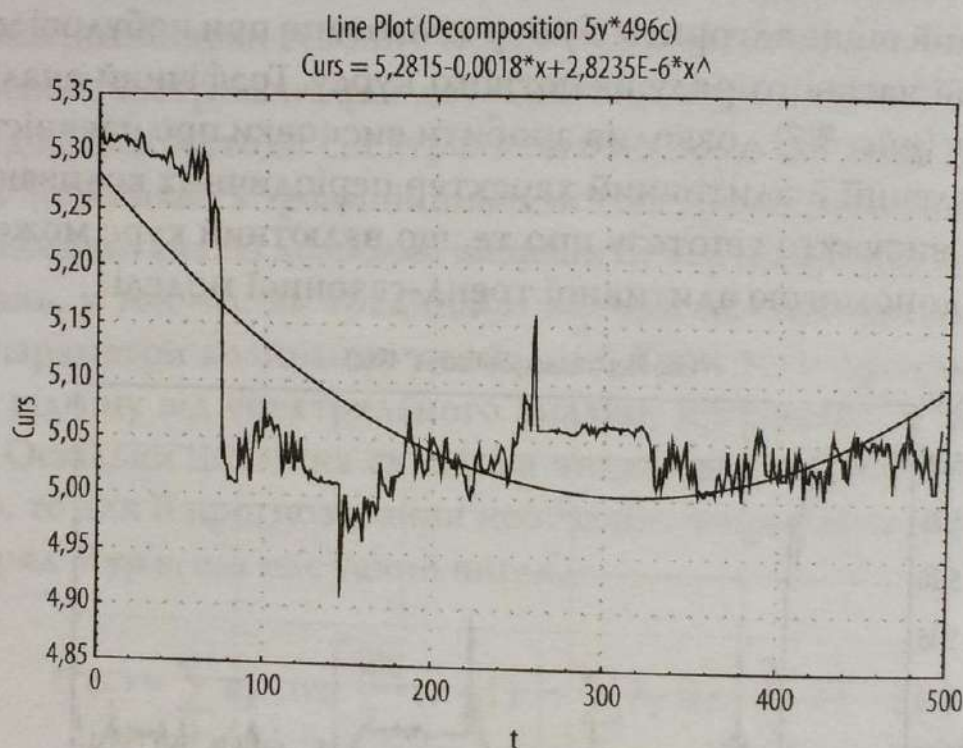


Рис. 3.8. Значення еволюторної складової часового ряду валютного курсу

Спектральний аналіз залишкових членів ряду дозволив зробити висновок про наявність чотирьох найбільш значущих циклів, тривалістю 498, 248, 165,3 та 124 дні. Отже, модель циклічної складової часового ряду валютного курсу має такий вигляд:

$$g(t) = -0,007228 \cos \left[\frac{2\pi}{496} (t-1) \right] - 0,039320 \sin \left[\frac{2\pi}{496} (t-1) \right] +$$

$$\begin{aligned}
& +0,036244\cos\left[\frac{2\pi}{248}(t-1)\right] + 0,029527\sin\left[\frac{2\pi}{248}(t-1)\right] - \\
& -0,002229\cos\left[\frac{2\pi}{165,3}(t-1)\right] + 0,023853\sin\left[\frac{2\pi}{165,3}(t-1)\right] - \quad (3.18) \\
& -0,013964\cos\left[\frac{2\pi}{124}(t-1)\right] + 0,020604\sin\left[\frac{2\pi}{124}(t-1)\right].
\end{aligned}$$

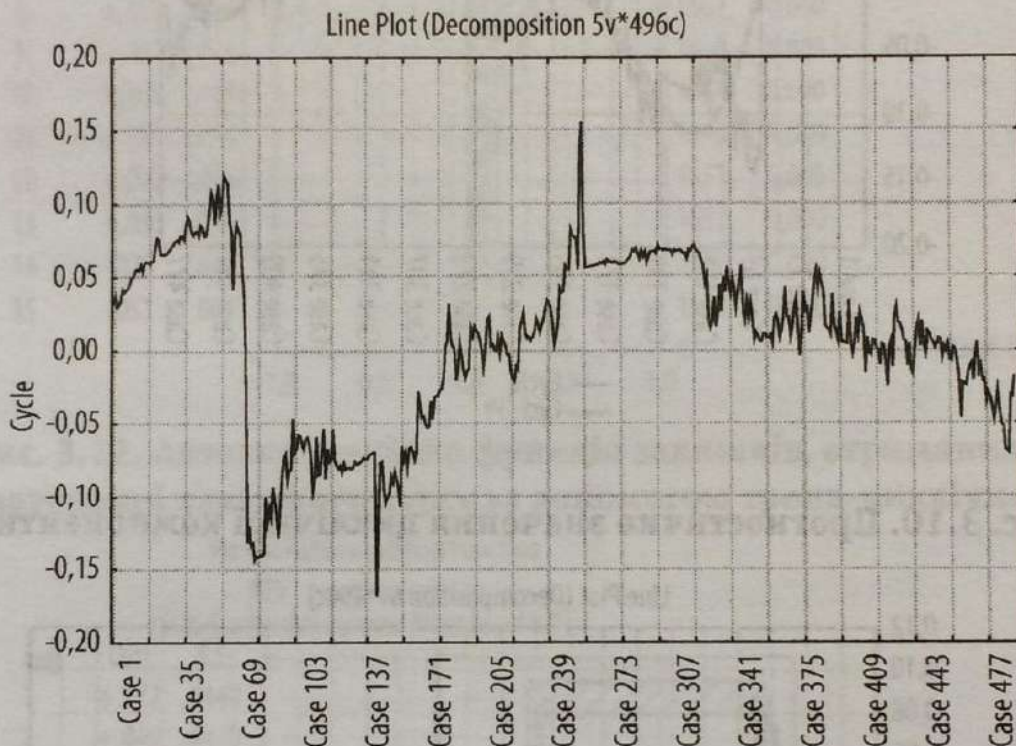


Рис. 3.9. Значення циклічної складової

Отримані на основі наведеної вище моделі значення циклічного компонента подано на *рис. 3.10*.

Аналіз *рис. 3.10* свідчить про адекватність побудованої циклічної компоненти.

Визначення циклічної складової дозволило отримати ряд залишків для моделі прогнозування валютного курсу (*рис. 3.11*).

Аналіз значень автокореляційної і частинної автокореляційної функцій залишків, отриманих при прогнозуванні валютного курсу за допомогою тренд-циклічної моделі (*рис. 3.12, 3.13*), дозволив зро-

бити висновок, що випадковий компонент може бути описано за допомогою авторегресійної моделі першого порядку.

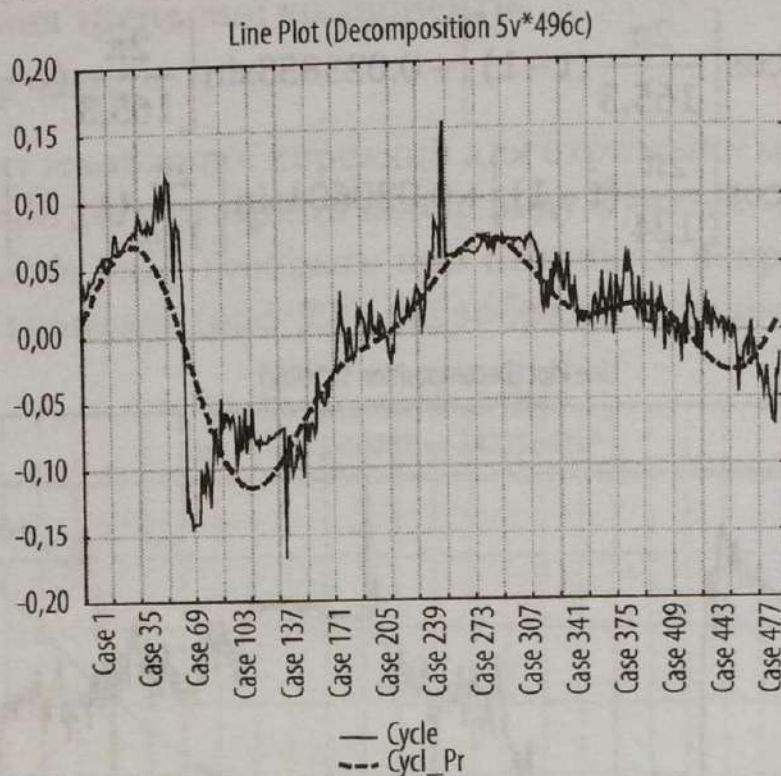


Рис. 3.10. Прогностичне значення циклічної компоненти

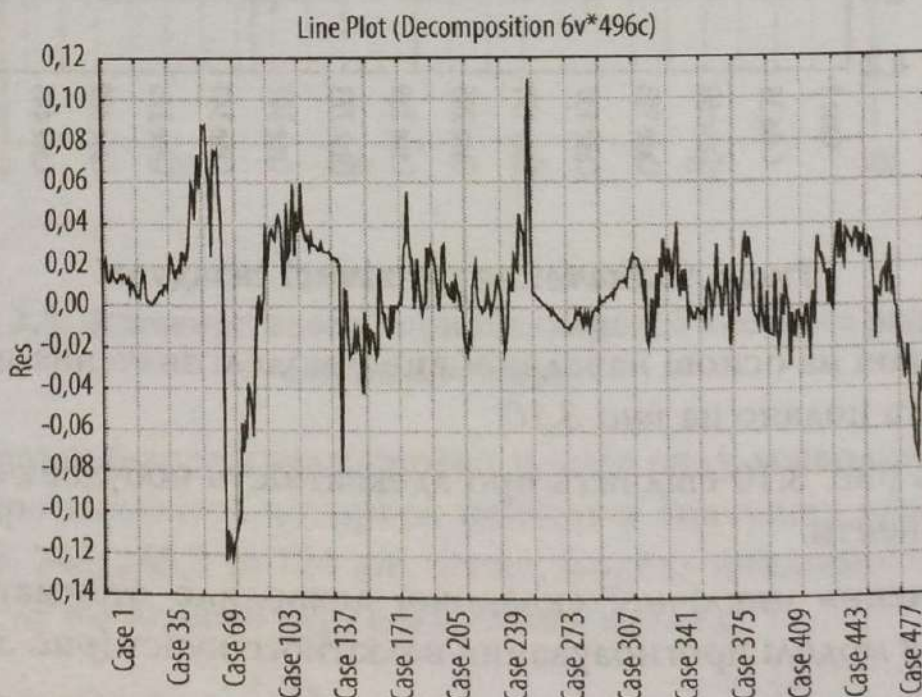


Рис. 3.11. Значення випадкового компонента часового ряду

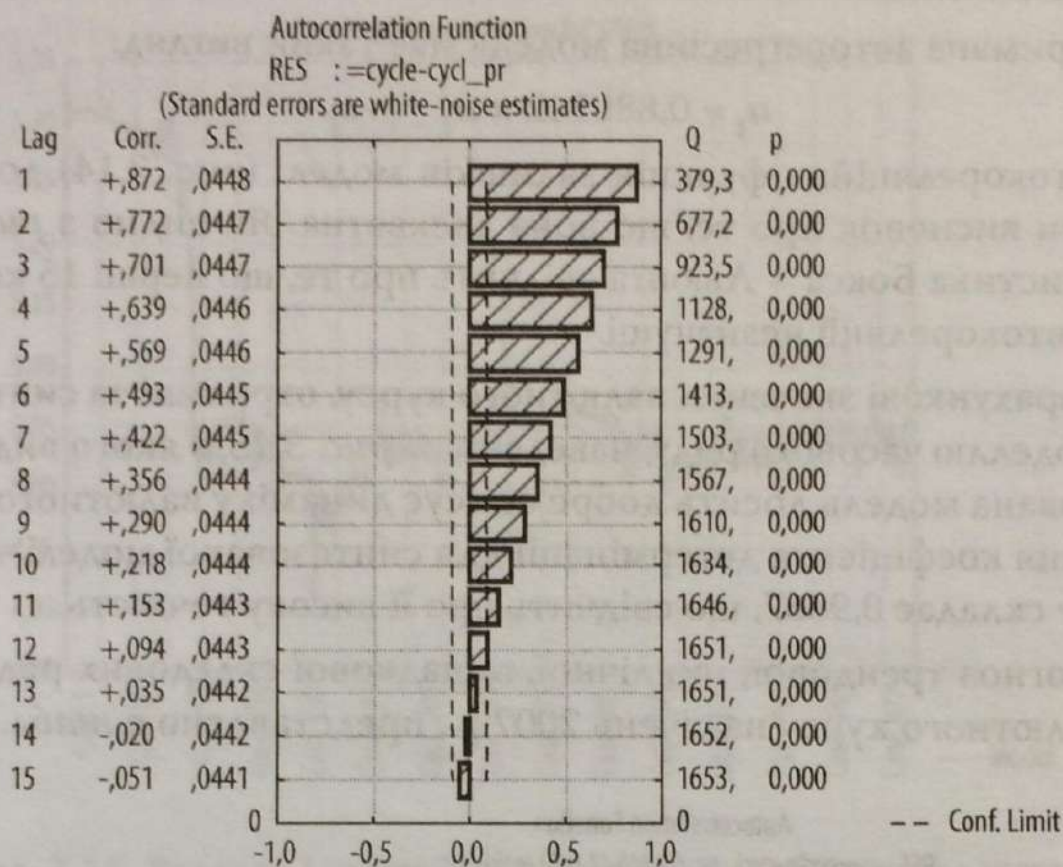


Рис. 3.12. Автокореляційна функція залишків, отриманих при прогнозуванні валютного курсу за допомогою тренд-циклічної моделі

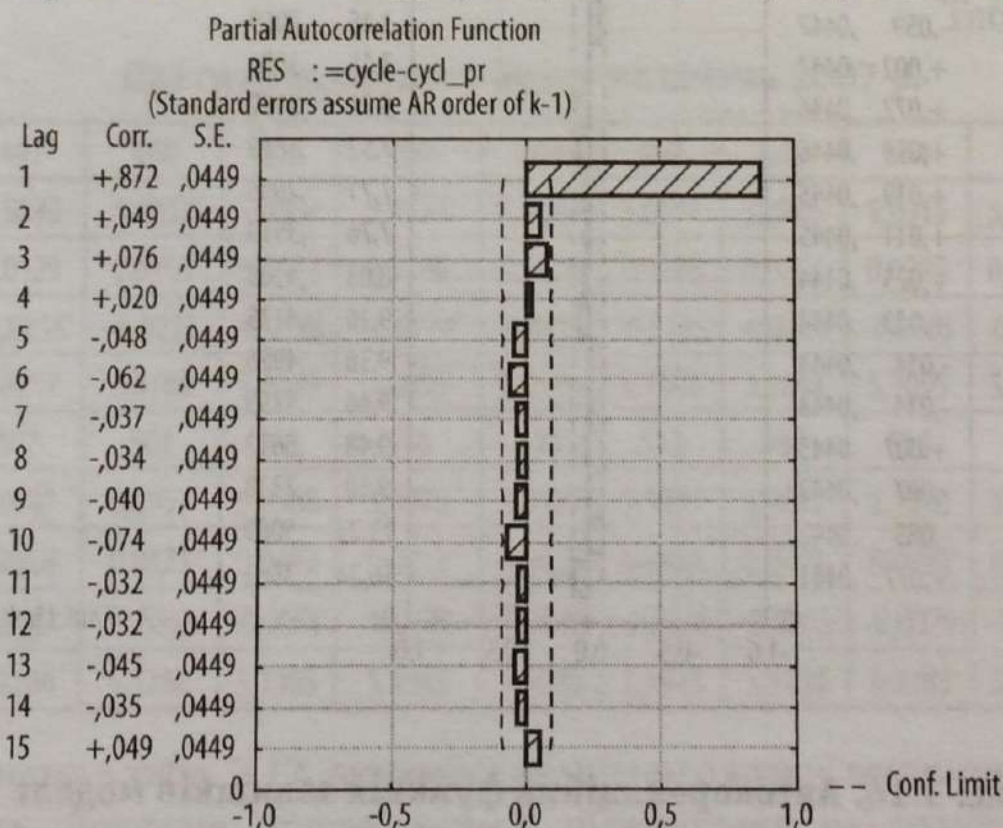


Рис. 3.13. Частинна автокореляційна функція залишків, отриманих при прогнозуванні валютного курсу за допомогою тренд-циклічної моделі

Отримана авторегресійна модель має такий вигляд:

$$u_t = 0,880142 \times u_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.19)$$

Автокореляційна функція залишків моделі (рис. 3.14) дозволяє зробити висновок про те, що вона адекватна. Як видно з рис. 3.14, Q-статистика Бокса – Льюнга свідчить про те, що перші 15 коефіцієнтів автокореляції незначущі.

Розрахункові значення валютного курсу, отримані за синтезованою моделлю часового ряду, наведено на рис. 3.15, з якого видно, що побудована модель досить добре описує динаміку валютного курсу. Значення коефіцієнта детермінації для синтезованої моделі часового ряду складає 0,9867, що свідчить про її високу точність.

Прогноз трендової, циклічної, випадкової складових ряду, а також валютного курсу на січень 2007 р., представлено в табл. 3.12.

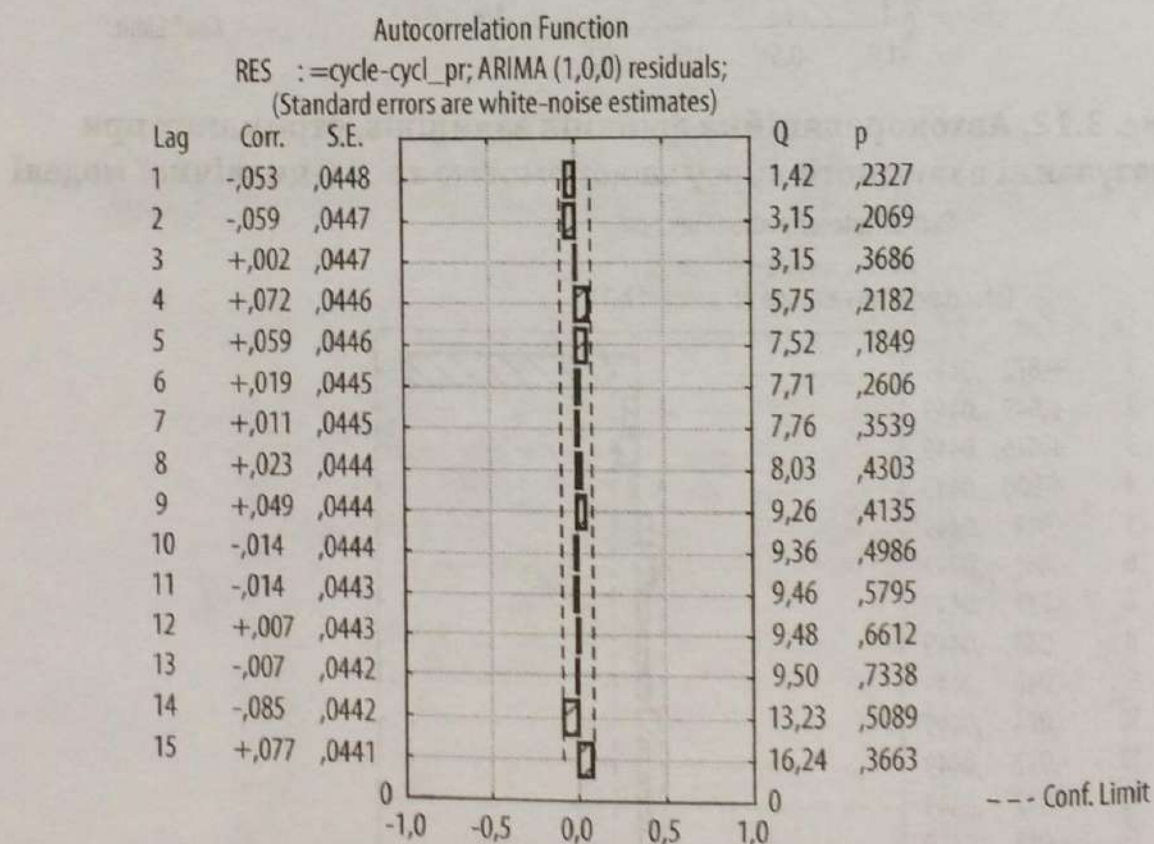


Рис. 3.14. Автокореляційна функція залишків моделі

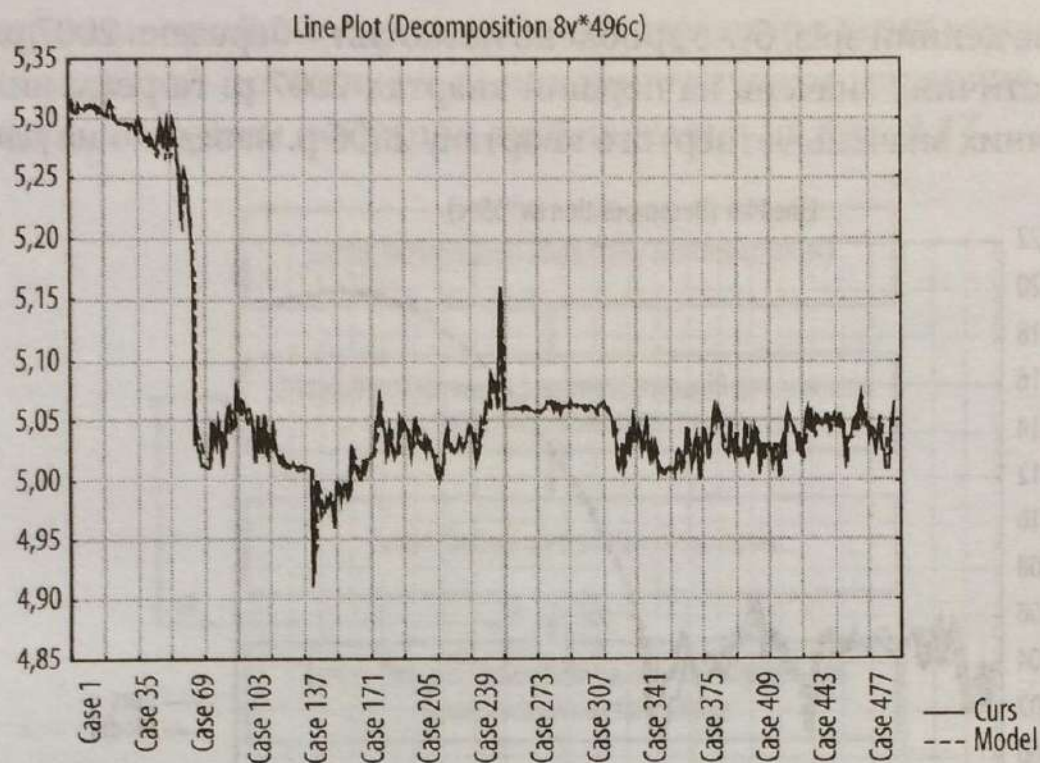


Рис. 3.15. Реальні і прогностичні значення валютного курсу
(2005 – 2006 рр.)

Таблиця 3.12

Прогноз валютного курсу на січень 2007 р.

t	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506
f(t)	5,0843	5,0853	5,0864	5,0874	5,0884	5,0894	5,0905	5,0915	5,0926	5,0936
g(t)	0,0129	0,0151	0,0173	0,0196	0,0218	0,0240	0,0263	0,0285	0,0307	0,0329
u(t)	-0,0256	-0,0225	-0,0198	-0,0174	-0,0153	-0,0135	-0,0119	-0,0105	-0,0092	-0,0081
$\bar{y}_t$	5,0717	5,0780	5,0839	5,0895	5,0949	5,1000	5,1048	5,1095	5,1140	5,1184
t	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516
f(t)	5,0947	5,0957	5,0968	5,0979	5,0990	5,1001	5,1012	5,1023	5,1034	5,1045
g(t)	0,0350	0,0371	0,0392	0,0413	0,0433	0,0452	0,0471	0,0490	0,0508	0,0525
u(t)	-0,0071	-0,0063	-0,0055	-0,0049	-0,0043	-0,0038	-0,0033	-0,0029	-0,0026	-0,0023
$\bar{y}_t$	5,1226	5,1266	5,1305	5,1343	5,1380	5,1415	5,1450	5,1483	5,1516	5,1547

Як видно з табл. 3.12, динаміка валютного курсу має висхідну спрямованість. Зокрема прогнозується підвищення валютного курсу з 5,0717 до 5,1547 грн наприкінці січня 2007 р. Аналогічний прогноз, що

охоплює денний зріз, було зроблено на лютий – березень 2007 р. Графік прогностичних значень на перший квартал 2007 р. та реальних і прогностичних значень четвертого кварталу 2006 р. наведено на *рис. 3.16*.

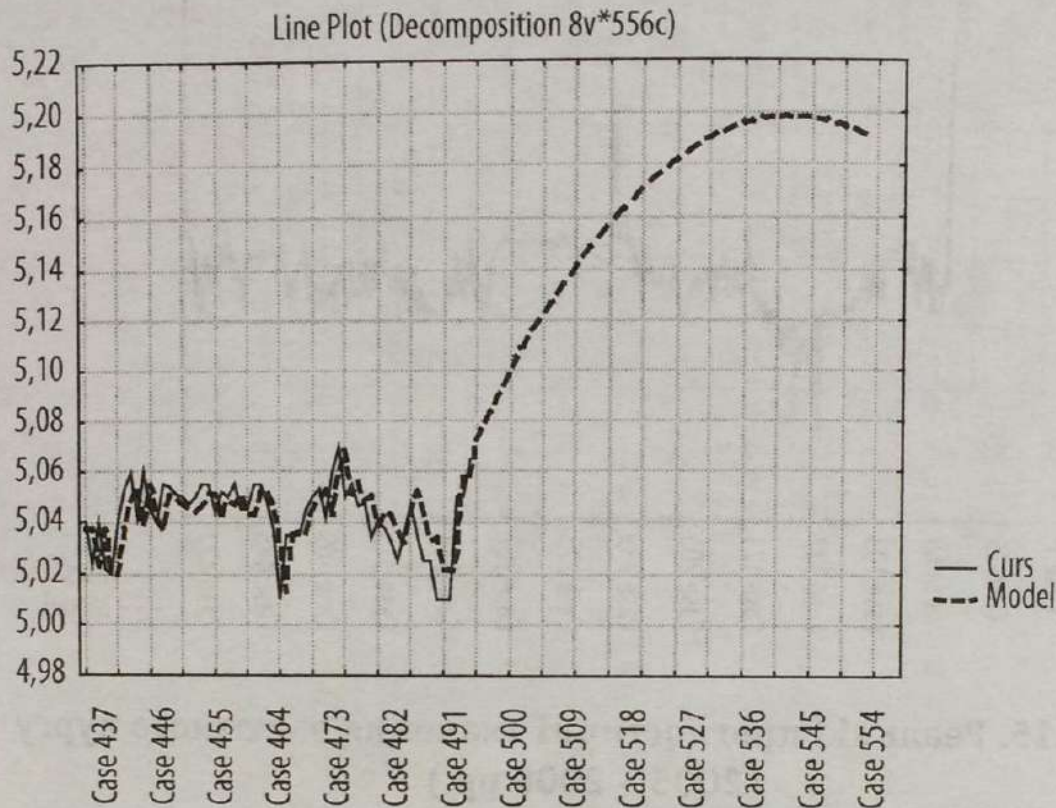


Рис. 3.16. Прогностичні значення на перший квартал 2007 року та реальні і прогностичні значення четвертого кварталу 2006 року

Таким чином, запропонований вище алгоритм декомпозиції часового ряду дозволяє досліджувати детерміновану основу динаміки курсу валют, природу періодичних коливань, імпульсних змін, що визначають нелінійний розвиток валютного ринку.

3.4. Прогнозування курсу валют при виборі оптимальної моделі операцій з валютними цінностями

Проведений вище, відповідно до запропонованої у п. 1.3 концептуальної схеми, аналіз довго- і короткострокових тенденцій розвитку валютного ринку є основою для вибору найбільш привабливих валютних операцій комерційного банку. Як інструмент

підтримки прийняття рішень щодо структури комплексу валютних операцій пропонується використовувати матричну модель вибору, алгоритм побудови якої наведено на *рис. 3.17*.

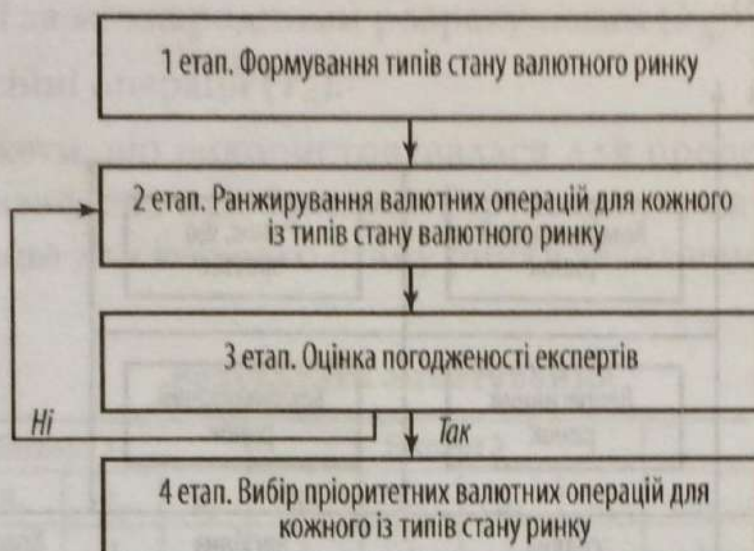


Рис. 3.17. Алгоритм побудови матричної моделі вибору найбільш привабливих валютних операцій комерційного банку

На першому етапі виділяються типи станів валютного ринку на основі можливих комбінацій коротко- і довгострокових тенденцій розвитку. В роботі пропонується розглядати наступні основні типи станів валютного ринку:

- 1) зростаючий ринок (R_1). У цьому випадку довго- і короткострокова тенденції ринку мають висхідну спрямованість, пов'язану з підвищеним попитом на валюту в піки економічної активності;
- 2) комбінаторний «падіння-зростання» ринок (R_2). Цей тип стану характеризується спадною довгостроковою і висхідною короткостроковою тенденціями розвитку, пов'язаними із сезонним характером підвищення рівня ділової активності;
- 3) комбінаторний «зростання-падіння» ринок (R_3). Цей тип ринку характеризується висхідною довгостроковою і спадною короткостроковою тенденцією розвитку, пов'язаного з проявом імпульсних змін курсу валют;

4) депресивний ринок (R_4). У цьому випадку довго- і короткострокова тенденції мають спадний характер, пов'язаний із синхронізацією циклічних компонентів різної періодичності (рис. 3.18).

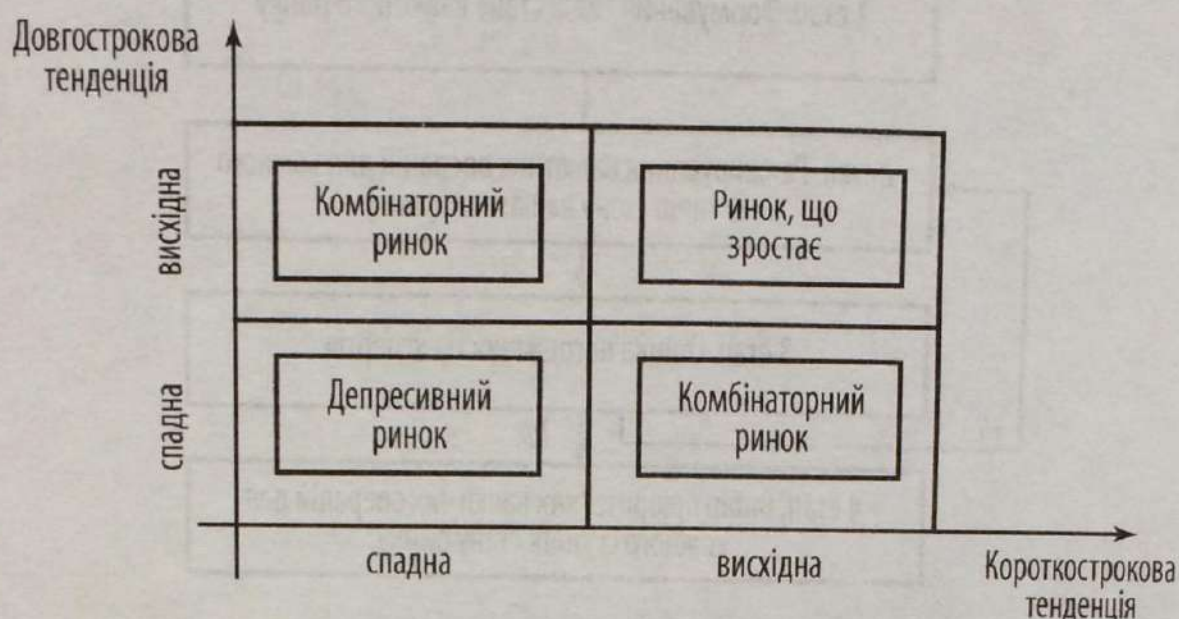


Рис. 3.18. Класифікація станів валютного ринку

Другий етап полягає у експертній оцінці привабливості валютних операцій для кожного з можливих станів ринку. Як метод обробки експертної інформації розглядаються рангові оцінки. Ранги проставляються експертами в порядку зниження привабливості валютних операцій при відповідних тенденціях розвитку валютного курсу. Найменш привабливій операції привласнюється найбільший ранг.

На підставі результатів проведеного анкетування формується матриця рангів, у якій можуть бути присутніми так звані «зв'язані» ранги у випадку, якщо експерти не змогли визначити пріоритетність двох чи декількох валютних операцій. Крім того, в матрицю рангів може бути включено валютні операції, що раніше не розглядалися банком, але, на думку експертів, є привабливими у сформованих умовах розвитку валютного ринку.

Для проведення експертизи було обрано дев'ять експертів, які є спеціалістами-аналітиками в галузі дослідження валютного ринку та валютних операцій. Експертиза проводилася за такими видами валютних операцій:

- операції з залучення та розміщення валютних коштів (Y_1);

- встановлення кореспондентських відносин з іноземними банками (Y_2);
- неторгові операції комерційного банку (Y_3);
- операції за міжнародними розрахунками (Y_4);
- конверсійні операції (Y_5).

Форму анкети, що використовувалася для проведення експертного аналізу, наведено в Додатку А. Результати анкетування для валютних операцій для кожного стану ринку зазначено в табл. 3.13.

Таблиця 3.13

Результати анкетування

	Експерт 1				Експерт 2				Експерт 3			
	R_1	R_2	R_3	R_4	R_1	R_2	R_3	R_4	R_1	R_2	R_3	R_4
Y_1	1	3	1	4	1	3	1	5	1	3	1	4
Y_2	5	5	5	1	5	5	5	1	5	5	5	1
Y_3	3	2	3	3	2	2	3	3	2	1	3	2
Y_4	4	4	4	2	4	4	4	2	4	4	4	3
Y_5	2	1	2	5	3	1	2	4	3	2	2	5
	Експерт 4				Експерт 5				Експерт 6			
	R_1	R_2	R_3	R_4	R_1	R_2	R_3	R_4	R_1	R_2	R_3	R_4
Y_1	2	3	1	4	1	3	1	4	1	3	1	4
Y_2	4	5	5	1	4	4	5	1	4	4	5	1
Y_3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3
Y_4	5	4	4	2	5	5	4	2	5	5	4	2
Y_5	1	1	3	5	2	1	2	5	2	1	2	5
	Експерт 7				Експерт 8				Експерт 9			
	R_1	R_2	R_3	R_4	R_1	R_2	R_3	R_4	R_1	R_2	R_3	R_4
Y_1	1	3	1	5	1	3	1	3	1	4	1	4
Y_2	5	4	5	1	4	4	4	1	4	3	4	1
Y_3	2	2	3	3	2	1	3	2	3	2	3	3
Y_4	4	5	4	2	5	5	5	4	5	5	5	2
Y_5	3	1	2	4	3	2	2	5	2	1	2	5

На третьому етапі здійснюється оцінка узгодження думок експертів. Така перевірка є необхідною умовою коректності отриманого на попередньому етапі розподілу пріоритетів валютних операцій. Чим більше розходжень у думках експертів, тим менше впевненості в тому, що вектор пріоритетів сформовано правильно. Як критерій погодженості думок експертів розглядається коефіцієнт конкордації, що розраховується за формулою:

$$W = \frac{12 \times S}{m^2 \times (n^3 - n)} = \frac{12}{m^2 \times (n^3 - n)} \left[\sum_{j=1}^m \left(\sum_{i=1}^n a_{ij} - \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n a_{ij}}{n} \right)^2 \right], \quad (3.20)$$

при наявності «зв'язаних» рангів:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12} \times m^2 \times (n^3 - n) - m \times \sum_{j=1}^m T_j}; \quad (3.21)$$

$$T_j = \frac{1}{12} \cdot \sum_{j=1}^m (t_j^3 - t), \quad (3.22)$$

де t_j – кількість однакових рангів у j -му ряду;

a_j – ранг i -ї валютної операції у j -го експерта;

m – кількість експертів;

n – кількість порівнюваних валютних операцій.

За повного узгодження думок опитуваних значення коефіцієнта конкордації дорівнює 1, в іншому випадку – 0. Для оцінки значущості коефіцієнтів конкордації використовується критерій χ^2 , що підкоряється χ^2 розподілу з числом ступенів свободи $f = n - 1$. Обчислюється критерій χ^2 за формулою:

$$\chi^2 = \frac{S}{(1/12)m \times n(n+1)}; \quad (3.23)$$

чи при наявності зв'язаних рангів:

$$\chi^2 = \frac{S}{(1/12)m \times n(n+1)}; \quad (3.24)$$

Якщо обчислене значення χ^2 буде більше, ніж табличне, для відповідної кількості ступенів свободи, то, за заданого рівня значущості, можна стверджувати, що виявлено не випадкову єдність думок експертів. Одержання значущого коефіцієнта конкордації дозволяє перейти до завершального етапу алгоритму.

Результати розрахунків коефіцієнтів конкордації для кожного типу ринку наведено в *табл. 3.14*.

Таблиця 3.14

Значення коефіцієнтів конкордації

Тип ринку	Ринок, що зростає	Комбінаторний «падіння-зростання» ринок	Комбінаторний «зростання-падіння» ринок	Депресивний ринок
Значення коефіцієнта	0,871605	0,88642	0,945679	0,888889
χ^2	31,37778	31,91111	34,04444	32
Значущість	+	+	+	+

Примітка:

Табличне значення – 9,48.

«+» – коефіцієнт конкордації значущий.

Таким чином, усі коефіцієнти конкордації є значущими. Зважаючи на те, що всі вони наближаються до 1, можна зробити висновок про єдність думок експертів.

На четвертому етапі на підставі знайдених сум рангів будується гістограма непривабливості валютних операцій комерційного банку для кожного з можливих станів валютного ринку (*рис. 3.19 – 3.22*).

Аналіз гістограми свідчить, що найбільш непривабливими для ринку, що зростає, є операції за міжнародними розрахунками, а найбільш привабливими – операції з залучення та розміщення валютних коштів.

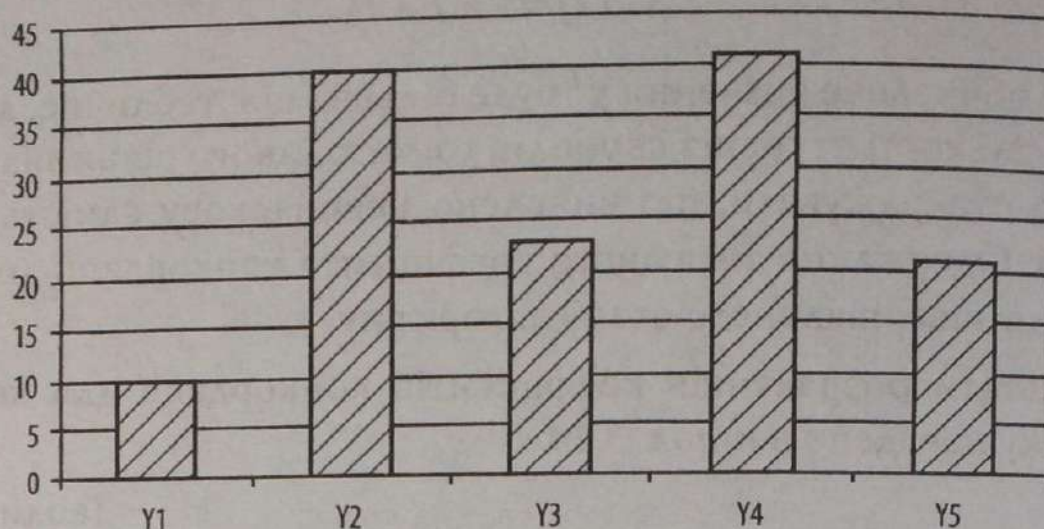


Рис. 3.19. Привабливість валютних операцій для зростаючого ринку

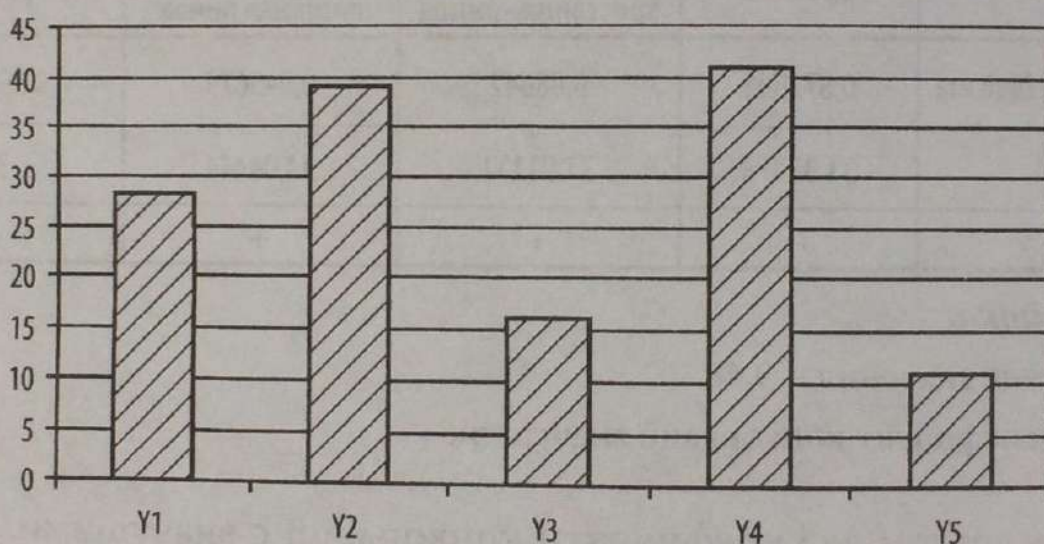


Рис. 3.20. Привабливість валютних операцій для комбінаторного ринку «падіння-зростання»

Аналіз рис. 3.20 свідчить, що найбільш непривабливими для комбінаторного ринку «падіння-зростання» є операції за міжнародними розрахунками, а найбільш привабливими – конверсійні операції.

За дослідження комбінаторного ринку «зростання-падіння» було виявлено, що найбільш привабливими є операції з залучення та розміщення валютних коштів, а найменш привабливими – встановлення кореспондентських відносин з іноземними банками.

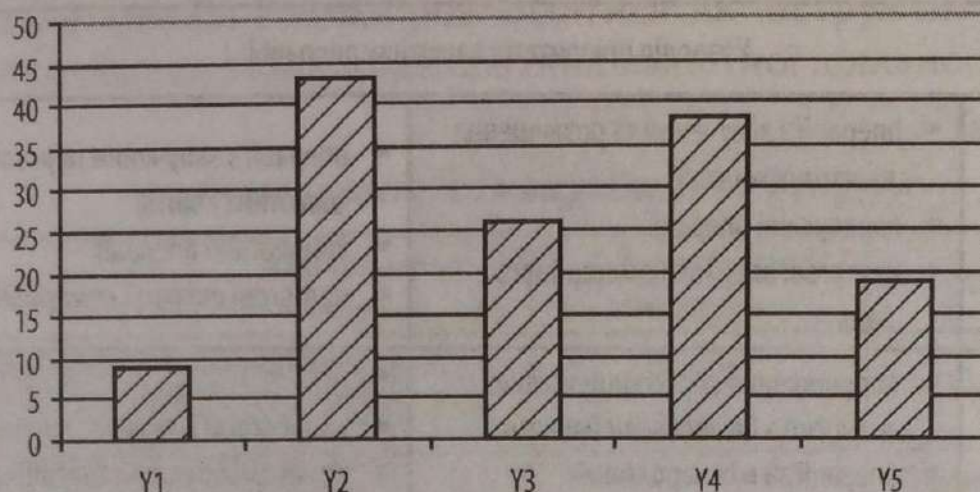


Рис. 3.21. Привабливість валютних операцій для комбінаторного ринку «зростання-падіння»

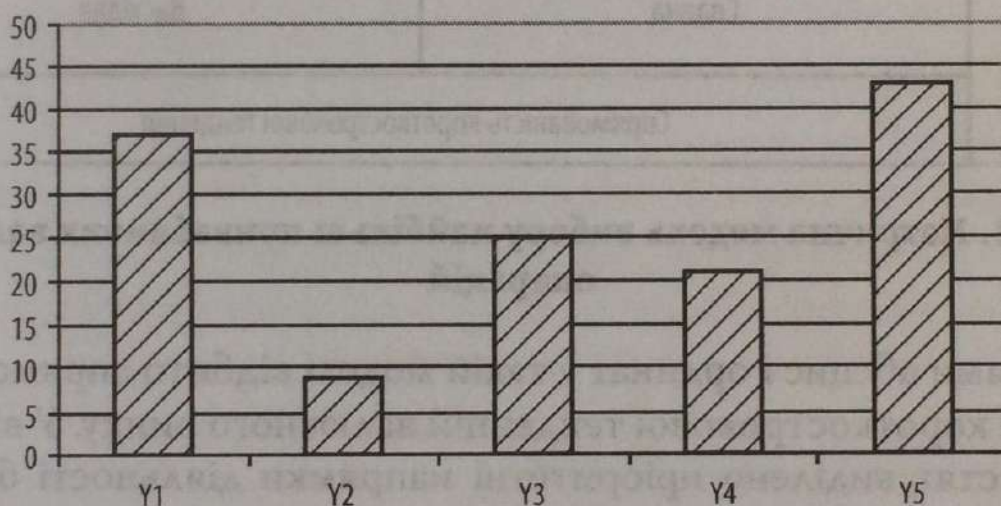


Рис. 3.22. Привабливість валютних операцій для депресивного ринку

Найбільш привабливими для цього виду ринку є операції зі встановлення кореспондентських відносин з іноземними банками, найменш привабливими – конверсійні операції.

Знайдені пріоритети валютних операцій дозволили сформувати матричну модель вибору найбільш привабливих напрямків валютної діяльності комерційного банку, наведено на *рис. 3.23*.

Розподіл пріоритетів валютних операцій			
Спрямованість довгострокової тенденції	Висхідна	- операції з залучення та розміщення валютних коштів - конверсійні операції - неторгові операції комерційного банку	- операції з залучення та розміщення валютних коштів - конверсійні операції - неторгові операції комерційного банку
	Спадна	- встановлення кореспондентських відносин з іноземними банками - операції за міжнародними розрахунками - неторгові операції комерційного банку	- конверсійні операції - неторгові операції комерційного банку - операції з залучення та розміщення валютних коштів
		Спадна	Висхідна
		Спрямованість короткострокової тенденції	

Рис. 3.23. Матрична модель вибору найбільш привабливих валютних операцій

За осями абсцис і ординат у такій моделі відбито спрямованість довго-таї короткострокової тенденцій валютного ринку. У відповідних областях виділено пріоритетні напрямки діяльності банку на валютному ринку.

Вважаємо, стан ринку на прогностичний період (І квартал 2007 р.) на підставі моделей, наведених у п. 2.2 (багатофакторна модель на основі аналізу макроекономічного оточення валютного ринку дозволяє оцінити довгострокову тенденції) та п. 3.3 (модель часового ряду дозволяє дослідити короткострокову тенденцію). Результати розрахунку наведено в *табл. 3.15*.

Аналіз *табл. 3.15* свідчить, що у січні-лютому передбачається ринок, що зростає, а в березні ринок «зростання-падіння», внаслідок чого найбільш привабливим є операції з залучення та розміщення валютних коштів. Отже, запропонована вище модель дозволяє визначати найбільш привабливий напрямок діяльності банку в галузі

валютних операцій і може розглядатися як інструмент підтримки прийняття рішень щодо моделювання валютної діяльності банку.

Таблиця 3.15

Стани ринку в I кварталі 2007 року

Місяці	Довгострокова тенденція	Короткострокова тенденція	Стан ринку
Січень 2007	Зростає	Зростає	Зростає
Лютий 2007	Зростає	Зростає	Зростає
Березень 2007	Зростає	Спадає	Комбінаторний ринок «зростання-падіння»

РОЗДІЛ 4

ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ, МОДЕЛЕЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКУ В ДІЛІНГОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Мета даного розділу полягає в дослідженні та оцінці ефективності існуючих методів, моделей та інформаційної технології прогнозування валютного ризику. Для цього необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз сучасного стану проблем прогнозування ризику в ДІС;
- розробити підхід до оцінки ризику в ДІС завдяки дослідженню взаємозв'язку елементів поняття «ризик» у ДІС;
- дослідити особливості застосування існуючих методів і моделей прогнозування валютного ризику;
- дослідити статистичні характеристики фінансових часових рядів;
- розробити вдосконалений метод оцінки ефективності методів і моделей прогнозування валютного ризику;
- визначити метод формування вибірок для оцінки ефективності методів і моделей прогнозування валютного ризику;
- визначити мінімальний обсяг вибірки за використання методів і моделей прогнозування валютного ризику;
- визначити критерії ефективності використання методів і моделей прогнозування валютного ризику (далі – критерії ефективності методів і моделей прогнозування валютного ризику);
- розробити алгоритм оптимізації параметрів моделей прогнозування валютного ризику;

- провести аналіз результатів оцінки ефективності існуючих методів і моделей прогнозування валютного ризику.

4.1. Аналіз сучасного стану проблем прогнозування ризику в ділінгових інформаційних системах

В останнє десятиріччя відбувається інтенсивний розвиток інформаційних технологій в усіх сферах виробничо-господарської діяльності людини. Завдяки цьому відбувається прискорення взаємодії між різними організаційними системами: підприємствами, банками, біржами і т. д. Спостерігається збільшення обсягу інформації, якою обмінюються організації; з'являються нові завдання, що вимагають розробки нових методів, моделей, алгоритмів, технологій та засобів підтримки прийняття рішень.

Однією з найважливіших проблем сучасності можна назвати проблему прогнозування ризику. Діяльність багатьох організацій пов'язано із численними ризиками, і успішність їх діяльності істотно залежить від ефективності системи управління ризиками. Під найбільшим впливом валютного ризику знаходяться національний та комерційні банки.

Основною причиною збитків від дії валютного ризику є ділінгові операції організацій на міжнародному валютному ринку FOREX. Фактором, що впливає на появу збитків, є коливання курсів валют. Курс валют визначається попитом та пропозицією на конкретну валюту в кожний момент часу відповідно до режиму вільно плаваючих курсів валют. Ринок FOREX являє собою міжнародний валютний ринок, основною метою учасників якого є обмін валют, а також спекулятивні операції. Основу ринку становлять найбільші комерційні банки розвинених країн світу. Вони постійно формують котирування всіх валютних пар. На ціну значно впливають національні банки, великі інвестиційні фонди та корпорації, що самостійно здійснюють управління вільними активами.

Слід зазначити, що ділінгові операції (валютний ділінг) – це операції банків і інших фінансових інститутів на валютних ринках та, зокрема, на міжнародному валютному ринку FOREX. Це про-

цес укладання контрактів між агентами валютного ринку з купівлі-продажу, розрахунків і надання в позичку іноземної валюти на конкретних умовах з виконанням на певну дату [137]. Для банку метою купівлі-продажу іноземної валюти за власний рахунок, крім безпосередньо обміну, є також одержання прибутку від зміни валютних курсів [180].

Розглянемо організаційне забезпечення більш детально. За даними останнього звіту Банку міжнародних розрахунків (звіт формується один раз у три роки) [267], у квітні 2007 р. частка американського долара (USD) у всіх угодах становила 86,3%, євро (EUR) – 37%, японської ієни (JPY) – 16,5%, британського фунта стерлінгів (GBP) – 15%. Оскільки частка торгівлі євро та долларом серед інших пар валют найбільша, у роботі будуть використовуватися котирування курсу валют EUR/USD. Найбільш великий об'єм торгівлі по валютній парі – EUR/USD (27% світового обороту), потім іде USD/JPY (13%), USD/GBP (12%).

Торгівля валютою, в основному, носить позабіржовий характер і ведеться двома способами [137]. *По-перше*, через брокерів, які повідомляють своїм клієнтам поточні котирування валют, що надходять від інших учасників ринку, і при необхідності оформляють угоду. *По-друге*, за допомогою ділінгової інформаційної системи, наприклад, Reuters Dealing 2000, що забезпечує вихід на 17 тис. валютних дилерів з більш ніж 3500 банків і інших організацій в 82 країнах світу з метою одержання їх котирувань і укладання угод [160].

Ділінгова інформаційна система – це інформаційна система, що забезпечує проведення ділінгових операцій на ринку FOREX, а також забезпечує користувача фінансовою інформацією.

Схему інформаційних зв'язків між ДІС клієнта, ДІС брокера та ДІС інформаційних агентств (Reuters, CQG, Bloomberg) наведено на рис. 4.1.

ДІС брокера – це ДІС агента, що надає учасникам міжнародного валютного ринку FOREX можливість укладати угоди з купівлі/продажу валюти. Функції ДІС брокера: клієнтам (за допомогою зв'язку ДІС брокера – ДІС клієнта) надаються поточні котирування курсів валют у режимі реального часу; від клієнтів приймаються заявки

про укладання угод; висилаються підтвердження про укладання угоди; надаються новини економічного характеру; для ДІС інформаційних агентств (Reuters і ін.) надаються котирування курсів валют, що є результатом угод на ринку FOREX (так звані «тверді котирування», засновані на результатах торгів).

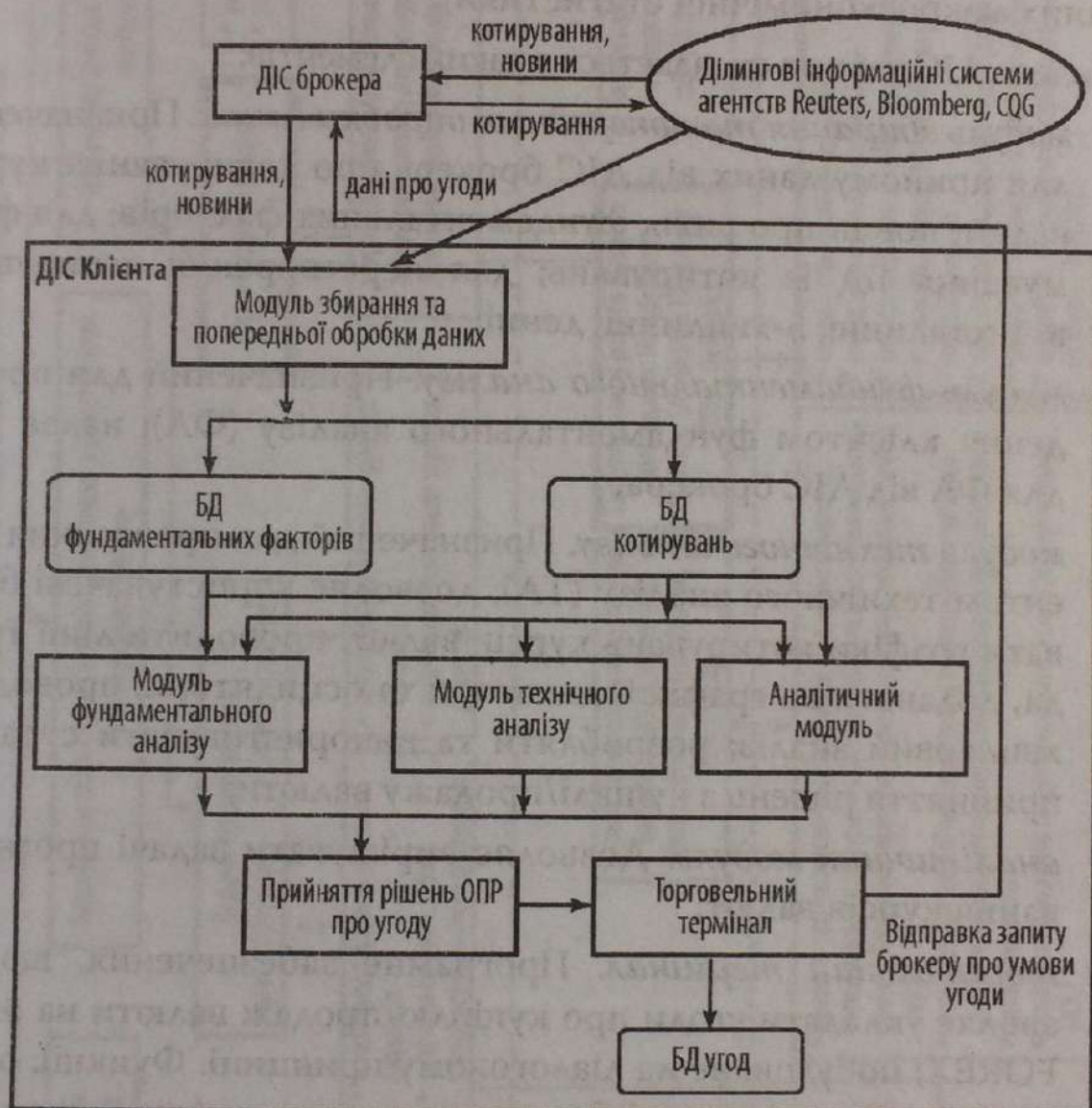


Рис. 4.1. Схема інформаційних зв'язків між ДІС клієнта, ДІС брокера та ДІС інформаційних агентств

ДІС агентств Reuters, Bloomberg, CQG – це ДІС, що надають котирування та новини про вихід фундаментальних факторів у ДІС брокера, і далі – у ДІС клієнта. Котирування ДІС інформаційних агентств є лише інформативними для учасників ринку. Дані котирування показують учасникам середнє значення курсу валют на ринку FOREX.

ДІС клієнта – ДІС, за допомогою якої учасники ринку FOREX одержують котирування курсів валют від брокера, новини про вихід фундаментальних факторів (даних макроекономічної статистики), укладають угоди про купівлю/продаж валют, проводять технічний аналіз (аналіз графіків котирувань) і фундаментальний аналіз (аналіз даних макроекономічної статистики).

Типова ДІС клієнта складається з таких елементів:

- *модуль збирання та попередньої обробки даних.* Призначений для прийому даних від ДІС брокера про котирування курсів валют, новин про вихід фундаментальних факторів; для формування БД із котирувань; для перетворення котирувань в 1-хвилинні, 5-хвилинні, денні;
- *модуль фундаментального аналізу.* Призначений для проведення клієнтом фундаментального аналізу (ФА); надає дані для ФА від ДІС брокера;
- *модуль технічного аналізу.* Призначений для проведення клієнтом технічного аналізу (ТА); дозволяє користувачеві будувати графіки котирувань курсів валют, проводити лінії тренда, додавати на графік індикатори та осцилятори, проводити хвильовий аналіз; розробляти та використовувати стратегії прийняття рішень з купівлі/продажу валюти;
- *аналітичний модуль.* Дозволяє вирішувати задачі прогнозування курсів валют;
- *торгівельний термінал.* Програмне забезпечення, що дозволяє укласти угоди про купівлю/продаж валюти на ринку FOREX; побудоване на діалоговому принципі. Функції: обмін даними між клієнтом і брокером про угоди (передача котирувань від брокера клієнтові, відправлення брокерові запиту про кладення угоди, передача підтвердження брокера про укладену угоду).

ДІС складається з функціональної частини та частини забезпечень. Функціональна частина являє собою множину функціональних задач, вирішення яких реалізується в ДІС. Функціональні задачі, розв'язувані в ДІС, представлено на *рис. 4.2.*

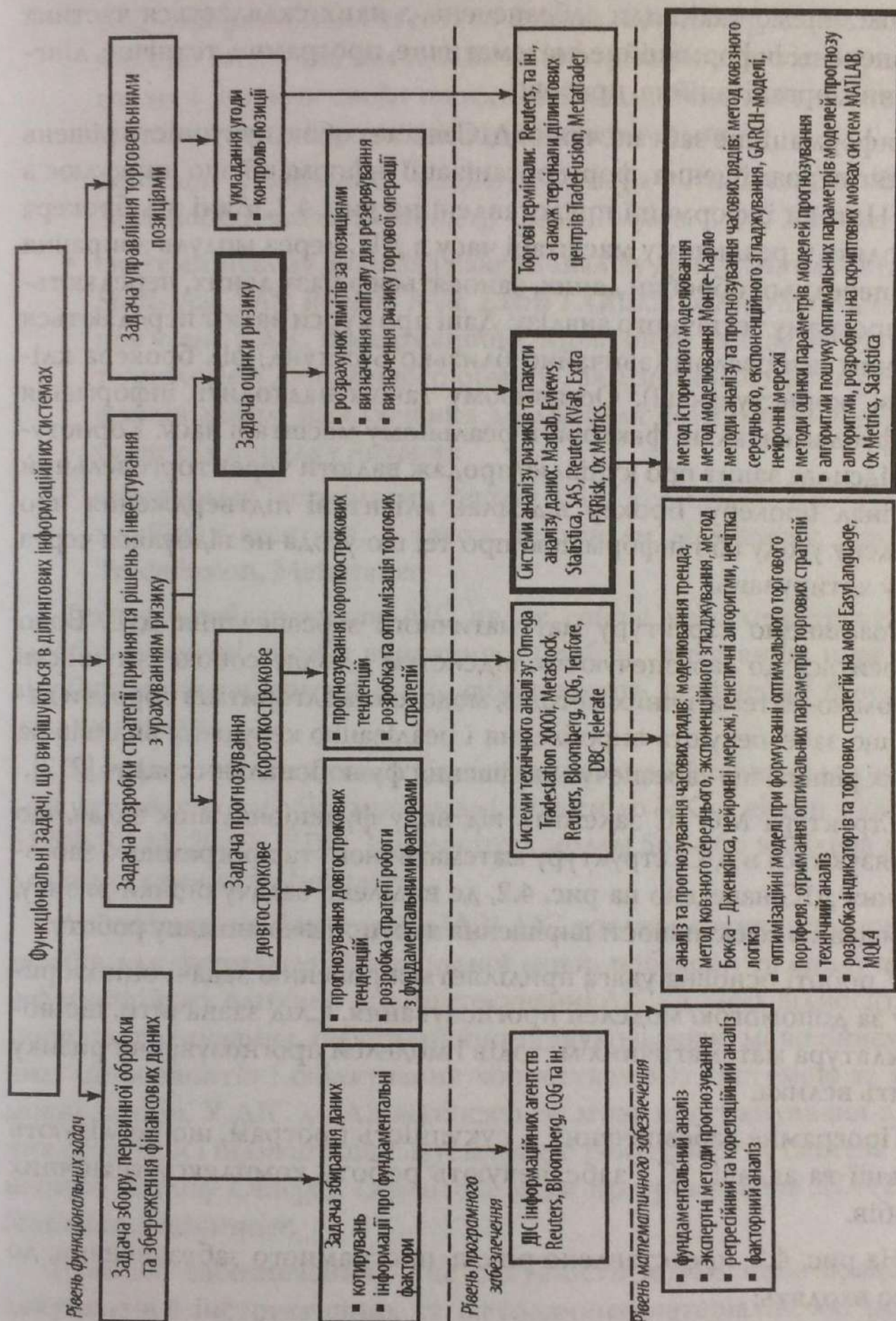


Рис. 4.2. Функціональні задачі, що вирішуються в ДІС, структура математичного та програмного забезпечень ДІС

Розглянемо такі види забезпечень, з яких складається частина забезпечень: інформаційне, математичне, програмне, технічне, лінгвістичне, організаційне, правове.

Інформаційне забезпечення ДІС являє собою сукупність рішень з обсягів, розміщення, форм організації інформації, що циркулює в ДІС. Потоки інформації представлені на рис. 4.1. Дані від брокера надходять у реальному масштабі часу в ДІС через модуль збирання та попередньої обробки даних, заносяться в базу даних, передаються в програму технічного аналізу. Дані про курси валют передаються з різним інтервалом (звичайно близько 5 секунд) від брокера клієнтові (користувачеві). Останньому також надходить інформація про фундаментальні фактори в реальному масштабі часу. Користувач відсилає запит про купівлю/продаж валюти через торговельний термінал брокеру. Брокер відсилає клієнтові підтвердження про укладену угоду або інформацію про те, що угода не відбулася через зміну котирувань.

Розглянемо структуру математичного забезпечення ДІС. Воно відноситься до забезпечуючих підсистем і являє собою сукупність економіко-математичних методів, моделей та алгоритмів обробки даних, що забезпечують вироблення і реалізацію керуючих впливів на різних рівнях, що забезпечує вирішення функціональних задач [212].

Структура МО ІС залежить від виду функціональних задач, що розв'язуються в ДІС; структуру математичного та програмного забезпечення ДІС наведено на рис. 4.2, де виділено задачу оцінки ризику, підвищенню ефективності вирішення якої присвячено дану роботу.

У роботі основна увага приділяється рішенням задач оцінки ризику за допомогою моделей прогнозування. Слід зазначити, що номенклатура математичних методів і моделей прогнозування ризику досить велика.

Програмне забезпечення – сукупність програм, що реалізують функції та задачі ІС і забезпечують роботу комплексу технічних засобів.

На рис. 4.2. представлено рівень програмного забезпечення, до якого входять:

- ДІС інформаційних агентств *Reuters, Bloomberg, CQG*. Інформаційні агентства поставляють інформацію про котирування валют і новини своїм передплатникам. Устаткування та ПО поставляється інформаційними агентствами;
- системи технічного аналізу: *Omega Tradestation 2000i, Metastock, Reuters, Bloomberg, CQG, Tenfore, DBC, Telerate*;
- системи аналізу ризиків і пакети аналізу даних: *Matlab, Eviews, Statistica, SAS, Reuters KVa, Extra FXRisk, Ox Metrics*. Дане ПО пов'язане з ДІС інформаційно. Можливий зв'язок за DDE (за технологією динамічного обміну), за допомогою формування файлів даних, підключення до джерела котирувань через Інтернет (у випадку *Reuters*);
- торговельні термінали: *Reuters* і ін. термінали ДІС інформаційних агентств, а також термінали ділінгових центрів: *TradeFusion, Metatrader*.

Технічне забезпечення ДІС являє собою комплекс технічних засобів (технічні засоби збирання, обробки, зберігання, передачі, відображення інформації), що забезпечують вирішення функціональних задач.

Для ефективної роботи ДІС клієнта необхідний такий склад комплексу технічних засобів (мінімальні вимоги до ПК): Celeron 400Mhz, 64 Mb RAM, 20 GB HDD, 15» монітор, модем 56K або виділена лінія для підключення до Інтернет.

Лінгвістичне забезпечення (ЛЗ) ДІС поєднує сукупність мовних засобів для формалізації природної мови, побудови та сполучення інформаційних одиниць при застосуванні ДІС. До них відносяться: мови програмування, інформаційно-пошукові мови, мови опису даних, мови запитів і спілкування користувачів із системою та інші мовні засоби. У ДІС до ЛЗ відносяться: мова програмування власних стратегій і індикаторів *EasyLanguage PowerEditor* (у системі технічного аналізу *Omega*); скриптові мови програмування *MATLAB, Statistica, Metatrader*.

Правове забезпечення – це сукупність нормативно-правових документів і інструктивних та методичних матеріалів, які регла-

ментують права та обов'язки фахівців і визначають технологічний порядок функціонування ДІС. У цьому випадку це права кожного учасника ринку.

Організаційне забезпечення – комплекс документів, що регламентують діяльність персоналу в умовах функціонування ІС. У даному випадку це порядок проведення ділінгових операцій, міжнародної угоди.

Проте за останнє десятиліття по усьому світі пройшла хвиля банківських криз. У США, наприклад, різко збільшилася кількість випадків банкрутства банків, а кількість самих банків зменшилася. Аналогічні процеси, хоча і у меншому ступені, спостерігалися у Великобританії, Італії, Японії та інших країнах [90].

Ці причини зумовили необхідність розробки нових підходів до проблеми управління валютним ризиком у діяльності банків різних країн світу.

Так, першою міжнародною угодою у сфері управління ризиком є документ, розроблений у липні 1988 р. Базельським комітетом з банківського нагляду (Банк міжнародних розрахунків, м. Базель, Швейцарія) «Міжнародна конвергенція виміру капіталу та стандартів капіталу» [239]. У 1996 р. Базельський комітет вніс виправлення в угоду, а саме: визначив вимоги до ринкових ризиків, дозволив банкам використовувати власні моделі їх оцінки (власні моделі оцінки стандартного відхилення для розрахунку ризику за методом *Value-at-Risk*). У червні 2004 р. Базельський комітет опублікував остаточну версію нового стандарту з назвою «Міжнародна конвергенція виміру капіталу та стандартів капіталу: нові підходи», яку називають також «Базель-II». Впровадження вимог «Базеля-II» для розрахунку регулятивного капіталу і його достатності в повному обсязі для країн-членів Базельського комітету здійснюється з 2006 р. [106].

У 2003 р. Національним банком України прийнято нову концепцію здійснення нагляду за діяльністю комерційних банків «Нагляд на основі ризиків». Сутність концепції – створення в кожній банківській організації власних систем управління ризиками. Згодом вийшла Постанова НБУ № 361 від 02.08.2004 р. «Методичні рекомендації з приводу організації та функціонування систем ризик-

менеджменту в банках України» [5], де описуються ризики, що вимагають контролю, і організаційні заходи щодо контролювання основних видів ризику. Також у цій Постанові (п. 8.3) рекомендується здійснювати підготовку ефективних методик, таких, як розрахунок ризикової вартості (VaR), стрес-тестування для оцінки вартості ринкових позицій банку та оцінки рівня ринкового ризику, з яким зіштовхується банк» [5].

Уведення в дію вимог «Базеля-II» в Україні ставить перед банками безліч завдань з розробки систем управління ризиками, ефективних методів та організаційних заходів щодо управління ними. Вирішення цих завдань забезпечать підвищення фінансової стабільності банків України.

Перед тим, як визначити, що розуміється під терміном «ризик», необхідно пояснити поняття: «об'єкт ризику», «суб'єкт ризику», «джерела ризику», «реалізація ризику», «вартість ризику».

Об'єкт ризику – система, оцінити ефективність і умови функціонування якої на перспективу у вичерпній повноті та з необхідною точністю неможливо [48].

Суб'єкт ризику – особистість або колектив, які зацікавлені в результатах управління об'єктом ризику та мають відповідну компетенцію щодо такого управління та прийняття відповідних рішень щодо об'єкта ризику. *Джерела, фактори ризику* – це процеси, явища, які є причиною невизначеності, конфліктності. *Реалізація ризику* (результат ризику) – перехід об'єкта управління в новий стан під впливом джерела ризику. *Вартість ризику* – величина втрат об'єкта ризику для такого нового стану, що румовлений впливом фактора (факторів) ризику [48].

Проблема ризику широко обговорюється в закордонній і вітчизняній літературі. Ризик при цьому досліджується у зв'язку з фінансовою, банківською, управлінською діяльністю, біржовою грою, страхуванням і т. д.

Існуюча література характеризується неоднозначністю в трактуванні поняття ризику. Різноманітність думок про сутність ризику пояснюється, насамперед, багатоаспектністю цього явища. Розглянемо поняття ризику з різних точок зору (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Огляд визначень поняття «ризик»

Точка зору	Поняття ризику
Національний банк України [5]	Ризик – це ймовірність того, що події, очікувані або неочікувані, можуть мати негативний вплив на капітал і/або надходження банку
Економічна енциклопедія [66]	Ризик – це атрибут прийняття рішень у ситуації невизначеності
Економічна енциклопедія [66]	Ризик банківський – це загроза втрат, пов'язаних зі специфікою банківських операцій, які здійснюють кредитні організації
В. В. Вітлінський, Я. С. Наконечний [49]	Ризик – це вартісне вираження можливої події, що може привести до збитку та виникає через відхилення фактичних даних від оцінених щодо сьогодишнього стану та майбутнього розвитку системи
Великий економічний словник [29]	Поняття «ризик» походить від французького <i>risque</i> і від італійського <i>risico</i> та означає: 1) можливість настання подій з негативними наслідками в результаті певних рішень або дій; 2) імовірність зазнати збитків або упустити вигоду; 3) непевність в одержанні відповідного доходу або збитку
Є. Д. Соложенцев [175]	Ризик – це ситуативна характеристика діяльності банку або фірми, що відображає невизначеність результату та можливі несприятливі наслідки у випадку невдачі
В. В. Вітлінський [48]	Ризик – це економічна категорія, котра відображає особливості сприйняття зацікавленими суб'єктами економічних відносин, об'єктивно існуючих невизначеності та конфліктності, притаманні іманентним процесам цілепокладання, управління, прийняття рішень, оцінювання, що обтяжені можливими загрозами та невикористаними можливостями

Аналіз численних визначень ризику дозволяє виявити основні компоненти, які є характерними для ризикової ситуації:

- наявність об'єкта ризику, суб'єкта ризику, факторів (джерел) ризику;
- наявність альтернативних варіантів розвитку ризикової ситуації (позитивних і негативних);
- відомі або які можна визначити ймовірності можливих варіантів розвитку;
- можна визначити розмір можливих збитків у випадку настання небажаного результату;
- суб'єкт ризику може вживати дії щодо його зниження.

Поняття «ризик» і «невизначеність» широко використовуються в сучасній науковій літературі. Слід зазначити, що різниця між ризиком і невизначеністю пояснюється наявністю (у випадку ризику) або відсутністю (у випадку невизначеності) можливості визначення ймовірнісних характеристик неконтрольованих змінних (факторів ризику). Якщо існує можливість якісно або кількісно визначити ймовірність настання того або іншого результату ситуації, то цю ситуацію будемо називати «ризиковою».

У роботі розглядається валютний ризик. Валютний ризик – це можлива подія виникнення збитків внаслідок несприятливої зміни курсів іноземних валют щодо відкритих позицій банківського портфеля в іноземних валютах.

Визначимо особливості валютного ризику серед інших його видів:

- валютний ризик є спекулятивним. Це означає, що при реалізації ризику можливий як несприятливий (збитки), так і успішний (одержання прибутку) результат;
- на об'єкт валютного ризику діють фактори, специфічні саме для валютного ринку, на відміну від ринку акцій;
- валютний ризик може вимірюватися кількісно, оскільки він відноситься до групи фінансових ризиків.

Саме тому, що банківські валютні позиції можуть бути як довгими, так і короткими, для оцінки ризику необхідно брати як позитивні, так і негативні прибутковості фінансового активу.

Проаналізувавши різні визначення поняття «ризик», можна дійти висновку, що дане поняття не досить повно відображає всі аспекти розглянутої проблеми прогнозування валютного ризику в ДІС. Тому виникає завдання вдосконалення поняття ризику.

Отже, визначимо якісні ознаки, що характеризують ризик [48]:

- об'єктивність ризику (ризик існує через об'єктивні категорії конфліктності, невизначеності, відсутності достатньої кількості інформації);
- суб'єктивність ризику (пояснюється відношенням до ризику, психології суб'єктів ризику – осіб, що приймають рішення в умовах ризику);

- всеосяжний характер ризику (ризик властивий багатьом сферам діяльності людей);
- ризиком обтяжені прогнози стану об'єктів управління, тому що неможливо безпомилково пророчити можливі стани системи в майбутньому;
- ризик виникає в процесі генерації цілей об'єкта управління. Він пов'язаний з очікуваннями та зацікавленістю суб'єкта ризику у вигідних йому станах об'єкта ризику в майбутньому;
- необхідно чітко розрізняти ризик (ситуацію, що приводить до певної події) і міру ризику (ймовірність переходу ОУ в новий стан під впливом фактора ризику);
- необхідно враховувати динаміку зміни множини факторів ризику, розвитку об'єкта управління, і у зв'язку із цим вивчати динаміку вартості ризику.

Проаналізувавши різні визначення поняття «ризик», пропонуємо власне визначення цього поняття в ДІС. Ризик – це загроза втрати при переході об'єкта управління O_i (об'єкта ризику), який знаходиться в ситуації ризику $S_j, j \in [1, 1]$ (ризиковій ситуації), в новий стан ST_m (реалізацію ризику), $m \in [1, M]$, під впливом стохастичних факторів ризику $F_k, k \in [1, K]$ (джерел ризику) при перевищенні фактором ризику певного критичного значення. При цьому суб'єкт ризику може оцінити величину ймовірності $P_m, m \in [1, M]$ переходу в новий стан внаслідок впливу факторів ризику і величину можливих втрат VaR_m , і має можливість здійснювати керуючі впливи, спрямовані на зниження ймовірності настання небажаного стану об'єкта управління (рис. 4.3).

Визначимо функціональні задачі, що розв'язуються в банківських установах, в яких необхідно здійснювати прогнозування валютного ризику. Для цього дослідимо організаційну структуру банківської системи України.

Сучасна банківська система України є дворівневою: складається із НБУ на верхньому рівні і комерційних банків різних видів і форм власності – на нижньому. Однією з основних функцій НБУ є контроль ризиків [2]: забезпечення стабільності грошової одиниці України; проведення банківського регулювання та нагляду.

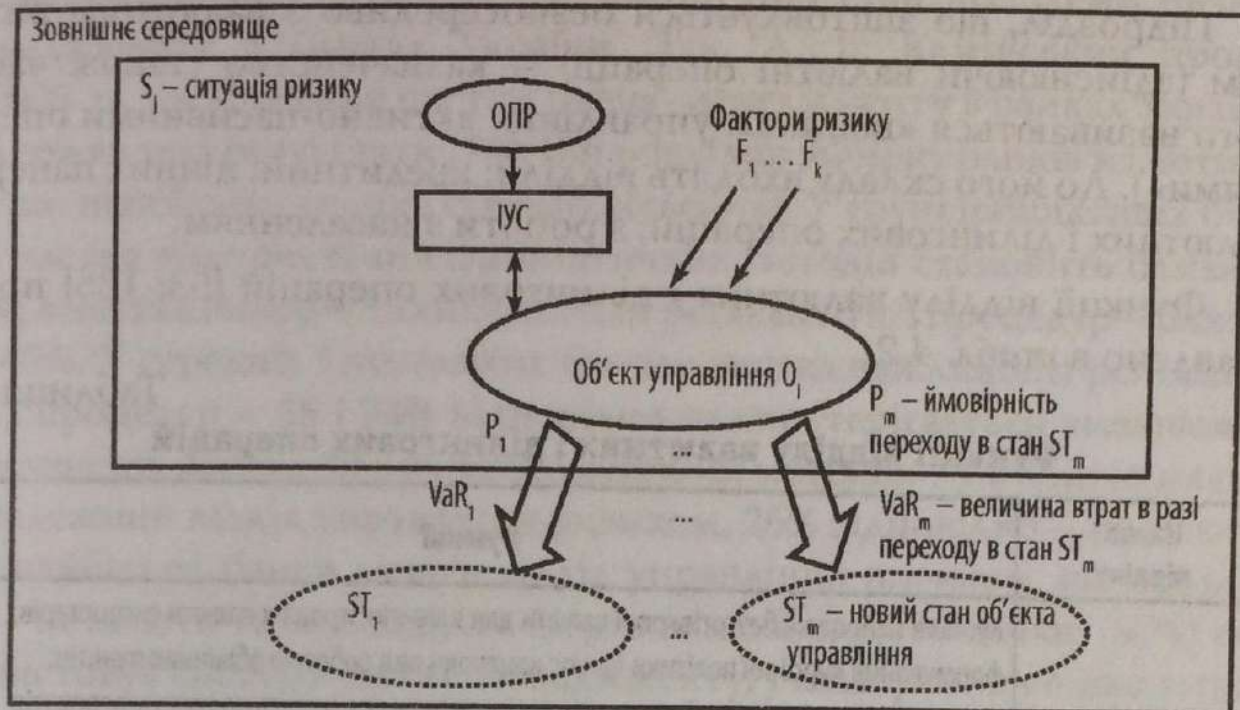


Рис. 4.3. Схема взаємодії елементів поняття «ризик»

Комерційний банк як об'єкт ризику акумулює вільні засоби та заощадження одних учасників економічної системи та, здійснюючи кредитні операції, надає кредитні ресурси для розвитку іншим учасникам економічної системи. Таким чином, комерційний банк бере на себе ризик, що переклали на нього особи, що вклали гроші в банк. Від того, наскільки ефективно буде функціонувати підсистема управління ризиком в банківських ІС, буде залежати успішність фінансових операцій банку [136].

Структура управління комерційного банку залежить від форми власності та спеціалізації [136]. Органами управління банку є загальні збори акціонерів, наглядова рада та правління (рада директорів) банку. Також існують комітети: кредитний, комітет з управління активами та пасивами, фінансовий комітет, комітет з інформаційних технологій. Комітети, на відміну від правління банку, вже повністю залучені до процесу управління всіма ризиковими позиціями банку за допомогою затвердження внутрішньої нормативної бази прийняття як стратегічних, так і тактичних управлінських рішень відносно виконання стратегічних та тактичних планів, відкриття ризикових позицій [85].

Підрозділ, що зіштовхується безпосередньо з валютним ризиком (здійснюючи валютні операції) – казначейство (також часто його називаються «відділом управління активно-пасивними операціями»). До його складу входять відділи: кредитний; цінних паперів; валютних і ділінгових операцій; з роботи з населенням.

Функції відділу валютних і ділінгових операцій [53; 136] представлено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Функції відділу валютних і ділінгових операцій

Назва відділу	Функції
Відділ валютних і ділінгових операцій	Купівля та продаж безготівкової валюти для клієнтів; продаж валюти експортерів; формування курсової політики банку; контроль над роботою обмінних пунктів; продаж дорожніх чеків; відправлення, одержання та виплата валютних переказів клієнтів; перекази за допомогою системи Western Union; контроль над дотриманням встановлених законодавством строків експортно-імпортних операцій; ділінгові операції на валютних ринках, операції з валютою спот; технічний і фундаментальний аналіз курсів валют; прогнозування валютних курсів, прогнозування валютного ризику.

Нижче наведемо основні задачі, за вирішення яких необхідно розраховувати оцінку валютного ризику [53; 150]:

- оцінка ризику активів при складанні інвестиційного портфеля на ринках: валютному; фондовому; товарному; дорогоцінних металів і т. д.;
- розрахунок капітала для резервування, достатнього для покриття можливих збитків на спекулятивних ринках (за міжнародною згодою «Базель-II») у ділінгових операціях;
- планування ділінгових операцій (вибір активів для відкриття позицій);
- управління лімітами за відкритою позицією на міжнародному або міжбанківському валютному ринку;
- установлення нормативів величини власного капіталу банку щодо величини його активів.

У зв'язку з обмеженістю доступу до банківської інформації про існуючі системи управління ризиками (системи ризик-менеджменту)

проведемо аналіз наукових публікацій про стан проблеми ризик-менеджменту в банках України. Так, А. Б. Камінський провів у 2005 р. дослідження систем ризик-менеджменту в банках України і одержав такі результати [76]. Він розділив вибірку банків на чотири групи: найбільші, великі, середні, невеликі. У групі найбільших банків частка використання математичних методів становить близько 30%, а частка використання системи регламентів і процедур – близько 45%. У середніх і невеликих банках частка важливості регламентів і процедур – 58 і 74% відповідно та спостерігається зменшення важливості застосування математичних методів. 74% банків мають незалежний відділ управління ризиком, 26% відповідно – не мають. Усі найбільші банки мають відділ управління ризиком, всі невеликі – не мають такого відділу. Переважна більшість банків (80%) використовує системи ризик-менеджменту, у яких ризики оцінюються окремо за кожною категорією. У статті [106] зазначено важливість зниження фінансових ризиків, тому що вони мають найбільш високий вплив на банківську організацію серед інших видів ризику.

Як показало дослідження поточної ситуації з проблеми прогнозування валютного ризику в банках України, сьогодні банки базуються більше на системі регламентів, ніж на застосуванні математичних методів і моделей оцінки ризику. Це зумовлюється відсутністю практики застосування математичних методів і моделей оцінки ризику [106].

Дослідимо ефективність існуючої інформаційної технології прогнозування валютного ризику.

4.2. Оцінка ефективності існуючих інформаційних технологій прогнозування ризику в ділінгових інформаційних системах

4.2.1. Визначення ефективності інформаційних технологій прогнозування ризику

У зв'язку з великою кількістю банкрутств фінансових установ через втрати, пов'язані з валютним ризиком, для визначення

причин недостатньої ефективності роботи підрозділів, відповідальних за ризик-менеджмент, дослідимо існуючу інформаційну технологію прогнозування валютного ризику.

Відповідно до ГОСТ 7.0-99 (п. 3.2.1.1), інформаційна технологія – сукупність методів, виробничих процесів і програмно-технічних засобів, об'єднаних у технологічний комплекс, що забезпечує збирання, створення, зберігання, накопичення, обробку, пошук, вивід, копіювання, передачу та поширення інформації.

Інформаційна технологія прогнозування ризику (ІТПР) реалізується за допомогою ділінгових інформаційних систем.

Ефективність інформаційної технології прогнозування валютного ризику в ДІС можна представити як функцію:

$$E_{ІТПР} = f(E_{ІЗ}, E_{МЗ}, E_{ПЗ}, E_{ТЗ}, E_{ОЗ}, E_{ЕЗ}, E_{ЛЗ}),$$

де $E_{ІЗ}$ – ефективність інформаційного забезпечення ІУС;

$E_{МЗ}$ – ефективність математичного забезпечення ІУС;

$E_{ПЗ}$ – ефективність програмного забезпечення ІУС;

$E_{ТЗ}$ – ефективність технічного забезпечення ІУС;

$E_{ОЗ}$ – ефективність організаційного забезпечення ІУС;

$E_{ЕЗ}$ – ефективність ергономічного забезпечення ІУС;

$E_{ЛЗ}$ – ефективність лінгвістичного забезпечення ІУС.

Розглянемо структуру існуючої інформаційної технології прогнозування валютного ризику в ДІС і проаналізуємо ефективність кожного із забезпечень на кожному етапі інформаційної технології.

Інформаційна технологія прогнозування валютного ризику в ДІС складається з таких етапів.

Етап 1. Збирання, попередня обробка та зберігання даних. Цей етап складається з операцій.

1.1. Одержання котирувань валютної пари за необхідний період і побудова графіка валютної пари із заданим часовим інтервалом у ділінговій інформаційній системі.

1.2. Експорт даних у формат, що необхідний для відкриття файлу даних у модулі прогнозування валютного ризику.

1.3. Попередня обробка даних. Усунення викидів. Перетворення часового ряду курсу валют на ряд прибутковості.

Дані операції здійснюються співробітником відділу ризик-менеджменту на підставі поточного завдання з розрахунку ризику для заданої валютної пари. Робота проводиться в ДІС. Як показало дослідження наукових публікацій, практичних і наукових проблем на даному етапі не виникає.

Етап 2. Обробка даних.

2.1. Визначення статистичних характеристик вибірки прибутковості.

2.2. Перевірка гіпотези про нормальність закону розподілу вибірки прибутковості.

2.3. Перевірка гіпотези про наявність гетероскедастичності.

2.4. У випадку нормального розподілу обирається параметрична модель, в інших – непараметрична.

2.5. Оцінка параметрів параметричної моделі.

2.6. Оцінка параметрів непараметричної моделі.

Етап 3. Передача та відображення даних.

3.1. Відображення прогнозу валютного ризику на екрані та збереження файлу прогнозу.

Дана операція здійснюється співробітником відділу ризик-менеджменту на підставі поточного завдання з розрахунку ризику для заданої валютної пари. Робота провадиться в ДІС або використовується програмне забезпечення аналізу та прогнозування ризику. Як показало дослідження наукових публікацій, практичних і наукових проблем на даному етапі не виникає.

Як показало дослідження робіт [76; 106; 107; 137; 221; 239], найбільш часто проблеми виникають на етапі 2, тобто через неефективність математичного забезпечення ДІС. Тому необхідно більш докладно дослідити математичні методи та моделі, застосовувані для розрахунку валютного ризику.

4.2.2. Аналіз методів і моделей прогнозування ризику

Проблемі аналізу та прогнозування ризику в цей час присвячено безліч робіт як закордонних, так і вітчизняних вчених. Найбільш відомими методами та моделями прогнозування валютного ризику є: кількісна оцінка ризику *VaR* (*Value-at-Risk*); історичне моделювання; імітаційне моделювання.

Основне припущення методу історичного моделювання (далі – метод *HS*) полягає в тому, що історичний розподіл прибутковості залишиться незмінним протягом наступного періоду. Тому під час оцінки *VaR* використовується емпіричний розподіл прибутковості. Метод *HS* не вимагає припущення про нормальний закон розподілу та серійну незалежність спостережень. Визначення величини резервів, необхідних для покриття можливих збитків від реалізації ринкового ризику методом *HS*, складається з таких етапів:

- побудова емпіричної функції розподілу прибутковості фінансового активу;
- визначення величини прибутковості, що відповідає α -квантилю розподілу прибутковості фінансового активу.

Однак даний метод має протиріччя: для більш точного визначення прибутковості необхідно брати більш довгий часовий ряд, що, з іншого боку, не дозволяє швидко адаптуватися до змін у рівні прибутковості.

Оцінка фінансових ризиків у західних банках здійснюється за допомогою методу *Value-at-Risk* (*VaR*). В Україні використання методу *VaR* як рекомендація НБУ здійснюється в якості одного з компонентів системи управління ринковими ризиками комерційного банку [88].

Уперше концепція ризикової вартості стала використовуватися великими банками наприкінці 1980-х – початку 1990-х рр. для виміру сукупного ризику торговельного портфеля [100]. Сьогодні цей метод особливо широко застосовується міжнародними банківськими організаціями як основа при встановленні нормативів величини капіталу банку [133].

Показник *VaR* – кількісна оцінка величини збитків, що із заданою ймовірністю не перевищать можливі втрати банківського порт-

феля протягом заданого періоду часу за умови збереження поточних тенденцій ринкової кон'юнктури.

Довірчий рівень звичайно обирається ризик-менеджером залежно від ступеня відношення до ризику, відбитого в регламентуючих документах наглядових органів або прийнятого в корпоративній практиці. Наприклад, Базельський комітет з банківського нагляду рекомендує використовувати довірчий рівень 99%.

Інтервал прогнозування для аналізу показника VaR звичайно визначається таким періодом часу, протягом якого структура банківського портфеля не перетерплює істотних змін. Звичайно VaR розраховується на одно- і 10-денний період.

Слід зазначити, що представити оцінку VaR можна двома способами: в абсолютному та у відносному вираженні. Для заданого довірчого рівня α і часового інтервалу t у відносному вираженні оцінка VaR для довгих (*Long*) і коротких (*Short*) позицій розраховується в такий спосіб:

$$VaR_{Long_t}^{\alpha} = (M - |k_{\alpha}| \sigma_t); \quad VaR_{Short_t}^{\alpha} = (M + |k_{\alpha}| \sigma_t), \quad (4.1)$$

де M – середнє значення прибутковості фінансового активу. Як правило, для короткострокових позицій вважається, що $M = 0$;

k_{α} – α -квантиль нормального розподілу;

σ_t – прогнозне значення стандартного відхилення ряду прибутковості.

В абсолютному вираженні оцінка VaR розраховується в такий спосіб:

$$Va_{\alpha} = W_t \times VaR_{Long_t}^{\alpha}; \quad Va_{\alpha} = W_t \times VaR_{Short_t}^{\alpha}, \quad (4.2)$$

де α – довірчий рівень;

W_t – вартість активів у момент часу t .

Визначимо вид вихідних даних (тип прибутковості). Прибутковість – величина, що характеризує односторонній прибуток від вкладення в даний актив. Розрізняють процентну та безупинно нарощувану (логарифмічну) прибутковість. Часто дослідники застосовують

логарифмічні прибутковості, які можуть складатися в накопичений прибуток (робота з реінвестуванням), що неможливо при використанні процентних змін цін. Це пояснює те, чому логарифмічна прибутковість більше підходить для аналізу валютних ринків, ніж процентні зміни цін.

Таким чином, прибутковість визначається в такий спосіб:

$$\varepsilon_t = \ln \frac{S_t}{S_{t-1}}, \quad (4.3)$$

де S_t – ціна активу в момент часу t .

Оцінка VaR – це найбільший збиток, що може відбутися протягом періоду часу Δt з імовірністю α . Вважається, що за період часу Δt склад портфеля не змінюється.

Таким чином, оцінка ризику залежить від ефективного прогнозу волатильності (стандартного відхилення), що виступає як міра ризику.

Найменш очікувана ціна наступного дня із заданою ймовірністю $(1 - \alpha)$ визначається в такий спосіб:

$$P_{t+1}(1 - \alpha) = P_t e^{(M(\varepsilon_t) - k_{1-\alpha} \sigma_t)}, \quad (4.4)$$

де $M(\varepsilon_t)$ – середнє значення прибутковості;

$k_{1-\alpha}$ – квантиль нормального розподілу за заданого довірчого рівня $(1 - \alpha)$. Під квантилем рівня α розуміється таке значення k_α випадкової величини z , для якого ймовірність події $z < k_\alpha$ дорівнює α . Для найбільш часто використовуваних значень довірчого рівня $1 - \alpha = 0,95$ і $1 - \alpha = 0,99$ відповідні квантилі будуть дорівнювати: $k_{0,05} = -1,65$ і $k_{0,001} = -2,33$.

Найбільш часто застосовуваними на практиці методами прогнозу стандартного відхилення як складової при розрахунку ризику є: метод прогнозу ризику з використанням моделей сімейства *GARCH*, метод експоненційного згладжування (відомий також за назвою *RiskMetrics*).

Метод експоненційного згладжування є найпоширенішим для прогнозування валютного ризику завдяки компанії *RiskMetrics*, але за результатами порівняння [107] модель *RiskMetrics* повільніше реагує на зміну кластерів волатильності (ця модель заснована на моделі експоненційного згладжування), ніж модель *GARCH*. У той же час *GARCH*-модель, навпаки, занадто чутлива до різких флуктуацій.

У роботі [107] відзначено, що традиційні параметричні моделі, використовувані для обчислення міри ризику VaR і широко застосовувані на розвинених ринках, можуть виявитися непридатними для використання на ринках, що розвиваються, та нестабільних ринках без тонкого настроювання та постійного коректування параметрів моделі. У роботі [246] проводиться оцінка ефективності моделей прогнозу ризику, однак у ній не оптимізуються параметри моделі експоненційного згладжування.

Проблема, яка виникає за оцінки капіталу за методом VaR , полягає в тому, що модель повинна давати найбільш точний прогноз стандартного відхилення прибутковості фінансового активу при найменшій величині резервних коштів. Наприклад, деякі моделі покривають весь ризик (кількість перевищень реальною прибутковістю спрогнозованих значень – мінімальна, і на вимогу Банку міжнародних розрахунків модель попадає в «зелену» зону [239]), але величина капіталу, необхідного для покриття можливих збитків, занадто велика, і вона «заморожується», що є негативним чинником, тому що вона вже не використовується для проведення більш дохідних операцій. Тому необхідно протестувати існуючі моделі і за даним критерієм.

Перелічимо головні недоліки методу VaR :

- оцінка VaR спирається винятково на статистичні властивості часового ряду фінансового інструмента та не дає відповіді на питання, чим зумовлено ризик – фундаментальною чи технічною інформацією.
- для оцінки VaR використовується та або інша модель, а це означає наявність модельного ризику в розрахунках. Тому, якщо моделі мають практично однакову ефективність, необхідно обирати менш складну. Також необхідна періодична перевірка адекватності застосовуваної моделі;
- VaR добре працює у випадку стабільного стану на ринках і перестає адекватно відображати величину ризику, якщо на ринках відбуваються значні зміни та розподіл прибутковості не є нормальним.

Як відзначає багато дослідників [228; 231; 235; 240; 243; 254; 263; 269], викиди у фінансових рядах зустрічаються частіше, ніж очікуються за нормальним законом розподілу, особливо на ринках, що розвиваються. Тому оцінка та прогноз ризику за методом *VaR* часто не є адекватною, що вимагає розробки вдосконаленого методу оцінки та прогнозування валютного ризику.

4.2.3. Аналіз досліджень щодо оцінки ефективності методів і моделей прогнозування ризику

Набір моделей, оцінку ефективності яких проводили дослідники у своїх роботах [225; 241], практично однаковий. Це такі моделі, як: *GARCH*, *Riskmetrics*, *Moving Average*, метод історичного моделювання, а також різновиди моделі *GARCH* (*EGARCH*, *TGARCH*). Слід зазначити, що не завжди використовувалися оптимальні параметри даних моделей. Так, у роботі [246] модель *Riskmetrics* будується тільки з декількома значеннями параметра згладжування (0,85; 0,97; 0,99), а оптимального значення параметра згладжування не визначають. Таким чином, ефективність моделі *Riskmetrics* може відрізнятись від оптимальної.

Критерії оцінки ефективності в проаналізованих роботах [51; 67; 229; 234; 242; 244; 258; 260; 264] такі: *RMSE*, *LKHD*, *MAE*, *MSE*. Дані критерії не відображають економічний зміст моделей, не дозволяють оцінити ефективність моделей для практичного використання (немає, наприклад, можливості порівняти моделі за кількістю перевищень прогнозного значення реальним, і т. д.).

У роботі [110] наведено такі критерії, що відображають економічний зміст моделей прогнозу ризику: кількість перевищень, величина середнього невикористаного капіталу, середня величина одноденного перевищення.

Недоліком існуючих підходів до оцінки ефективності є відсутність критерію рівня відносних втрат, тобто критерію, що показує не кількість перевищень, а значення втрат при перевищенні прогнозного значення ризику на кожному кроці прогнозу. При цьому рівень значущості (кількість перевищень) може відповідати заданому, але рівень (величина) втрат може відрізнятись від заданого.

Щодо використовуваних даних, то дослідники (роботи [67; 246; 258]) в основному використовують тільки котирування курсів валют і акцій, а не змодельовані дані, що не дає гарантії, що моделі будуть мати таку ж ефективність на рядах з іншими статистичними характеристиками.

У роботі [107] автори проводять експерименти з тестування моделей прогнозу ризику для російських курсів акцій (РАО ЄЕС, «Лукойл» і ін.). Розглянуті моделі: постійних коваріацій; експоненційно-зважених коваріацій; GARCH(1,1)-модель. Однак змодельованих даних з різними статистичними характеристиками дослідники не використовують.

Змодельовані дані використовувалися в роботі [246]; запропоновано наступні параметри моделі GARCH, які дозволяють моделювати дані з гетероскедастичністю і заданим ексцесом:

- для одержання даних з ексцесом, дорівнюючим трьом, дані генеруються за моделлю GARCH(1,1) з параметрами $\alpha_1 = 0,05$, $\beta_1 = 0,90$;
- для одержання даних з ексцесом більш трьох дані генеруються за моделлю GARCH(1,1) з параметрами $\alpha_1 = 0,09$, $\beta_1 = 0,90$.

Однак дослідниками в даній роботі не використовувалися дані зі значеннями ексцесу, що послідовно збільшується від невеликого значення (до трьох) до великого (від трьох до 16), і тому оцінка ефективності неповна, оскільки не досліджено поведіння моделей у ситуаціях з іншими значеннями ексцесу.

Аналіз існуючих досліджень дозволив зробити висновок про те, що задачу дослідження ефективності моделей прогнозування валютного ризику в різних умовах і за різних статистичних характеристик фінансового часового ряду не вирішено. Тому виникає задача проведення розширеної оцінки ефективності моделей прогнозування валютного ризику, у якій враховувалися б різні статистичні характеристики фінансових часових рядів і використовувалися критерії, що відображають економічну ефективність використання існуючих методів і моделей прогнозування валютного ризику.

4.2.4. Дослідження програмних засобів вирішення задачі прогнозування ризику в ділінгових інформаційних системах

Визначимо вимоги до ділінгової інформаційної системи. ДІС має забезпечувати:

- одержання котирувань і новин у режимі реального часу;
- функціонування в діалоговому режимі;
- неперевищення певного мінімального часу відповіді на запит клієнта про котирування валюти, за якою клієнт бажає здійснити транзакцію;
- зберігання історії котирувань і новин у базі даних;
- відображення графіків і індикаторів на екрані монітора;
- можливість проведення технічного та фундаментального аналізів, прогнозування курсів валют з необхідним рівнем вірогідності;
- можливість прогнозування валютного ризику;
- необхідну ефективність математичного забезпечення;
- одержання котирувань у мережі Інтернет за періоди відсутності підключення до ДІС брокера;
- надійний захист від несанкціонованого доступу.

Перейдемо до аналізу існуючих ДІС: *Reuters iScreen*, *Signal*, *Dow Jones*, *Telerate*, *Bloomberg*, *TenFore*, *CQG*, *Omega Tradestation 2000i*.

Ділінгову ІС *Reuters iScreen* призначено для укладання угод купівлі-продажу валют, кредитно-депозитних операцій на міжбанківському ринку з використанням інформації, переданої міжнародним агентством *Reuters* за каналами супутникового зв'язку. Через систему, що працює в режимі реального часу, клієнт одержує можливість спостерігати за станом основних фінансових ринків, здійснювати з терміналів угоди на ринках іноземних валют, термінових контрактів і цінних паперів. *Reuters* пропонує такі програмні продукти: *Reuters Terminal* і *Reuters Graphics* на базі інформаційної платформи *Reuters iScreen*, а також *Reuters Series 2000*, *3000*, *Kobra*. *Reuters Terminal* – додаток для робочої станції, призначений для відображення новин і фінансової інформації в режимі реального часу

[59]. Функції *Reuters Terminal* такі: відображення на екрані монітора котирувань у режимі реального часу; відображення новин. *Reuters Kobra* – програмний додаток для робочої станції на базі ПК, призначений для відображення новин і фінансової інформації від Reuters у режимі реального часу. *Kobra* дозволяє створювати власні інформаційні екрани з необхідними новинами, котируваннями, графіками [59, 60]. *Reuters Graphics 3.5* є інструментом, який можна використувати для аналізу та складання діаграм даних, наданих Reuters і іншими фінансовими інформаційними службами [281]. *RG Standard* пропонує основні базові функції, включаючи трендові лінії та трендові канали в кожній діаграмі. *RG Professional* пропонує 65 індикаторів технічного аналізу з можливістю побудови власних, шість видів трендових ліній (до 200 ліній на одному графіку). [280].

Служба *Reuters Money 2000* надає інформацію передплатникам у режимі реального часу про курси 125 валют світу, процентних ставках, форвардних котируваннях, основних новинах економічного та політичного життя у світі та в окремих країнах. Інформація надходить за каналами агентства із двох джерел [137]. По-перше, від вкладників системи, що мають право введення своєї інформації в спеціальні сторінки. По-друге, від кореспондентів агентства, що готують інформацію про події економічного, політичного життя у вигляді статей, міні-статей, що з'являються на екрані в хронологічній послідовності під короткими заголовками.

У рамках пропонованого продукту *DBC Signal* поставляються дані з найбільших світових бірж і міжнародного ринку FOREX, використовуючи FM-діапазон, Internet, кабельні канали, супутникове віщання та інші системи передачі даних [278], що дає можливість повністю відслідковувати ситуацію на глобальному фінансовому ринку в режимі реального часу. Передплатники одержують фінансові, економічні та політичні новини DBC.

Інформаційна система *DBC Signal* пропонує через супутникові канали в режимі реального часу котирування валют від 250 найбільших банків світу; котирування ф'ючерсів і опціонів з провідних товарних бірж Європи, Америки та Азії; поточні котирування більш ніж 20000 акцій; 230 ринкових індикаторів; новини, коментари

рі та аналітичні огляди від інформаційних агентств. Інформаційна система *DBC Signal* дозволяє: будувати intraday-графіки в режимі реального часу; формувати daily-графіки з використанням архівів (безкоштовні архівні дані за період до 15 років); використовувати 20 вбудованих базових індикаторів технічного аналізу; вести портфель, переоцінка якого відбувається в режимі реального часу залежно від поточних цін; фільтрувати новини за умов будь-якої складності; транслявати дані в системи технічного аналізу *TradeStation*, *SuperCharts*, *OptionStation* і *MetaStock*.

Інформаційна служба агентства «Доу-Джонс Телерейт» (*Dow Jones Telerate*) пропонує аналогічний набір новин, котирувань валют, процентних ставок і т. д. Найбільший інтерес для дилерів, що проводять арбітражні операції, становить послуга *Teletrack*, що дозволяє будувати графіки і проводити технічний аналіз.

Ділінгова *IC Bloomberg* дає можливість ділерам не тільки відслідковувати поточний стан фінансових ринків, але й розробляти стратегії, формувати інвестиційні портфелі з розрахунком прибутковості, робити графіки та проводити їх аналіз. Крім цього, на екрані термінала «Блумберг» дилер може вивести телевізійні програми фінансових новин, а також слухати інформаційні радіоповідомлення.

Ділінгова *IC TenForex*. Функції: надання даних про міжнародні ринки – курси валют (spot, 20 валют), грошовий ринок, світові фондові індекси. *TenForex* підтримує динамічний обмін даними DDE, що дозволяє одержати доступ до даних *Tenforex* у режимі реального часу з інших додатків *Windows*, наприклад, *Microsoft Excel*. *TenForex* може поставляти дані в системи технічного аналізу *TradeStation 2000i*, *MetaStock 7 Pro*, а також в усі програми, що підтримують технологію DDE.

Ділінгова *IC CQG*. Пропонований пакет дозволяє проводити технічний аналіз, одержувати новини економіки та політики, а також будувати власні механічні торговельні системи.

Ділінгова *IC Omega TradeStation 2000i*. Функції: можливість створення торговельних стратегій з використанням інструментів технічного аналізу, серйозною графічною підтримкою та базою для створення індикаторів і стратегій будь-якого ступеня складно-

сті. У системі є внутрішня мова – *Easy Language*, на якій написано стратегії та індикатори; власні стратегії можна протестувати по історії та оптимізувати за будь-яким параметром (наприклад, відносно кількості прибуткових угод до збиткових, суми на рахунку після торгів і за багатьма іншими). *TradeStation 2000i* складається із трьох програм, що працюють разом. Це – *GlobalServer*, *EasyLanguage PowerEditor* і *TradeStationDesktop 2000i*. *GlobalServer* – це база даних котирувань валют. *EasyLanguage PowerEditor* – це середовище для розробки власних індикаторів, стратегій, функцій. *TradeStation desktop* – це робоча область, де можна будувати графіки курсів валют, аналізувати ринок і т. д.

Аналіз показав, що існуючі ДІС не містять аналітичний модуль аналізу та прогнозування ризиків.

Проведемо аналіз систем прогнозування ризику: *Reuters KVaR+*, *SAS Risk Management*, *Extra FXRisk 1.0*.

Система аналізу валютних ризиків *Reuters KVaR+* являє собою клієнт-серверний додаток, призначений для управління ризиками, надає можливість розрахунку показників вартості ризику (*Value-at-Risk*, *VaR*), підтримує різні методи розрахунку вартості ризику, включаючи історичне моделювання, *Risk Metrics* та аналіз можливих сценаріїв і чутливості.

Система *KVaR+* складається із двох клієнтських додатків: ринковий та адміністративний. Ринковий додаток представляє собою генератор звітів, які використовуються для виміру та управління ризиками. Дозволяє визначити вартість ризику із застосуванням того або іншого методу та валютних курсів, збережених у базі даних *KVaR+*, або чутливість до застосування тих або інших сценаріїв зміни ринкових умов. Адміністративний додаток управляє системою, визначаючи ліміти, забезпечує взаємодію бази даних з зовнішніми системами.

Комплексне рішення з управління ризиками *SAS Risk Management* компанії *SAS* дозволяє оцінювати та аналізувати ринкові, кредитні та інші види ризиків, використовуючи широкий набір сучасних аналітичних методик [64]: переоцінка активів відповідно до їх поточної вартості (*Mark-to-Market*); аналіз чутливості (*Sensitivity*

Analysis); аналіз кривої та поверхні прибутків/збитків (*Profit/Loss Curve Analysis*); сценарний аналіз та перевірка на стабільність за екстремальних ситуацій (*Scenario Analysis and Stress Testing*); дельта-нормальний аналіз (*Delta-Normal Analysis*); моделювання (*Simulation Analysis*): історичне моделювання (*Historical Simulation*); сценарне моделювання (*Scenario Simulation*); моделювання методом Монте-Карло (*Monte-Carlo Simulation*). Рішення *SAS Risk Management* має модульну структуру.

Система оцінки валютного ризику *Extra FXRisk 1.0* компанії «Екстра Консалтинг» (Київ) являє собою комплекс аналітичних моделей і процедур, призначених для розрахунку та надання інформації для прийняття рішень у сфері управління валютними ризиками. Система підтримує можливість роботи з трьома валютами – *USD*, *EUR*, *RUB* [65]. У системі *Extra FXRisk* реалізовано підходи до виміру валютних ризиків на основі методології *Value-at-Risk (VaR)* і стрес-тестування. Вона становить комплекс, що дозволяє оцінювати ризики у рамках нормального розвитку подій і в рамках реалізації стресових сценаріїв. Використовується процедура бектестингу для оцінки адекватності прогнозу моделі *VaR* історичним даним і для коректування моделі. Система підтримує процедури стрес-тестування, що дозволяють оцінювати потенційний вплив на фінансовий стан банку низки змін, що задаються у факторах ринкового ризику, які відповідають винятковим, але ймовірним подіям. Оцінка ризику за проведення стрес-тестування ґрунтується на переборі можливих стрес-сценаріїв і розрахунку можливих втрат у результаті реалізації цих сценаріїв.

4.3. Визначення особливостей використання методів і моделей прогнозування ризику

Перейдемо до аналізу особливостей використання методів і моделей прогнозування ризику.

Розглянемо метод історичного моделювання. За оцінки *VaR* за методом *HS* використовується емпіричний розподіл прибутковос-

ті. Основне припущення методу *HS* полягає в тому, що історичний розподіл прибутковості залишиться незмінним протягом наступного періоду (що не завжди є коректним). Метод *HS* не вимагає припущення про нормальний закон розподілу та серійної незалежності спостережень.

Визначення величини резервів, необхідних для покриття можливих збитків від реалізації ринкового ризику методом *HS*, складається з таких етапів:

- побудова емпіричної функції розподілу прибутковості фінансового активу;
- визначення величини прибутковості, що відповідає α -квантилю розподілу прибутковості фінансового активу.

В абсолютному вираженні оцінка *VaR* методом *HS* розраховується в такий спосіб:

$$VaR_{\alpha} = W_t \times F^{-1}(\alpha), \quad (4.5)$$

де α – довірчий рівень;

W_t – вартість активів у момент часу t ;

$F^{-1}(\alpha)$ – функція, зворотна функції розподілу величини прибутковості досліджуваного активу.

У відносному вираженні оцінка *VaR* методом *HS* розраховується в такий спосіб:

$$VaR_{\alpha} = F^{-1}(\alpha), \quad (4.6)$$

де α – довірчий рівень;

$F^{-1}(\alpha)$ – функція, зворотна функції розподілу величини прибутковості досліджуваного активу.

Слід зазначити, що в методі *HS* є два серйозних недоліки. По-перше, досить важко одержати надійну оцінку крайніх (екстремальних) квантилів розподілу при невеликій кількості спостережень. Припустимо, при обчисленні $VaR_{99\%}$ з використанням даних за один рік, що складається з 250 торговельних днів, використовується третє з кінця спостереження. Тому денні *VaR*, обчислені методом *HS*, часто піддані різким коливанням. По-друге, метод *HS* припускає,

що прибутковості є незалежними та ідентично розподіленими, а отже, не дозволяє волатильності змінюватися із часом. Вирішити першу проблему допомагає використання довгих часових рядів. При застосуванні методу *HS* нерідко використовуються часові ряди довжиною до п'яти років. Однак використання довгих часових рядів лише збільшує проблему. У випадку збільшення волатильності оцінка ризику буде заниженою, у випадку зниження волатильності – завищеною. У рамках методу *HS* додати більшу вагу недавнім спостереженням можна тільки одним способом, а саме: використовуючи певну кількість даних (вікно даних) за минулий період від сучасного моменту. Неефективність використання даного методу полягає в такому: за використання великого значення вікна при зменшенні волатильності відбувається переоцінка ризику, а при невеликому значенні вікна знижується точність оцінки екстремальних квантилів.

Тому за використання методу *HS* необхідно знайти оптимальне значення «вікна» вибірки, на якій буде розраховуватися ризик.

Оскільки за оцінки ефективності методів і моделей прогнозування валютного ризику необхідно користуватися досить великим числом математичних функцій, вирішено використовувати функціональність пакета *MATLAB R14*. Ця система дозволяє розробляти алгоритми рішення необхідних завдань на вбудованій скриптовій мові програмування.

Знаходити прогнозне значення відносної оцінки валютного ризику за методом *HS* будемо за розробленим алгоритмом (програмну реалізацію в середовищі *MATLAB R14* наведено в Додатку М):

- відповідно до прийнятого значення «вікна» сформувати вибірку, обсяг якої дорівнює значенню «вікна»;
- для вихідної вибірки прибутковості застосувати перетворення:

$$r_t = |\varepsilon_t|, \quad (4.7)$$

- відсортувати прибутковості за зростанням;
- визначити позицію шуканої прибутковості в масиві прибутковості відповідно до прийнятого довірчого рівня α ;
- обрати з масиву прибутковості елемент із номером позиції, визначеному на кроці 3;

- отримане на кроці 4 значення записати в масив прогнозних значень прибутковості;
- повторити кроки 1 – 5 для всіх даних вибірки (1000 значень);
- повторити кроки 1 – 6 для всіх прийнятих довірчих рівнів.

Прогноз валютного ризику за допомогою методу історичного моделювання наведено на *рис. 4.4*.

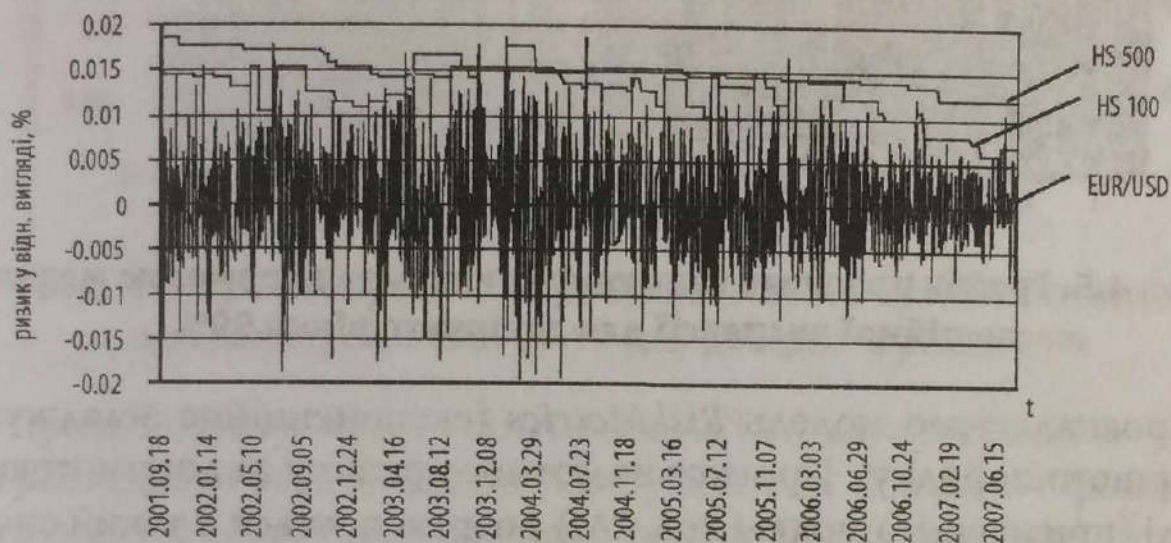


Рис. 4.4. Графік прогнозу валютного ризику у відносному вигляді методом історичного моделювання для довірчих рівнів 95 і 99%

Проведемо аналіз моделі постійної дисперсії. У цій моделі (код Ното) майбутнє значення стандартного відхилення прибутковості вважається рівним стандартному відхиленню прибутковості за досліджуваний період:

$$\sigma_{t+1} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (\epsilon_t - \bar{\epsilon})^2}{N-1}}, \quad (4.8)$$

де ϵ_t – поточне значення прибутковості.

Програмну реалізацію побудови прогнозу валютного ризику у відносному вигляді за допомогою даної моделі в середовищі *MATLAB R14* наведено в *Додатку М*.

Покроковий прогноз валютного ризику за даною моделлю для курсу валют EUR/USD зазначено на *рис. 4.5*.

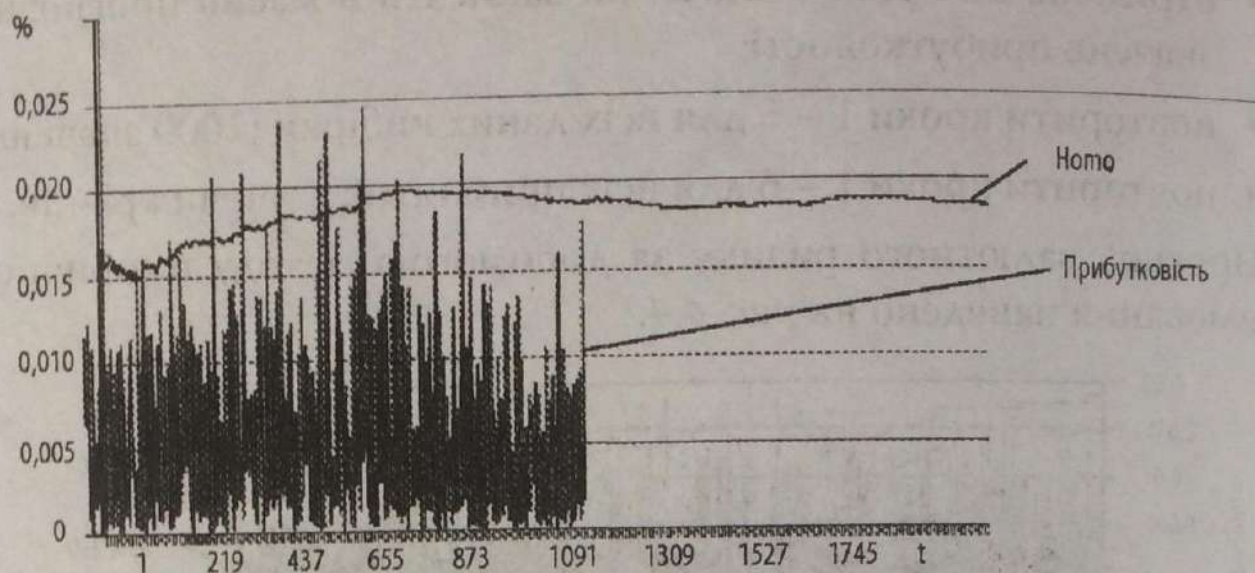


Рис. 4.5. Графік прогнозу валютного ризику за допомогою моделі постійної дисперсії для довірчого рівня 99%

Проаналізуємо модель *RiskMetrics* (експоненційне згладжування першого порядку). Прогноз валютного ризику за допомогою цієї моделі (призначимо моделі код *RM*) розраховується в такий спосіб:

$$\sigma_t^2 = (1 - \lambda)\epsilon_{t-1}^2 + \lambda\sigma_{t-1}^2, \quad (4.9)$$

де λ — параметр згладжування;

ϵ_{t-1}^2 — попереднє значення квадрата прибутковості;

σ_{t-1}^2 — попередня умовна дисперсія.

Слід зазначити, що модель *RiskMetrics* відрізняється від моделі експоненційного згладжування тим, що в моделі експоненційного згладжування параметр згладжування має наступне значення: $\alpha = 1 - \lambda$, де λ — параметр згладжування в моделі *RiskMetrics*.

Важливу роль грає вибір параметра згладжування λ . Необхідно підібрати такий параметр згладжування, щоб він задовольняв таким вимогам, як точність прогнозу та адаптивність моделі до змін. За оцінки ефективності необхідно розраховувати оптимальне значення даного параметра. Прогноз валютного ризику за допомогою моделі *RM* наведено на рис. 4.6. Також необхідно визначити, яким чином формувати перше значення згладженого ряду в моделі експоненційного згладжування. Програмну реалізацію побудови про-

гнозу ризику за допомогою даної моделі в середовищі *MATLAB R14* наведено в Додатку М.

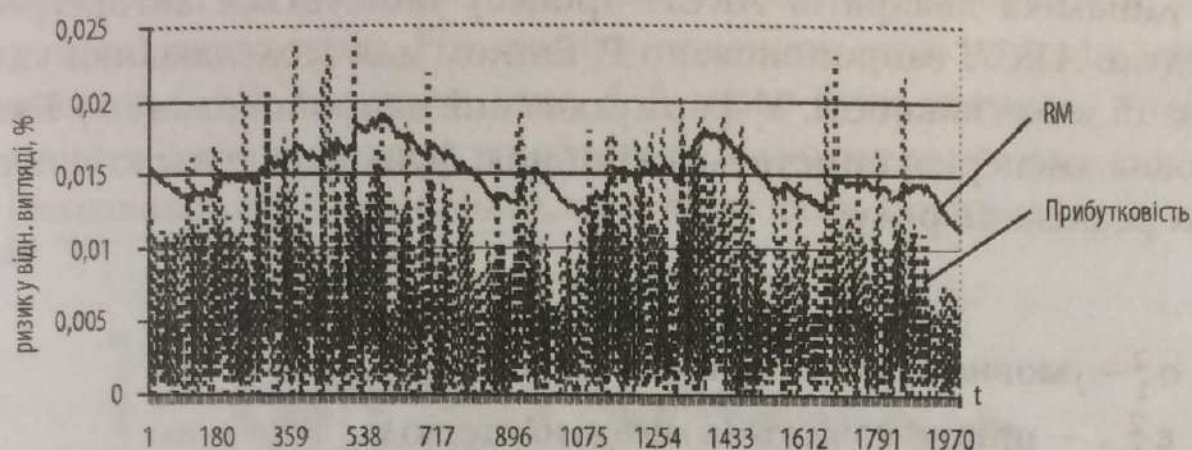


Рис. 4.6. Графік прогнозу прибутковості методом RiskMetrics з параметрами 0,85 і 0,99 для довірчого рівня 99%

Проаналізуємо моделі сімейства *ARCH* (авторегресійна умовна гетероскедастичність). Денні прибутковості більшості фінансових інструментів характеризуються, з одного боку, нульовою автокореляцією. Однак, з іншого боку, вони не є незалежними, оскільки існує автокореляція між квадратами прибутковості.

У літературі таке поводження часового ряду одержало назву «кластеризації волатильності». Мірою волатильності слугує дисперсія (або стандартне відхилення). Ефект кластеризації волатильності відзначено для таких рядів, як ціни акцій, валютних курсів, прибутковості спекулятивних активів. Багато технічних і економічних часових рядів характеризується мінливістю умовної дисперсії. Відхилення від тренда можуть значно мінятися у часі – періоди сильних змін змінюються періодами незначних. Збільшення амплітуди стандартного відхилення приводить до підвищення умовної дисперсії в наступні моменти часу. За високої умовної дисперсії найбільш ймовірно підвищення амплітуди стандартного відхилення. Поява малих значень стандартного відхилення приводить до зниження умовної дисперсії в наступні періоди часу. У цьому випадку умовна дисперсія є динамічним параметром, яку можна ідентифікувати та використовувати для підвищення точності прогнозу. Таким чином, мінливість має інерцію, її рівень передбачуваний. Моделі авто-

регресійної умовної гетероскедастичності (*ARCH* – *autoregressive conditional heteroskedasticity*) називаються авторегресійними, оскільки динаміка квадратів *ARCH*-процесу описується авторегресією. Модель *ARCH* запропоновано Р. Енглом для моделювання кластеризації волатильності. У формулюванні, запропонованому Енглом, умовна дисперсія описується лінійною функцією квадратів попередніх реалізацій ряду:

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2, \quad (4.10)$$

де σ_t^2 – умовна дисперсія прибутковості;

ε_{t-1}^2 – прибутковість за минулий період;

ω – середнє значення.

Зміст моделі *ARCH* полягає в тому, що якщо абсолютна величина прибутковості виявляється великою, це призводить до підвищення умовної дисперсії в наступні періоди. За низької умовної дисперсії більш ймовірна поява малих (за абсолютною величиною) значень прибутковості. Таким чином, *ARCH*-процес характеризується інерційністю умовної дисперсії (кластеризацією волатильності).

За застосування *ARCH*-моделей до реальних даних відзначено, що вони не дають досить тривалих кластерів мінливості. Для коректного опису даних потрібна більша довжина лага, що створює труднощі при оцінюванні. Узагальнений *ARCH*-процес (*Generalized ARCH, GARCH*), запропонований Т. Боллерслевом (Bollerslev, 1986), *GARCH(p, q)*, має вигляд:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \beta_i \sigma_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \alpha_j \varepsilon_{t-j}^2, \quad (4.11)$$

де σ_t^2 – умовна дисперсія;

σ_{t-i}^2 – попередня умовна дисперсія;

ε_{t-j}^2 – попереднє значення прибутковості у квадраті;

α_j, β_i – параметри.

ARCH-процес, таким чином, є різновидом *GARCH*-процесу (4.10).

Модель *GARCH* (*generalized ARCH* – узагальнена модель *ARCH*), запропонована Т. Боллерслевом, є альтернативною модифікацією моделі *ARCH*, що дозволяє одержати більш довгі кластери при малому числі параметрів. На графіку прогнозу валютного ризику за допомогою *GARCH*-моделі (рис. 4.7) може бути виявлено періоди спокійного руху, що характеризуються відносно низькою дисперсією, і високоволатильні періоди, протягом яких дисперсія висока.

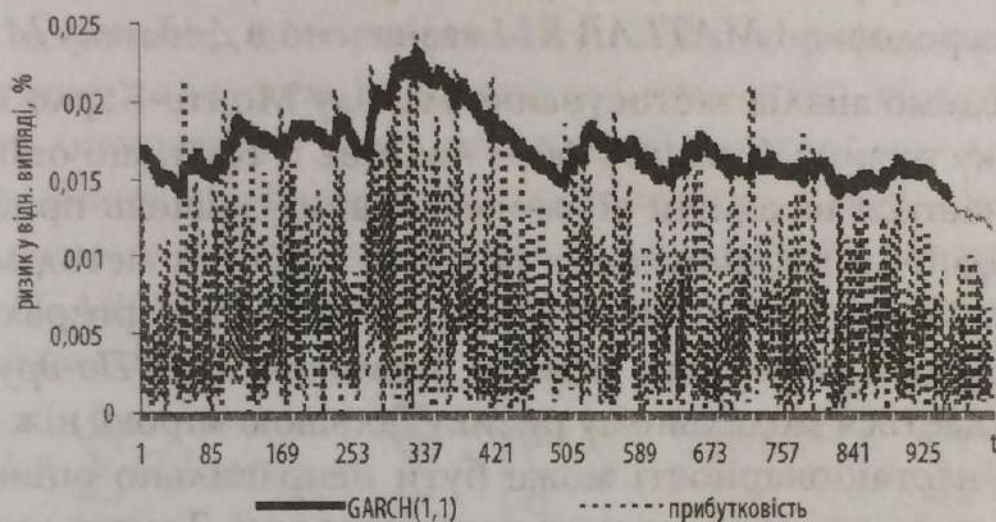


Рис. 4.7. Графік прогнозу валютного ризику за допомогою *GARCH*(1,1) – моделі для довірчого рівня 99%

До даної моделі застосуємо код *GARCH*. Програмну реалізацію побудови прогнозу за допомогою даної моделі в середовищі *MATLAB R14* наведено в Додатку М.

Методом оцінювання параметрів *ARCH*- і *GARCH*-моделей є метод максимальної правдоподібності. Використання методу найменших квадратів є досить неефективним. Оцінки моделей можуть істотно відрізнятися від істинних.

Варто помітити, що застосовувати *ARCH*-моделі можна як для прогнозування ризику при фінансових операціях, так і для моделювання залишків за побудови регресійної моделі в умовах гетероскедастичності. У першому випадку використовуються прибутковості фінансових активів, у другому – залишки регресійної моделі.

Проведемо аналіз «наївної» моделі. У цій моделі (код *Naive*) майбутнє значення дисперсії прибутковості вважається таким, що дорівнює поточному:

$$\sigma_{t+1}^2 = \sigma_t^2, \quad (4.12)$$

де σ_t^2 – поточне значення умовної дисперсії.

Дана модель застосовується винятково для порівняння з іншими моделями. Метою є перевірка, чи будуть досліджувані моделі кращими, ніж дана, найбільш проста модель.

Програмну реалізацію побудови прогнозу за допомогою даної моделі в середовищі *MATLAB R14* зазначено в Додатку М.

Проведемо аналіз застосування методу Монте-Карло як методу розрахунку ризику. Сутність його полягає в тому, що оцінка ризику визначається виходячи зі змодельованих значень прибутковості відповідно до заданого виду розподілу. Даний метод має низку недоліків. *По-перше*, він вимагає великої кількості розрахунків, що не є бажаним при роботі в режимі реального часу. *По-друге*, даний метод піддається модельному ризику більшою мірою, ніж інші. Так, в умовах нестаціонарності може бути неправильно оцінено параметри моделі для моделювання прибутковості. Тому в дослідженні основна увага приділяється оцінці ефективності таких методів і моделей прогнозування валютного ризику: метод *HS*, модель *GARCH*, модель *RM*, модель *Ното*, модель *Naive*.

4.4. Методика оцінки ефективності методів і моделей прогнозування ризику

Для визначення параметрів, що впливають на якість методів і моделей прогнозування валютного ризику, дослідимо статистичні характеристики фінансових часових рядів.

4.4.1. Дослідження статистичних характеристик фінансових часових рядів

Визначимо досліджувані статистичні характеристики фінансових часових рядів: обсяг вибірки, мінімум, максимум, розмах, середнє, медіана, мода, частота моди, дисперсія, стандартне відхилення, коефіцієнт ексцесу, асиметрії.

Для перевірки вибірки на нормальність використовуємо тести: критерії *Jarque-Bera*, *Kolmogorov-Smirnov*, *Lilliefors*, *Shapiro-Francia*, *Shapiro-Wilks*, аналіз гістограми щільності розподілу (графічний метод).

Також необхідно провести тести на наявність гетероскедастичності (*LM-Test*, тест Льюнга-Бокса-Пірса), проаналізувати автокореляційні функції прибутковості і квадратів прибутковості фінансових часових рядів.

Слід зазначити, що прибутковість деяких фінансових активів має негативну кореляцію зі зміною волатильності. Негативна прибутковість (наприклад, через негативний фактор) має за модулем більшу величину, ніж позитивна прибутковість. У західній літературі даний феномен одержав назву «левередж-ефект» (*leverage effect*). У моделі *EGARCH* враховується цей ефект. Дана модель визначається в такий спосіб:

$$\log \sigma_t^2 = k + \sum_{i=1}^P G_i \log \sigma_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^Q A_j \left[\frac{|\varepsilon_{t-i}|}{\sigma_{t-j}} - E \left\{ \frac{|\varepsilon_{t-i}|}{\sigma_{t-j}} \right\} \right] + \sum_{j=1}^Q L_j \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-j}}, \quad (4.13)$$

$$\text{де } E \left\{ \frac{|\varepsilon_{t-i}|}{\sigma_{t-j}} \right\} = \sqrt{2/\pi};$$

P і Q – порядок компонентів *GARCH* і *ARCH* у моделі *EGARCH*;

$\sum_{j=1}^Q L_j \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-j}}$ – компонента, що враховує левередж-ефект.

Модель враховує асиметричний вплив прибутковості на умовну дисперсію прибутковості. Програмну реалізацію (функція) оцінки параметрів і побудови прогнозу ризику за допомогою даної моделі в середовищі *MATLAB R14* наведено в Додатку М.

У випадку, коли параметр компонента ефекту асиметрії в моделі *EGARCH* не буде значущим, немає необхідності моделювати дані з даним ефектом за оцінки ефективності досліджуваних моделей і методів прогнозування ризику.

LM-test і тест Льюнга-Бокса-Пірса призначені для визначення наявності автокореляції в часовому ряді. Нульова гіпотеза поля-

гає в тому, що автокореляція відсутня. Статистики розподілені за χ^2 -квадрат розподілом. Якщо значення статистик значущі, автокореляція присутня.

Як було відзначено в першому розділі, найбільший обсяг торгівлі на міжнародному валютному ринку спостерігається за валютною парою EUR/USD. Розглянемо часовий ряд котирувань EUR/USD з 07.01.1999 р. по 23.11.2006 р. з часовим інтервалом один день. Обсяг вибірки – 1976 вимірів. Графік котирувань EUR/USD наведено на рис. 4.8.

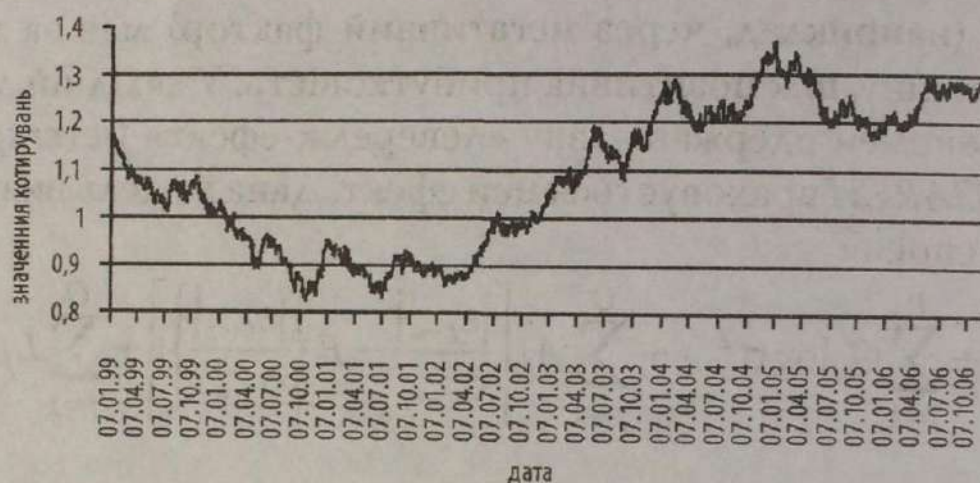


Рис. 4.8. Графік котирувань EUR/USD

Відповідно до методу прогнозування валютного ризику VaR як вихідні дані необхідно брати прибутковості курсів валют. Будемо використовувати логарифмічну прибутковість, розраховану в такий спосіб:

$$\varepsilon_t = \ln \frac{S_t}{S_{t-1}}, \quad (4.14)$$

де S_t – ціна активу в момент часу t .

Графік прибутковості часового ряду котирувань EUR/USD з 07.01.1999 р. по 23.11.2006 р. з часовим інтервалом, що дорівнює одному дню, наведено на рис. 4.9.

Аналізуючи рис. 4.9, можна зробити висновок, що фінансові часові ряди мають властивість гетероскедастичності (мінливість дисперсії), а також кластеризацію дисперсії, тобто спостерігаються

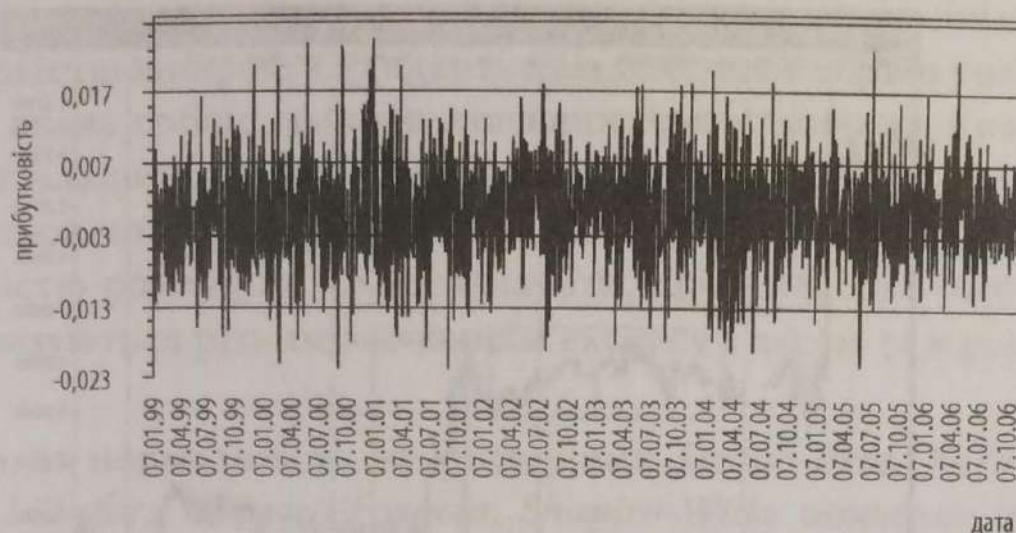


Рис. 4.9. Графік значень денної логарифмічної прибутковості EUR/USD з 07.01.1999 по 23.11.2006 рр.

періоди з більш високою дисперсією та періоди з невеликою дисперсією. Слід зазначити, що у фінансах частіше зустрічається термін «волатильність» замість терміна «дисперсія». Кластери дисперсії називають «кластерами волатильності». Кластеризацію волатильності у фінансових часових рядах може бути пояснено «ефектом натовпу». Наприклад, перед виходом даних макроекономічної статистики курс валют йде в деякому вузькому діапазоні, тобто спостерігається кластер з невеликою дисперсією (рис. 4.10). Після виходу даних статистики відбуваються різкі зміни в динаміці фінансового активу, і такі зміни тривають досить тривалий час, тобто спостерігається кластер з більшою дисперсією S_t .

Значення статистичних характеристик часового ряду логарифмічної прибутковості EUR/USD наведено в табл. 4.3.

Середнє значення вибірки практично дорівнює нулю, тобто сума позитивних і негативних прибутковостей практично збігається. Медіана також має значення, близьке до нуля. Значення моди, дорівнює нулю, показує, що 13 разів (значення частоти моди) прибутковість наступного дня була нульовою. Мінімум і максимум показують мінімальну та максимальну прибутковість вибірки. Їх значення за модулем практично рівні і є досить великими (вони у чотири рази перевищують значення стандартного відхилення). Це говорить про важливість прогнозування ризику для фінансових організацій, тому що поява таких значень прибутковості може принести значний збиток.



Рис. 4.10. Кластеризація волатильності на прикладі курсу валют EUR/USD з інтервалом 30 хвилин. Виділено два кластери волатильності

Таблиця 4.3

Значення статистичних характеристик прибутковості EUR/USD

Статистичні характеристики	Значення статистичних характеристик
Обсяг вибірки	1975
Середнє	0,00005523
Медіана	0,000113166977996634
Мода	0
Частота моди	13
Мінімум	-0,021722
Максимум	0,024502
Розмах	0,046224
Дисперсія	0,000041
Стандартне відхилення	0,006431
Коефіцієнт ексцесу	3,634565
Коефіцієнт асиметрії	0,042363

Розмах показує різницю між максимальною та мінімальною прибутковістю вибірки. Стандартне відхилення є мірою розсіювання, воно являє собою типове значення прибутковості. Коефіцієнт ексцесу є більшим, ніж це передбачено нормальним розподілом. Це пояснюється можливою важкістю хвостів розподілу та/або гостровершинністю розподілу. Слід зазначити, що фінансові часові ряди характеризуються різним значенням ексцесу з часом та в різних ситуаціях.

Тести на нормальність за критеріями *Jarque-Bera*, *Kolmogorov-Smirnov*, *Lilliefors*, *Shapiro-Francia*, *Shapiro-Wilks* показали за рівня значущості 5%, що даний ряд прибутковості не розподілено за нормальним законом розподілу. Про це ж свідчать і результати аналізу гістограми щільності розподілу та нормального ймовірнісного графіка (рис. 4.11 і 4.12 відповідно).

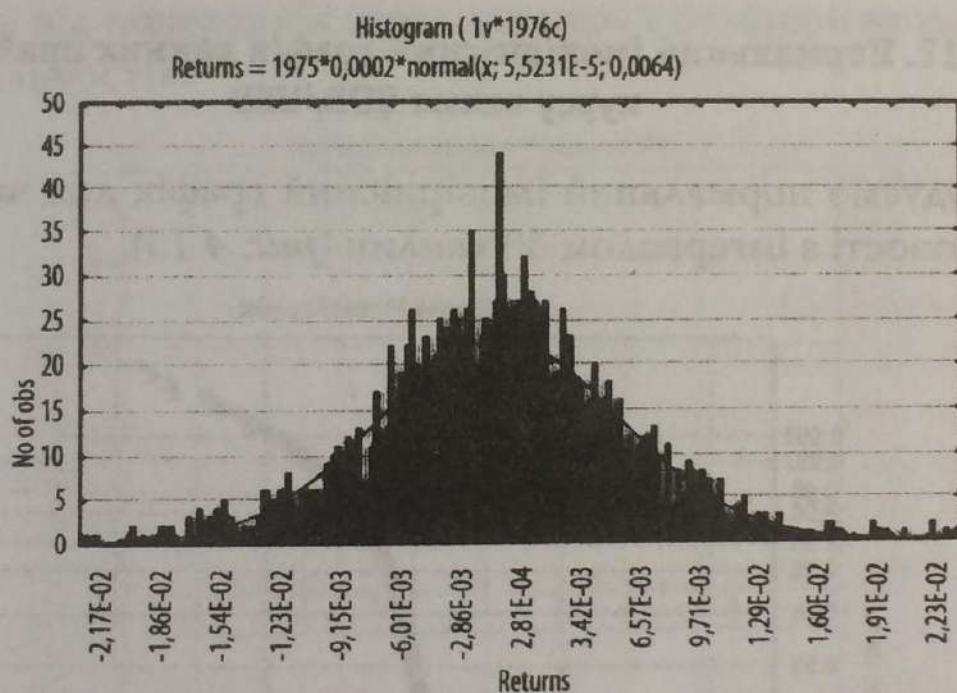


Рис. 4.11. Гістограма щільності розподілу прибутковості курсу валют EUR/USD

Аналізуючи нормальний ймовірнісний графік на рис. 4.12, можна дійти висновків, що хвости розподілу досліджуваного ряду прибутковості є «важкими», тобто екстремальні викиди у фінансових активах зустрічаються частіше, ніж це передбачено нормальним розподілом. Однак за дослідження нормальності прибутковості було

виявлено моменти, коли дані підкорялися нормальному розподілу. Тому використання методів і моделей прогнозування часових рядів у цих випадках може давати позитивні результати.

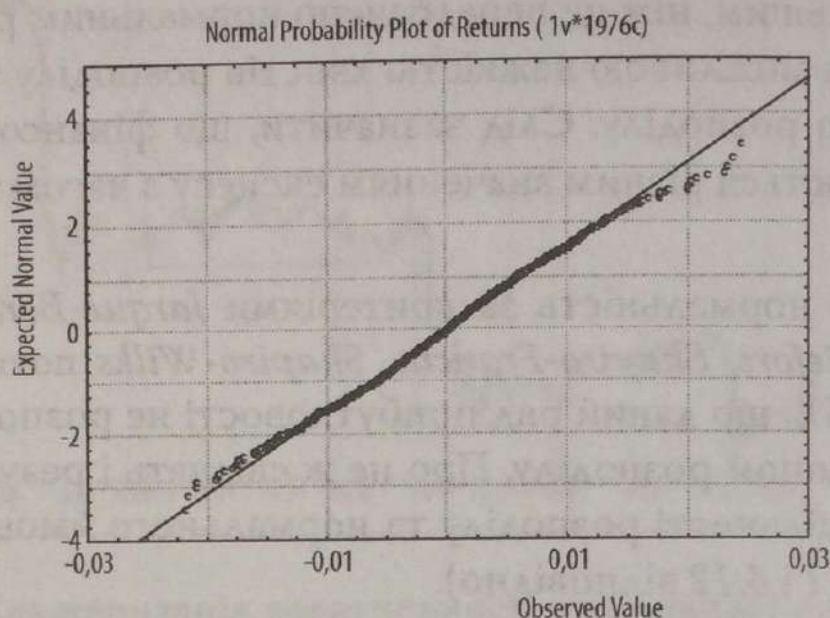


Рис. 4.12. Нормальний імовірнісний графік денних прибутковостей курсу валют EUR/USD

Побудуємо нормальний імовірнісний графік для часового ряду прибутковості з інтервалом 30 хвилин (рис. 4.13).

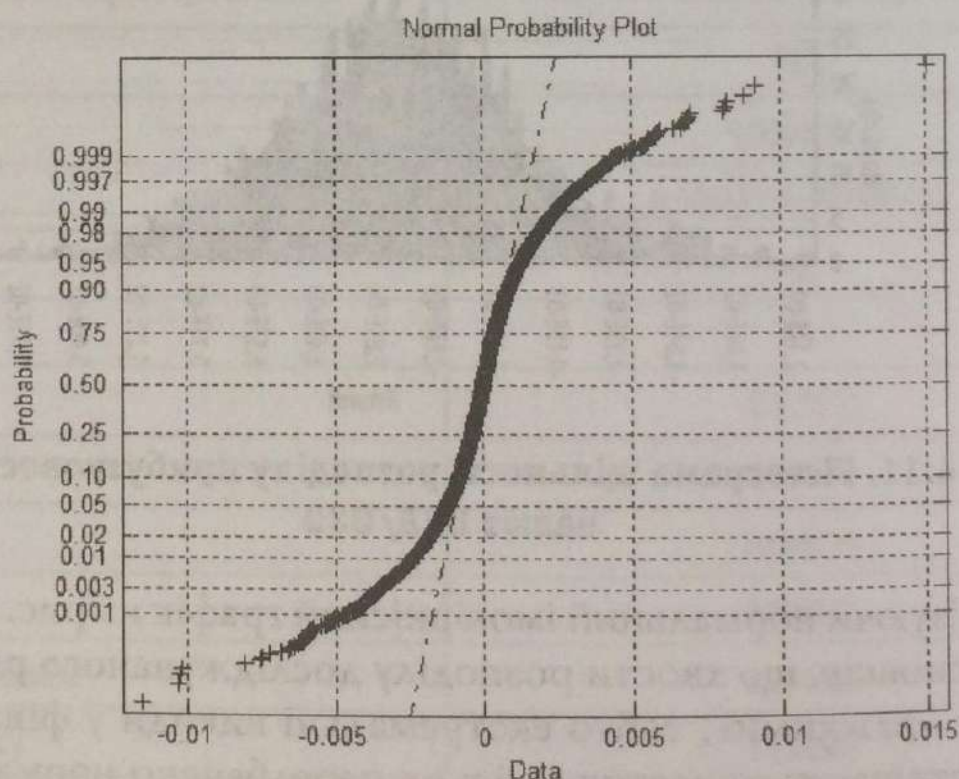


Рис. 4.13. Нормальний імовірнісний графік прибутковості курсу валют EUR/USD з інтервалом 30 хвилин

Як видно з рис. 4.13, спостерігаються «важкі хвости». Вони важчі, ніж для денних графіків. Поява «важких хвостів» пов'язана з викидами – значними відхиленнями цін, які відбуваються частіше, ніж це передбачено гауссівським процесом. На нашу думку, ці викиди пов'язані зі впливом на ринок подій – виходом даних економічної статистики країн, чий валюти входять у котирування (для EUR/USD – США і Євросоюз). Приклад впливу виходу даних економічної статистики представлено на рис. 4.10.

Тести на наявність автокореляції денної прибутковості (LM-Test, тест Льюнга-Бокса-Пірса) свідчать про наявність автокореляції у квадратах прибутковості (див. також автокореляційну функцію квадратів прибутковості на рис. 4.14), але автокореляція в рядах прибутковості не спостерігається (див. автокореляційну функцію прибутковості на рис. 4.15). Це говорить про те, що умовна дисперсія залежить від попередніх своїх значень, і спостерігаються «кластери волатильності».

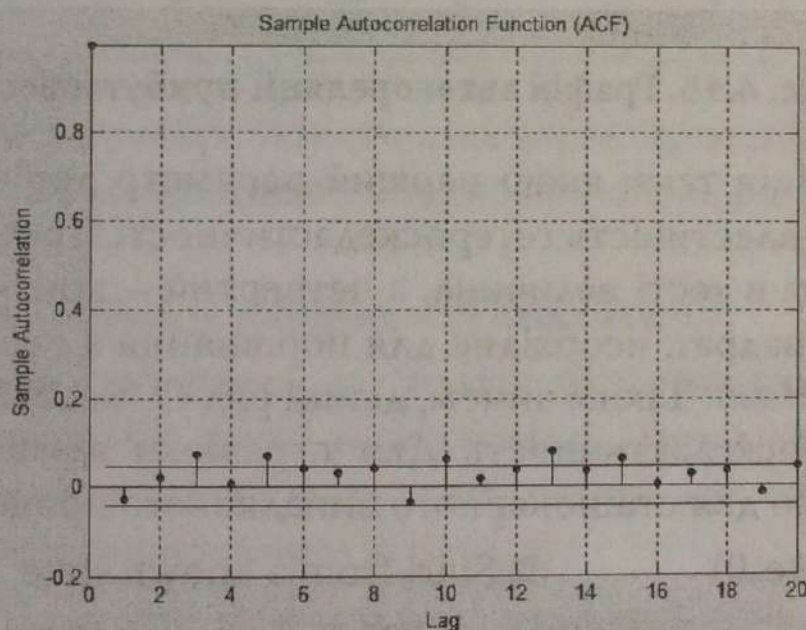


Рис. 4.14. Графік автокореляції квадратів прибутковості

Для перевірки вибірки на наявність гетероскедастичності (мінливості дисперсії) використовуємо тест Енгла (Engle's ARCH-Test).

Синтаксис команди в середовищі MATLAB:

```
[H,pValue,Stat,CriticalValue] = archtest(eur-mean(eur), [10 15 20]',0.05);
```


[H pValue Stat CriticalValue]

1.0000 0.0005 31.3600 18.3070

1.0000 0.0001 45.4575 24.9958

1.0000 0.0004 48.1389 31.4104

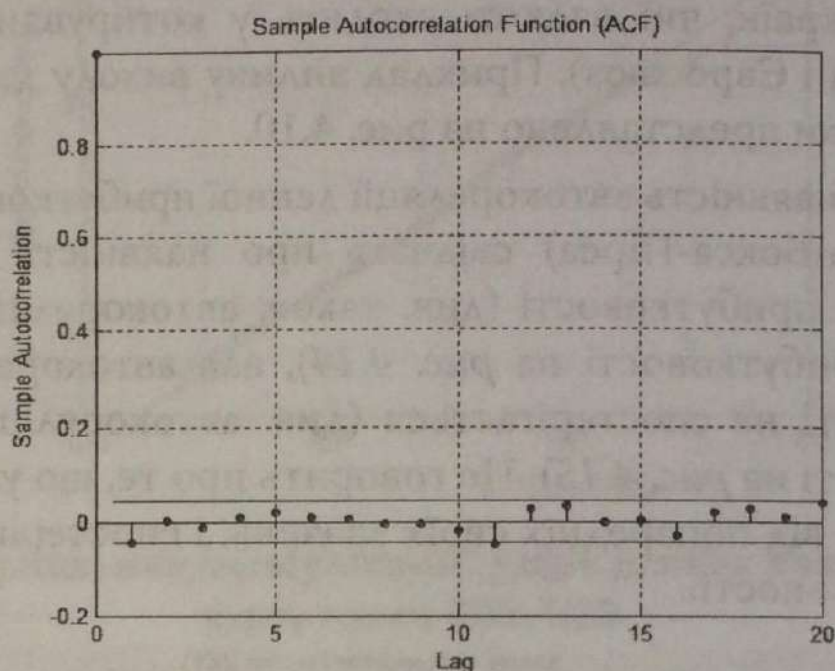


Рис. 4.15. Графік автокореляції прибутковості

Інтерпретація така: якщо перший параметр дорівнює одиниці, то процес має властивість гетероскедастичності. Третій параметр – це розрахована в тесті величина, а четвертий – критичне значення розподілу χ^2 -квадрат, необхідне для порівняння з отриманими значеннями *ARCHstat*. Таким чином, даний ряд EUR/USD володіє властивістю гетероскедастичності. Для перевірки адекватності тесту проведемо його для стаціонарного випадкового процесу:

```
>randn('state',0) % Start from a known state.
```

```
residuals = randn(100,1); % 100 Gaussian deviates ~ N(0,1)
```

```
[H,P,Stat,CV] = archtest(residuals,[1 2 4]', 0.10);
```

```
[H,P,Stat,CV]
```

```
ans =
```

```
0 0.3925 0.7312 2.7055
```

```
0 0.5061 1.3621 4.6052
```

```
0 0.7895 1.7065 7.7794
```


У цьому випадку гіпотеза про відсутність гетероскедастичності приймається. Таким чином, результати тесту адекватні.

Протестуємо ряд на наявність асиметричної реакції на позитивні та негативні новини. За оцінки параметрів моделі *EGARCH* (у ППП MATLAB), що враховує даний ефект, параметр Leverage цього ефекту виявився незначущим (табл. 4.4). Тому для оцінки ефективності прийнято рішення не розглядати модель *EGARCH*.

Таблиця 4.4

Таблиця значень параметрів моделі *EGARCH*

Параметр	Значення параметра	Стандартна помилка	t-критерій
C	0,0001203	0,00014097	0,8534
K	-0,1168	0,063773	-1,8314
GARCH(1)	0,98835	0,0063182	156,4300
ARCH(1)	0,052019	0,013009	3,9986
Leverage(1)	-0,0029412	0,0067881	-0,4333

У результаті аналізу статистичних характеристик прибутковості можна зробити такі висновки. Фінансові часові ряди характеризуються:

- кластеризацією волатильності (дисперсії);
- «важкими хвостами» розподілу фінансового активу; щільність розподілу часто не відповідає нормальному розподілу через велику кількість викидів; ексцес має більше значення, ніж ексцес нормального розподілу;
- викиди присутні як позитивні, так і негативні, тобто вони не зосереджені в якому-небудь одному «хвості» більшою мірою, ніж в іншому. Як показав тест, ефект асиметрії не підтвердився. Слід зазначити, що він частіше зустрічається у фінансових рядах курсів акцій і ставиться до задачі розрахунку фондового ризику.

Тому для оцінки ефективності методів і моделей прогнозування валютного ризику, *по-перше*, необхідно згенерувати дані, які мали б

кластери волатильності та відображали залежність (кореляцію) дисперсії в часі. По-друге, необхідно змодельювати дані з різним значенням ексцесу, тому що показник ексцесу характеризує «вагу» хвостів розподілу та гостроту вершини розподілу.

Далі визначимо методи та моделі прогнозування валютного ризику, які будемо використовувати для визначення найбільш ефективних методів і моделей залежно від статистичних характеристик вихідних даних.

Для запобігання модельного ризику необхідно визначити значення мінімального обсягу вибірки, необхідного для коректного використання методів і моделей прогнозування валютного ризику.

4.4.2. Визначення обмежень при використанні методів і моделей прогнозування ризику

Необхідно визначити мінімальний обсяг вибірки при використанні методів і моделей прогнозування валютного ризику. Як вихідні дані візьмемо котирування цін закриття курсу валют EUR/USD з 07.01.1999 р. по 23.11.2006 р. з часовим інтервалом один день. Обсяг вибірки – 1976 вимірів.

Як критерій достатності обсягу вибірки приймемо стабілізацію критерію значущості параметрів моделі GARCH(1,1) (t -критерію), а також стабілізацію значень параметрів моделі GARCH(1,1) (t -value).

Зупинимося докладніше на процедурі оцінки мінімального обсягу вибірки, необхідної для використання моделі прогнозування валютного ризику GARCH(1,1).

Крок 1. Формується вибірка обсягом $N \in [1; K_n]$, де $K_n \in [30; N_b]$, де $N_b = 1976$ (обсяг вибірки EUR/USD). Таким чином, на першій ітерації формується вибірка $N([1; 30])$. Обсяг вибірок експерименту такий: $V = \{[1; 30], [1; 31], \dots, [1; 1976]\}$.

Крок 2. Оцінюємо параметри моделі GARCH(1,1).

Крок 3. Формуємо множину:

$$GARCH = \left\{ \begin{array}{l} GARCH.C, GARCH.K, GARCH.G, GARCH.A, \\ GARCH.GARCH, GARCH.ARCH \end{array} \right\},$$

де $GARCH.C = \{T_i\}$, де T_i – значення t -критерію для параметра C у моделі $GARCH(1,1)$;

$GARCH.K = \{T_i\}$, де T_i – значення t -критерію для параметра K у моделі $GARCH(1,1)$;

$GARCH.G = \{T_i\}$, де T_i – значення t -критерію для параметра $GARCH$ у моделі $GARCH(1,1)$;

$GARCH.A = \{T_i\}$, де T_i – значення t -критерію для параметра $ARCH$ у моделі $GARCH(1,1)$;

$GARCH.GARCH = \{T_i\}$, де T_i – значення параметра $GARCH$ у моделі $GARCH(1,1)$;

$GARCH.ARCH = \{T_i\}$, де T_i – значення параметра $ARCH$ у моделі $GARCH(1,1)$.

Крок 4. Приймаємо значення $n = n + 1$; переходимо на крок 1 за умови $n < 1977$.

Крок 5. Оцінюємо значущість параметрів моделі залежно від обсягу вибірки.

Програмну реалізацію процедури визначення параметрів прогнозу за допомогою $GARCH$ моделі в середовищі $MATLAB R14$ наведено в Додатку М.

Проаналізуємо графіки елементів отриманої множини $GARCH$. Графік значень t -критерію для параметра C наведено на рис. 4.16. Значення t -критерію для даного параметра менше за табличне, що говорить про незначущість даного параметра. Перейдемо до аналізу наступних параметрів.

Графік значень t -критерію для параметра K подано на рис. 4.17.

Значення t -критерію для даного параметра стабілізується за обсягу вибірки близько 900. З урахуванням помилки приймемо мінімальне значення обсягу вибірки рівним 1000 значенням.

Графік значень t -критерію для параметра G наведено на рис. 4.18.

Значення t -критерію для даного параметра стабілізується за обсягу вибірки 900 значень. З урахуванням помилки приймемо мінімальне значення обсягу вибірки рівним 1000 значенням.



Рис. 4.16. Значення t-критерію параметра C у моделі GARCH(1,1) (по осі Y); значення обсягу вибірки (по осі X)

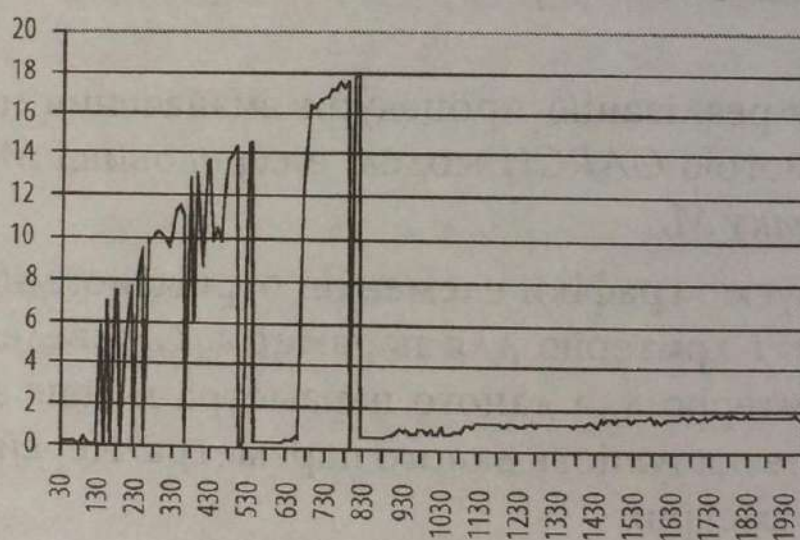


Рис. 4.17. Значення t-критерію параметра K у моделі GARCH(1,1) (по осі Y); значення обсягу вибірки (по осі X)

Графік значень t-критерію для параметра A наведено на *рис. 4.19*. Значення t-критерію для даного параметра стабілізується за обсягу вибірки 900 значень. З урахуванням помилки приймемо мінімальне значення обсягу вибірки рівним 1000 значенням.

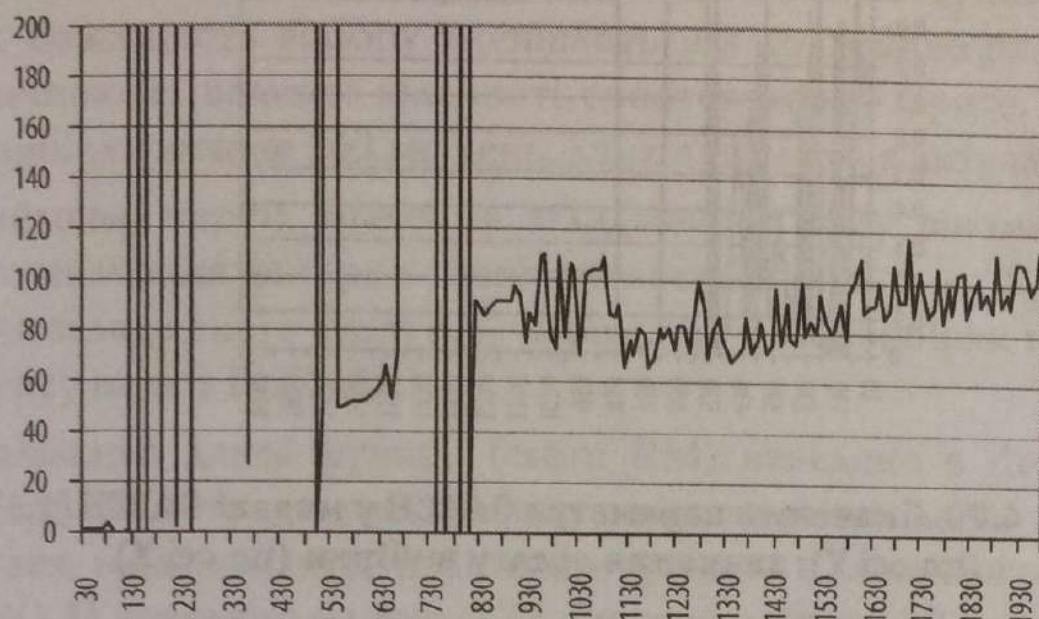


Рис. 4.18. Значення t-критерію параметра G у моделі $GARCH(1,1)$ (по осі Y); значення обсягу вибірки (по осі X)

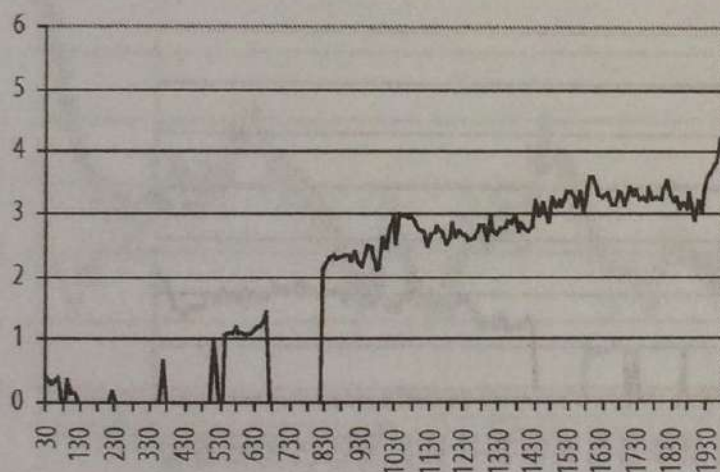


Рис. 4.19. Значення t-критерію параметра A в моделі $GARCH(1,1)$ (по осі Y); значення обсягу вибірки (по осі X)

Графік значень параметра $GARCH$ подано на *рис. 4.20*.

Значення даного параметра стабілізується за обсягу вибірки 900 значень. З урахуванням помилки приймемо мінімальне значення обсягу вибірки рівним 1000 значенням.

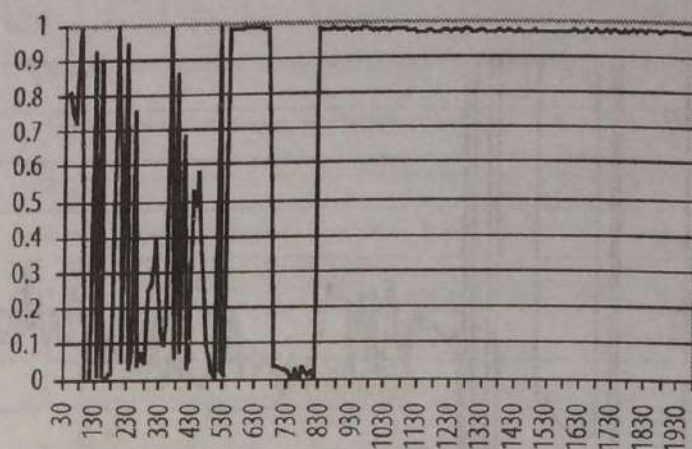


Рис. 4.20. Значення параметра GARCH у моделі GARCH(1,1) (по осі Y); значення обсягу вибірки (по осі X)

Графік значень параметра ARCH наведено на *рис. 4.21*.

Значення даного параметра стабілізується за обсягу вибірки 900 значень. З урахуванням помилки приймемо мінімальне значення обсягу вибірки рівним 1000 значенням.

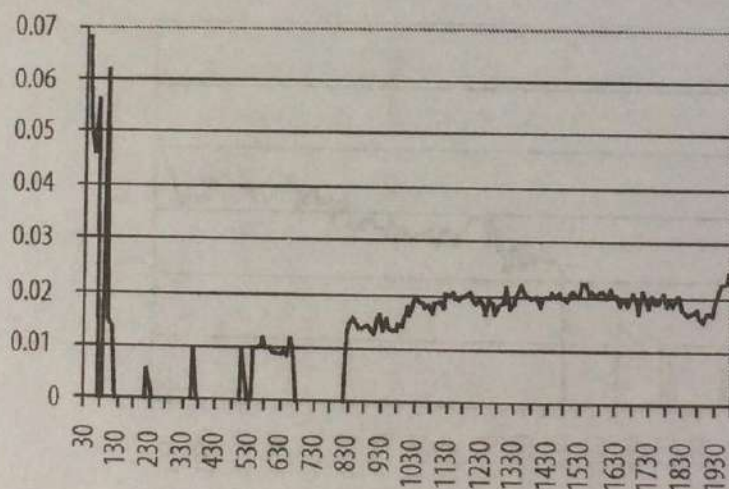


Рис. 4.21. Значення параметра ARCH у моделі GARCH(1,1) (по осі Y); значення обсягу вибірки (по осі X)

Таким чином, значення мінімального обсягу вибірки для застосування моделі GARCH дорівнює 1000.

Розглянемо задачу визначення першого значення згладженого ряду в моделі прогнозування методом експоненційного згладжування. Як відомо, початкове значення згладженого процесу може

зробити істотний вплив на прогноз для багатьох наступних спостережень. Важливість вибору зменшується з довжиною ряду та стає некритичною за великої кількості спостережень. Проте, якщо довжина вибірки менше 100 значень, дана проблема є актуальною.

Приймемо перше значення згладженого ряду рівним модулю першого значення вибірки прибутковості: $S_1 = |\varepsilon_1|$, де S_1 – перше значення згладженого ряду, ε_1 – перше значення вибірки прибутковості курсу валют EUR/USD.

Реалізацію даної функції (estim_RM) наведено в Додатку Н. Графік прогнозу валютного ризику за допомогою даної моделі та результати моделювання валютного ризику з допомогою моделі GARCH(1,1) наведено на рис. 4.22. Як видно з рис. 4.22, модель експоненційного згладжування адаптується тільки після 200-го кроку прогнозу.

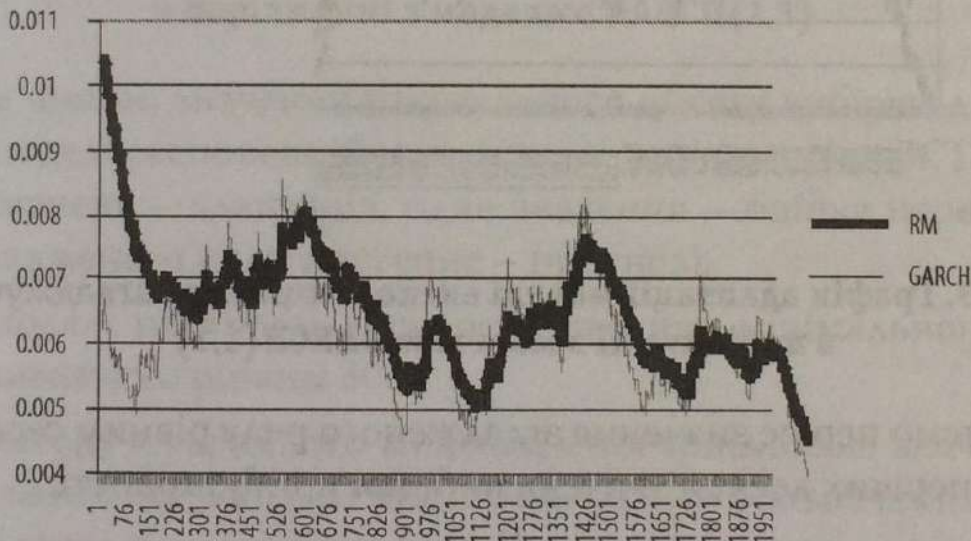


Рис. 4.22. Графік адаптації моделі експоненційного згладжування в порівнянні з моделлю GARCH(1,1)

Приймемо перше значення згладженого ряду рівним стандартному відхиленню перших десяти значень вибірки прибутковості:

$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (\varepsilon_t - \bar{\varepsilon})^2}{N-1}}, \quad (4.15)$$

де $N = 10$;

S_1 – перше значення згладженого ряду;

$\bar{\varepsilon}$ – середнє значення перших десяти елементів вибірки прибутковості курсу валют EUR/USD;

ε_t – значення прибутковості курсу валют EUR/USD.

Реалізацію даної функції (`estim_RM_std(eur,lambda)`) подано в Додатку Н. Як видно з рис. 4.23, модель експоненційного згладжування адаптується також тільки після 200-го кроку прогнозу.

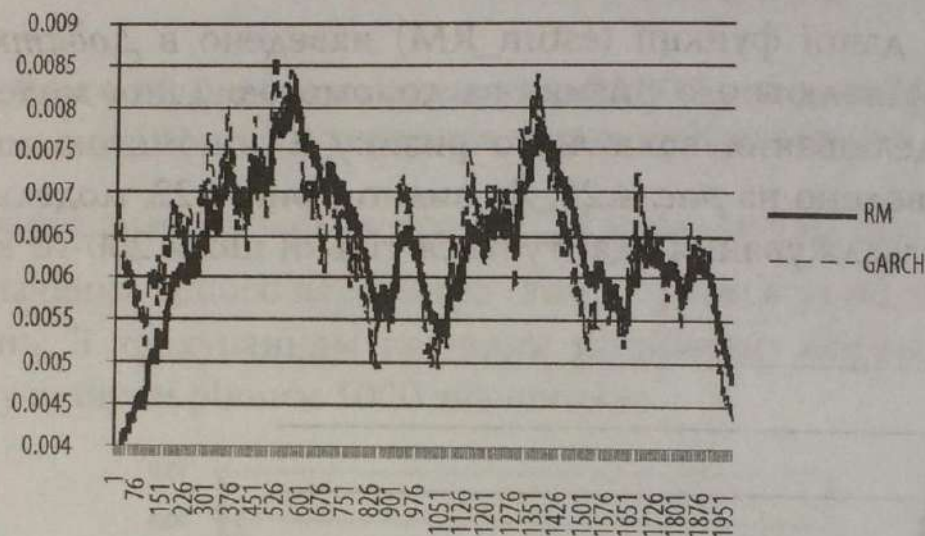


Рис. 4.23. Графік адаптації моделі експоненційного згладжування в порівнянні з моделлю GARCH(1,1)

Прийmemo перше значення згладженого ряду рівним середньому значенню перших десяти значень вибірки прибутковості:

$$S_1 = \frac{\sum_{t=1}^N |\varepsilon_t|}{N}, \quad (4.16)$$

де $N = 10$;

S_1 – перше значення згладженого ряду;

ε_t – значення прибутковості курсу валют EUR/USD.

Реалізацію даної функції (`estim_RM_MA(eur,lambda)`) наведено в Додатку Н. Графік прогнозу валютного ризику за допомогою даної моделі та результати моделювання валютного ризику за допомогою

моделі GARCH(1,1) зазначено на *рис. 4.24*, з якого видно, що модель експоненційного згладжування адаптується більш швидко.

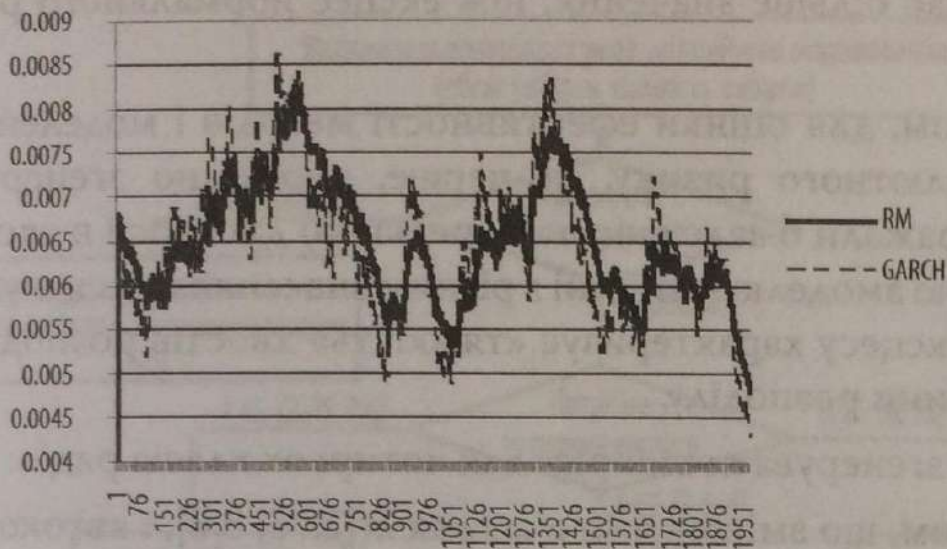


Рис. 4.24. Графік адаптації моделі експоненційного згладжування в порівнянні з моделлю GARCH(1,1)

Таким чином, значення мінімального обсягу вибірки для застосування моделі експоненційного згладжування дорівнює 12 значенням (10 значень – адаптація, одне значення – оцінка першого значення згладженого ряду, наступне – прогноз).

Для моделі постійної дисперсії значення мінімального обсягу вибірки визначено рівним 30.

Для методу історичного моделювання мінімальне значення вибірки залежить від вікна, за яким розраховується значення прогнозу. Розмір вікна розраховується шляхом вирішення задачі оптимізації або його задає користувач.

Для моделі випадкового блукання обмеження на розмір вибірки – мінімум одне значення.

4.4.3. Використання методу формування вибірок для оцінки ефективності методів і моделей прогнозування ризику

Як відзначено в п. 4.3, фінансові часові ряди характеризуються:

- кластеризацією волатильності;
- «важкими хвостами» розподілу фінансового активу;

- щільність розподілу не відповідає нормальному розподілу через велику кількість викидів;
- ексцес має більше значення, ніж ексцес нормального розподілу.

Таким чином, для оцінки ефективності методів і моделей прогнозування валютного ризику, по-перше, необхідно згенерувати дані, які відображали б залежність (кореляцію) дисперсії в часі. По-друге, необхідно змодельовувати дані з різним значенням ексцесу, тому що показник ексцесу характеризує «тяжкість» хвостів розподілу та гостроту вершини розподілу.

Необхідно згенерувати вибірки для чотирьох класів рядів:

- з ексцесом, що змінюється в межах $k([2.75; 3.6])$, і автокореляцією квадратів прибутковості;
- з ексцесом, що змінюється в межах $k([3.6; 6])$, і автокореляцією квадратів прибутковості;
- з ексцесом, що змінюється в межах $k([6; 18])$ і з автокореляцією квадратів прибутковості;
- ряд, що являє собою білий шум (ряд нормально розподілених випадкових величин з нульовим середнім і одиничною дисперсією).

Перейдемо до розробки методу формування вибірок із заданими характеристиками. Як модель формування даних візьмемо модель $GARCH(1,1)$:

$$\sigma_t^2 = K + G_1 \sigma_{t-1}^2 + A_1 \varepsilon_{t-1}^2. \quad (4.17)$$

Алгоритм методу формування вибірок із заданими параметрами подано на *рис. 4.25*.

На *рис. 4.26* наведено графік значень ексцесу для вибірок класу 1. Значення ексцесу змінюються у межах 2,75 – 3,6. Моделювання виконувалося за 20 значеннями для ексцесу в межах: $k=\{2,7 - 2,9; 2,9 - 3,1; 3,1 - 3,3; 3,3 - 3,6\}$.

Програмну реалізацію методу моделювання даних у середовищі MATLAB R14 наведено в *Додатку II* (процедура *modelling1*). Функ-

цію моделювання *GARCH*-процесу (*myarch*) у середовищі *MATLAB R14* наведено в Додатку П.

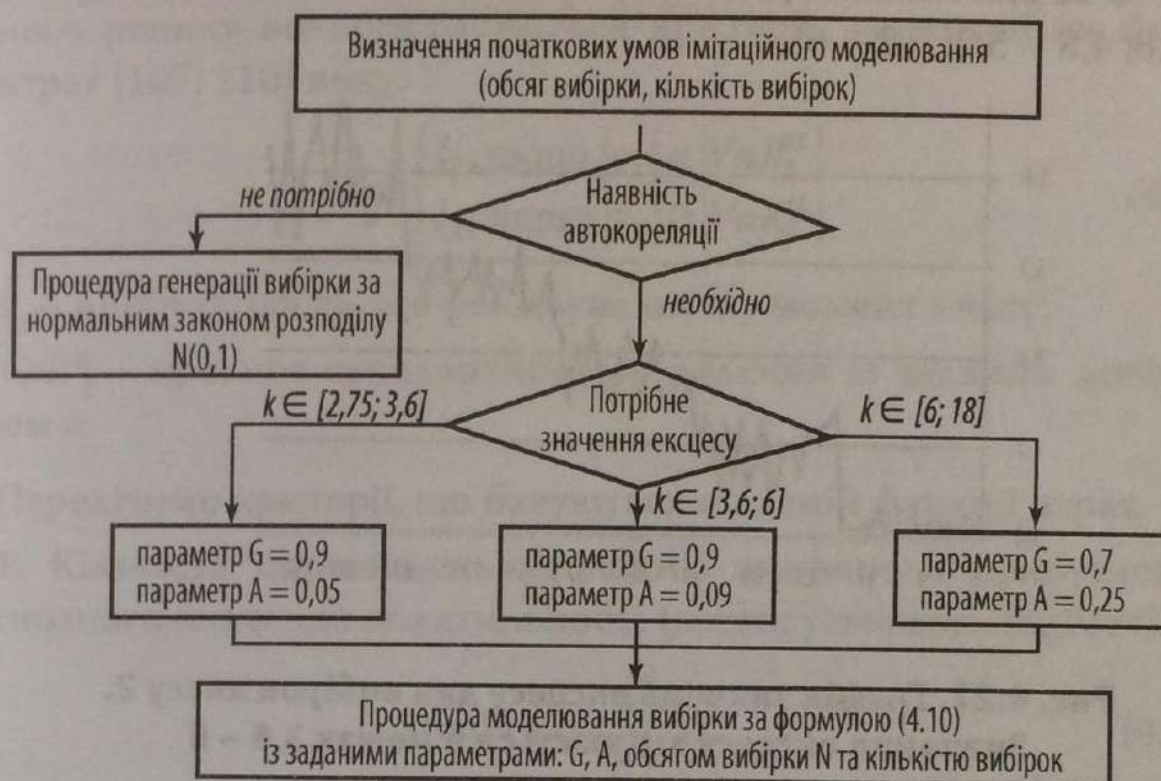


Рис. 4.25. Схема алгоритму методу формування вибірок із заданими параметрами

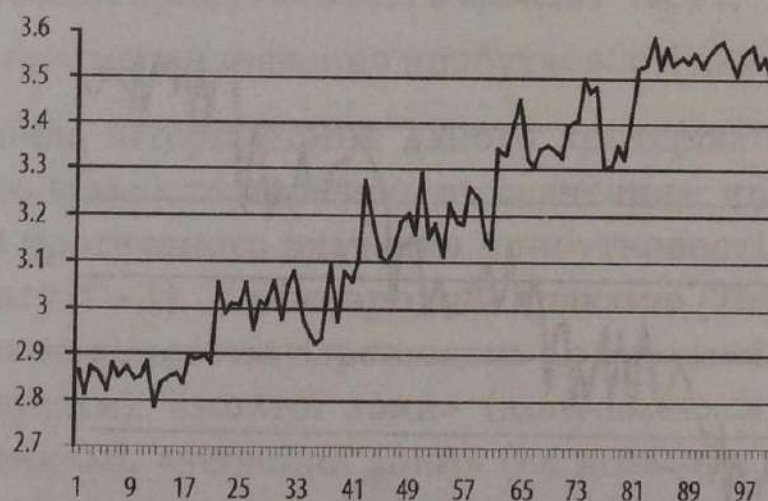


Рис. 4.26. Графік значень ексцесу для вибірок класу 1. Значення ексцесу змінюються в межах 2,75 – 3,6

На рис. 4.27 наведено графік значень ексцесу для вибірок класу 2. Значення ексцесу змінюється в межах 3,6 – 6. Моделювання виконувалося за 20 значеннями для ексцесу в межах: $k = \{3,6 - 3,8; 3,8 - 4,3; 4,3 - 4,8; 4,8 - 5,2; 5,2 - 6\}$.

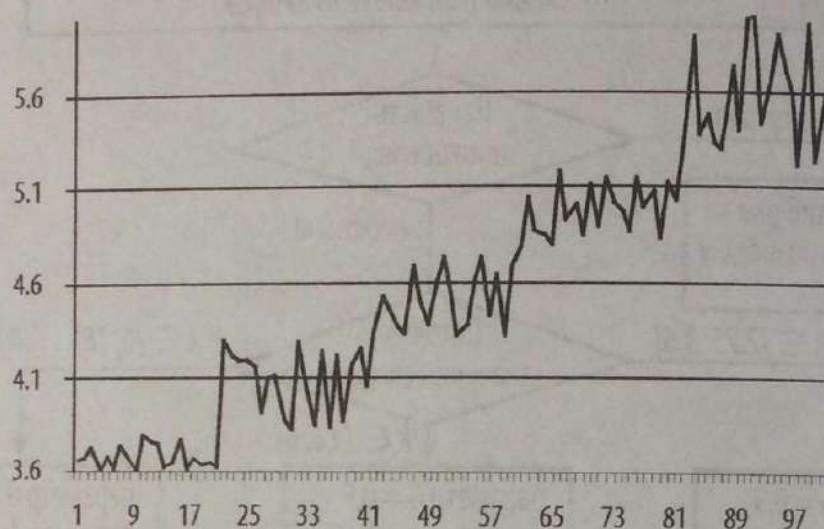


Рис. 4.27. Графік значень ексцесу для вибірок класу 2.
Значення ексцесу змінюється в межах 3,6 – 6

На рис. 4.28 наведено графік значень ексцесу для вибірок класу 3. Значення ексцесу змінюється в межах 6 – 18. Моделювання виконувалося за 20 значеннями для ексцесу в межах: $k = \{6 - 8,5; 8,5 - 11; 11 - 13,5; 13,5 - 16; 16 - 18\}$.

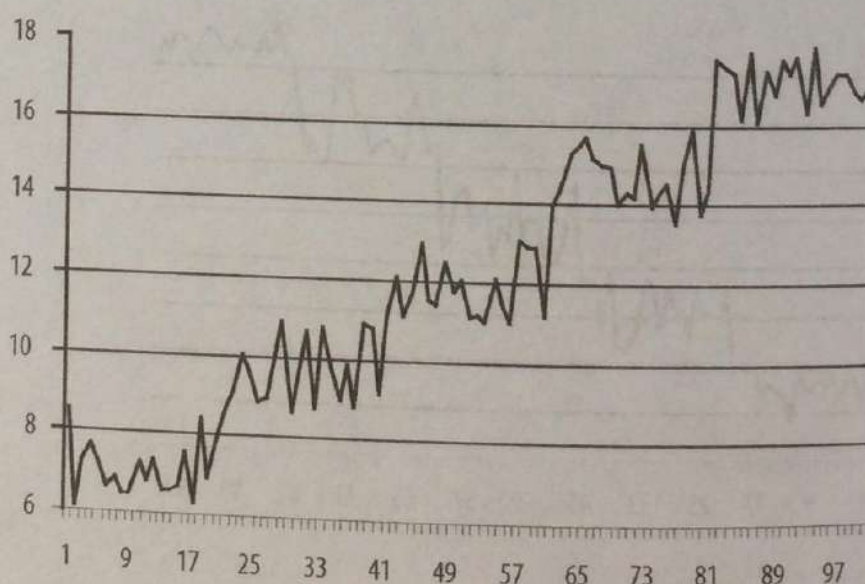


Рис. 4.28. Графік значень ексцесу для вибірок класу 3.
Значення ексцесу змінюється в межах 6 – 18

4.4.4. Аналіз і розробка критеріїв ефективності методів і моделей прогнозування ризику

За оцінки ефективності методів і моделей прогнозування валютного ризику використовуються критерії, засновані на функції втрат [107; 110] виду:

$$L_t^\alpha = \begin{cases} l_1, \text{ якщо } |\varepsilon_t| < |VaR_t^\alpha| \\ l_2, \text{ якщо } |\varepsilon_t| \geq |VaR_t^\alpha| \end{cases}, \quad (4.18)$$

де ε_t – прибутковість, що реалізувалася, у момент t часу;

VaR_t^α – прогноз стандартного відхилення із заданим довірчим рівнем α .

Перелічимо критерії, що базуються на даній функції втрат.

1. Кількість перевищень реальним значенням прибутковості прогнозного значення волатильності (застосуємо код ItogPrev):

$$ItogPrev = \sum_{t=1}^N L_t^\alpha, \quad (4.19)$$

$$\text{де } L_t^\alpha = \begin{cases} 0, \text{ якщо } |\varepsilon_t| < |VaR_t^\alpha| \\ 1, \text{ якщо } |\varepsilon_t| \geq |VaR_t^\alpha| \end{cases},$$

ε_t – значення прибутковості в момент часу t ;

VaR_t^α – прогнозне значення прибутковості для довірчого рівня α .

Економічна інтерпретація даного критерію: значення ItogPrev являє собою кількість перевищень значенням прибутковості в момент часу t прогнозного значення прибутковості, спрогнозованого в момент часу $(t - 1)$. У міжнародній практиці [265] прийнято відносити модель за кількістю перевищень до «зеленої зони» (дозволено використовувати), «жовтої зони» (допускається використовувати з виправленням), «червоної зони» (не дозволяється використовувати, або дозволяється з виправленням 4). Значення виправлень для довірчого рівня 99% подано в *табл. 4.5*.

Таблиця 4.5

Значення виправлень для довірчого рівня 99%

Zone	Number of Exceptions	Increase in scaling factor
Green	0	0
	1	0
	2	0
	3	0
	4	0
Yellow	5	0.4
	6	0.5
	7	0.65
	8	0.75
	9	0.85
Red	10 and more	1

2. Величина перевищень (призначимо код LF1):

$$LF2_{\alpha} = \sum_{t=1}^N L_t^{\alpha}, \quad (4.20)$$

$$\text{де } L_t^{\alpha} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } |\varepsilon_t| < VaR_t^{\alpha} \\ |\varepsilon_t| - VaR_t^{\alpha}, & \text{якщо } |\varepsilon_t| \geq VaR_t^{\alpha} \end{cases};$$

ε_t – значення прибутковості в момент часу t ;

VaR_t^{α} – прогнозне значення прибутковості для довірчого рівня α .

Економічна інтерпретація даного критерію: значення $LF1_{\alpha}$ являє собою суму різниць реального та спрогнозованого значення прибутковості у випадку перевищення прогнозного значення прибутковості реальним значенням у момент часу t за весь період оцінки ефективності.

3. Величина середньої відносної величини перевищень (код LF2):

$$LF2_{\alpha} = \frac{\sum_{t=1}^N L_t^{\alpha}}{N}, \quad (4.21)$$

$$\text{де } L_t^\alpha = \begin{cases} 0, & \text{якщо } |\varepsilon_t| < VaR_t^\alpha \\ \frac{|\varepsilon_t| - VaR_t^\alpha}{VaR_t^\alpha}, & \text{якщо } |\varepsilon_t| \geq VaR_t^\alpha \end{cases}$$

ε_t – значення прибутковості в момент часу t ;

VaR_t^α – прогнозне значення прибутковості для довірчого рівня α .

Економічна інтерпретація даного критерію: значення $LF2_\alpha$ являє собою середній відсоток від зарезервованого капіталу, що не покривається у випадку перевищення прибутковістю спрогнозованого значення ризику. Інакше кажучи, скільки відсотків капіталу від уже зарезервованого необхідно додати для покриття ризику у випадку перевищення прибутковістю спрогнозованого значення ризику.

4. Величина невикористаного капіталу (код LF3):

$$LF3_\alpha = \sum_{t=1}^N L_t^\alpha, \quad (4.22)$$

$$\text{де } L_t^\alpha = \begin{cases} |VaR_t^\alpha| - |\varepsilon_t|, & \text{якщо } |\varepsilon_t| < VaR_t^\alpha \\ 0, & \text{якщо } |\varepsilon_t| \geq VaR_t^\alpha \end{cases};$$

ε_t – значення прибутковості в момент часу t ;

VaR_t^α – прогнозне значення прибутковості для довірчого рівня α .

Економічна інтерпретація даного критерію: значення $LF3_\alpha$ являє собою різницю капіталу, що був зарезервований для покриття ризику, і реального значення ризику. Значення даного критерію означає величину капіталу, зарезервованого понад необхідний рівень.

Однак даних критеріїв недостатньо для визначення ефективності досліджуваних моделей прогнозування валютного ризику, оскільки за їх використання неможливо довідатися про процентне відношення помилок, допущених моделлю. Тому введемо критерій реального покриття ризику, що показує кількість помилок досліджуваної моделі на кожному кроці прогнозу.

5. Критерій рівня втрат (REAL).

Уведемо критерій REAL, що показує рівень реального покриття ризику (відношення суми втрат до загальної суми прибутковості):

$$REAL = \frac{LF1_{\alpha}}{\sum_{t=1}^N |\epsilon_t|}, \quad (4.23)$$

де ϵ_t – значення прибутковості в момент часу t .

Критерій REAL має відповідати заданому довірчому рівню. На відміну від критерію кількості перевищень даний критерій показує, яку частку збитки (у випадку перевищення) становлять у загальній сумі прибутковості. Кількість перевищень може бути однаковою, але сума втрат – різною. Таким чином, критерій REAL дозволяє одержати інформацію про отримані втрати стосовно загальної суми ризику (суми модулів прибутковості) і зрівняти моделі у випадку рівності кількості перевищень.

У випадку розподілу прибутковості, що відрізняється від нормального, значення цього критерію буде більшим, ніж необхідний рівень значущості (через «важкі хвости»), і тому модель прогнозування ризику не буде адекватною.

Уведемо також критерій розкиду значень критерію REAL біля заданого рівня втрат.

6. Критерій Criterion_STD:

$$Criterion_STD = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (REAL_t - \alpha)^2}{N - 1}}, \quad (4.24)$$

де REAL – значення критерію REAL;

α – заданий довірчий рівень.

Чим менше значення критерію Criterion_STD, тим ближче значення критерію REAL до заданого рівня втрат. Критерій Criterion_STD є показником якості моделей прогнозування валютного ризику.

4.4.5. Застосування вдосконаленого методу оцінки ефективності методів і моделей прогнозування ризику

Метод оцінки ефективності методів і моделей прогнозування валютного ризику складається з етапів:

- визначення початкових умов проведення імітаційного моделювання (табл. 4.6).
- формування вибірок (метод синтезу вибірок наведено у п. 4.4.3);
- оцінка параметрів моделей і методів;
- оптимізація параметрів моделей і методів (див. п. 4.4.6);
- генерація прогнозів валютного ризику;
- коректування прогнозів валютного ризику відповідно до довірчого рівня за критерієм Real;
- розрахунок критеріїв ефективності;
- аналіз отриманих результатів.

Таблиця 4.6

Умови проведення статистичних випробувань за допомогою методу імітаційного моделювання

Обсяг вибірки	2000 значень
Тип модельованої вибірки	моделювання даних з ексцесом $k([2,75; 3,6])$; моделювання даних з ексцесом $k([3,6; 6])$; моделювання даних з ексцесом $k([6; 18])$; ряд, що являє собою білий шум
Кількість статистичних випробувань у кожному класі модельованих даних	100
Методи та моделі прогнозування валютного ризику	Метод історичного моделювання; модель постійної дисперсії; метод експоненційного згладжування; модель GARCH(1,1); модель випадкового блукання
Інтервал прогнозування	1
Довірчі рівні, %	95; 97,5; 99; 99,5; 99,75

Під час оцінки ефективності методів і моделей прогнозування ризику будемо використовувати такі, найбільш широко використовані, довірчі рівні та відповідні їм квантилі нормального розподілу (табл. 4.7).

Таблица 4.7

Таблиця найбільш часто використовуваних довірчих рівнів і відповідних їм квантилів нормального розподілу

%	k
95	1,6448
97,5	1,9599
99	2,326
99,5	2,575
99,75	2,807

Слід зазначити, що серед робіт зустрічаються дослідження, що містять оцінку ефективності методів і моделей прогнозування валютного ризику. Так, у роботі [110] проведено оцінку ефективності деяких методів і моделей та зроблено висновки щодо вибору найкращої моделі прогнозування ризику на російському фондовому ринку. Однак автори додержувалися процедури тестування без коректування моделей до необхідного довірчого рівня, і тому результати, отримані при аналізі оцінки ефективності, не відповідають істині. За оцінки ефективності не брався до уваги критерій реального покриття ризику, і моделі дали результати з різним значенням реального покриття ризику. Таким чином, процедура оцінки ефективності методів і моделей прогнозування валютного ризику в розглянутій роботі не дозволяє зрівняти між собою методи та моделі. Скоригувавши прогнози валютного ризику відповідно до довірчого рівня за критерієм Real, ми досягаємо однакового значення всіх моделей за даним критерієм, що дозволить нам зрівняти їх за всіма іншими критеріями (яку кількість капіталу необхідно зарезервувати, щоб домогтися певного рівня покриття ризику для кожної моделі – критерій *LF3*, а також проаналізуємо всі інші критерії).

Протестуємо моделі за стандартною процедурою – без коректування за критерієм Real, щоб оцінити ефективність у стандартних

умовах (як це відбувається на практиці – у випадку використання коефіцієнтів для нормального розподілу).

Моделювання будемо проводити в середовищі математичного пакета *MATLAB R14*.

4.4.6. Розробка процедури оптимізації параметрів моделей прогнозування ризику

Задача одержання оптимальних параметрів методів і моделей прогнозування валютного ризику становить задачу оптимізації.

Для моделей і методів прогнозування валютного ризику в загальному вигляді задачу оптимізації може бути сформульовано як задачу знаходження мінімального значення величини перевищень (критерій $LF1$):

$$LF1_{\alpha} = \sum_{t=1}^N L_t^{\alpha} \longrightarrow \min, \quad (4.25)$$

$$\text{де } L_t^{\alpha} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } |\varepsilon_t| < VaR_t^{\alpha} \\ |\varepsilon_t| - |VaR_t^{\alpha}|, & \text{якщо } |\varepsilon_t| \geq VaR_t^{\alpha}; \end{cases}$$

ε_t – значення прибутковості в момент часу t ;

VaR_t^{α} – прогнозне значення прибутковості для довірчого рівня α .

На *рис. 4.29* наведено динаміку значень критеріїв $LF1_{\alpha}$ і $LF2_{\alpha}$ залежно від значення параметра згладжування в моделі експоненційного згладжування. У випадку, якщо знайдено більше одного мінімуму, використовується перше значення мінімуму, тому що при ньому значення критерію $LF3_{\alpha}$ мінімально.

Для урахування відношення до ризику користувача можливий ручний пошук оптимального параметра згладжування. Для цього розраховуються такі критерії: $LF2$, $ItogPrev$, приріст критерію $LF1$, приріст критерію $LF3$.

Програмну реалізацію оптимізації параметрів моделей наведено в *Додатку Р*:

- оптимізація параметрів вікна методу історичного моделювання: процедура `WindowOptimization_HS`;

- оптимізація параметра згладжування моделі експоненційного згладжування (функція `LambdaOptimization`);
- оптимізація моделей прогнозування валютного ризику за критерієм Real (функція `OptimizingRiskModel2S`);
- оптимізація моделей прогнозування валютного ризику за критерієм рівня значущості (функція `OptimizingRiskModel_oneside`).

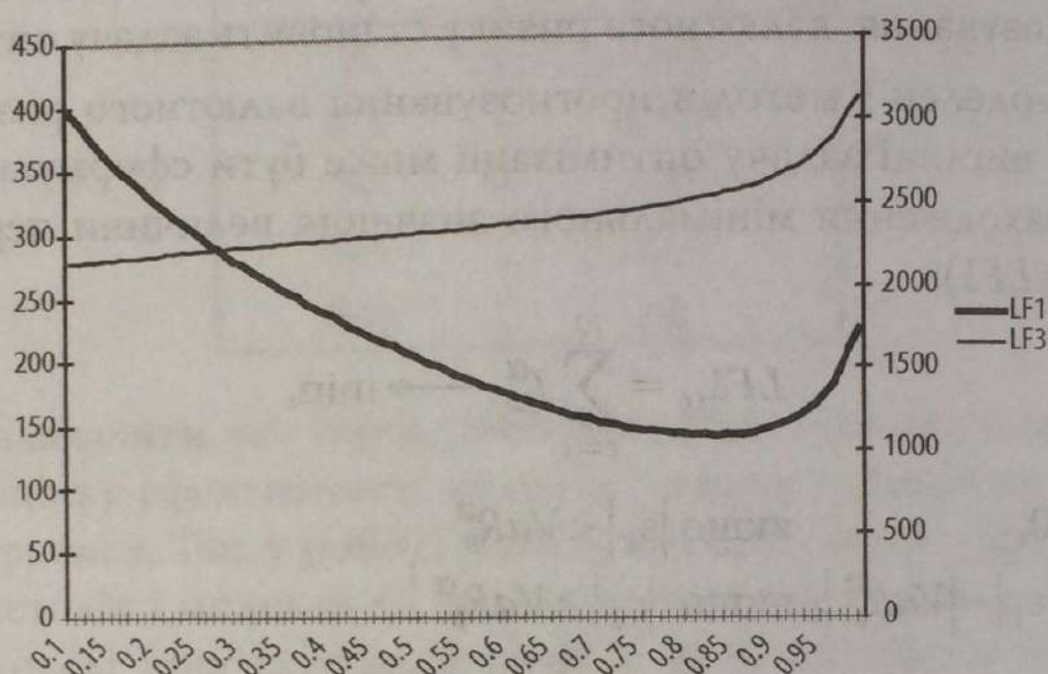


Рис. 4.29. Графік значень критеріїв LF1 і LF2 залежно від значення параметра згладжування в моделі експоненційного згладжування

Результати оцінки ефективності моделей і методів прогнозу ризику для даних з ексцесом k [2,75; 3,6] подано у табл. С.1 Додатку С.

Як видно з табл. С.1, за критерієм LF1 найкращі результати дають моделі: *GARCH*, *RM*, *HS*, *Ното*. Модель випадкового блукання дає найбільшу величину перевищень серед всіх моделей (середнє значення критерію $LF1 = 33410$ у порівнянні із середнім за всіма моделями 3076,35), і значення реального довірчого рівня занадто велике (0,27 замість 0,05 (для 95%)), що говорить про те, що сума помилок прогнозу становить 27% замість 5%, тому використовувати дану модель для прогнозу валютного ризику при даних статистич-

них характеристиках вибірки не треба. Серед інших моделей найгірші результати показує модель *HS*, тому що в першому випадку для довірчого рівня 95% вона дає переоцінку ризику та реальне значення рівня 0,028 замість 0,05. У другому випадку для довірчого рівня 97,5% значення критерію *LF1* дорівнює 3726,3, тобто практично дорівнює значенню цього критерія для моделі *GARCH*, але, з іншого боку, значення невикористаного капіталу модель *HS* дає у два рази більше, ніж модель *GARCH*. За іншими довірчими рівнями дана модель також дає найбільші значення витрат капіталу *LF3*, хоч і покриває весь ризик відповідно до статистики критерію *Real*. Таким чином, дану модель також виключимо зі списку рекомендацій до використання.

Модель *Ното* серед інших моделей і методів менш ефективна, про що можна судити за результатами аналізу критеріїв *LF1*, *LF2*, *ItogPrev*, *Real*. Так, при величині невикористаного капіталу, який практично дорівнює величині невикористаного капіталу для інших моделей (295130), величина втрат дає більші значення, ніж в інших моделях (3336,16).

Загальною властивістю моделей, що залишилися (*GARCH*, *RM*), є те, що при більшому значенні втрат *LF1* розглянуті моделі дають менше значення невикористаного капіталу, і навпаки.

Таким чином, моделями, що дають найбільш ефективний прогноз в умовах наявності гетероскедастичності та ексцесом $k([2,75; 3,6])$, є *GARCH* і *RM*. За обсягу вибірки менш 1000 значень варто використовувати *RM*, за більш 1000 значень – *GARCH*.

Результати оцінки ефективності моделей і методів прогнозу ризику для даних з ексцесом $k([3,6; 6])$ представлено в табл. С.2 Додатку С.

Як видно з табл. С.2, моделі та методи, що дають найменш ефективний прогноз: модель випадкового блукання, *Ното*, *HS*. За більшого значення величини втрат (*LF1*) вони також дають найбільше значення невикористаного капіталу (*LF3*). Тому застосовувати дані моделі та методи для прогнозу валютного ризику в даних умовах не треба.

Що стосується моделі *GARCH*, то у всіх випадках, крім варіанта з довірчим рівнем 95%, модель *GARCH* переоцінює ризик, і вели-

чина реального довірчого рівня менша, ніж передбачено. Тому дана модель дає меншу кількість перевищень (критерій $ItogPrev$) і меншу суму перевищень ($LF1$), ніж передбачено для відповідного довірчого рівня. Недоліком цього є більше значення невикористаного капіталу, який необхідно резервувати. Слід окремо зазначити, що дана модель має таку перевагу, як найменше значення критерію $LF2$. Відсоток капіталу, який необхідно додати у випадку перевищення реальним ризиком спрогнозованого, найменший, і становить у середньому 16,9%.

Модель RM недооцінює ризик. З іншого боку, у випадку недостатності даних (менш 1000) можна рекомендувати її застосовувати.

Таким чином, моделями, що дають найбільш ефективний прогноз в умовах наявності гетероскедастичності та ексцесом $k([3,6; 6]$, є $GARCH$ і RM . За обсягу вибірки менш 1000 значень варто використовувати RM , більш 1000 значень – $GARCH$.

Наведемо результати оцінки ефективності моделей прогнозу ризику для даних з ексцесом $k([6; 18]$, які представлено в табл. С.3 Додатку С.

У цьому випадку найбільш ефективними моделями також можна вважати $GARCH$ і RM . Модель $GARCH$ у порівнянні з RM у даних умовах дає більш ефективний прогноз, ніж у попередніх експериментах. Таким чином, у випадку достатності даних (1000 значень) ця модель є найбільш ефективною. При обсязі вибірки менш 1000 значень варто використовувати RM .

Результати оцінки ефективності моделей і методів прогнозу ризику для даних, що представляють собою білий шум, представлено в табл. С.4 Додатку С.

У цьому випадку найкращі результати дають моделі: $GARCH$, RM , $Ното$. Оскільки прогноз $GARCH$ у цьому випадку являє собою пряму лінію, цю модель можна виключити з рекомендацій (за меншої складності моделі таку ж якість прогнозу можна одержати за допомогою моделі $Ното$). Серед моделей RM і $Ното$ найкращі результати у моделі $Ното$ (вона дає меншу суму втрат за критерієм $LF1$ за менших витрат на кількість зарезервованого капіталу за критерієм $LF3$).

Таким чином, моделлю, що дає найбільш ефективний прогноз в умовах білого шуму, є модель *Ното*.

Проведено оцінку ефективності методів і моделей прогнозування ризику за методом відповідно до вимог банку міжнародних розрахунків (відповідно до угоди Базель-II). Отримано значення рівня значущості за прогнозування ризику за вимогами Базель-II. Результати оцінки ефективності з використанням існуючого методу прогнозування валютного ризику (приклад на основі моделі прогнозування *RiskMetrics* див. на рис. 4.30) для рівня втрат 0,05 за оцінки ефективності за 250 днів) наведено на рис. 4.30. Кожне значення на графіку становить значення рівня втрат за прогнозування на інтервалі 250 днів. Вікно вибірки 250 днів зміщалося на 1 день уперед, і знову здійснювалася процедура прогнозування за останні 250 днів. Як видно з рис. 4.30, рівень втрат істотно відхиляється від заданого.

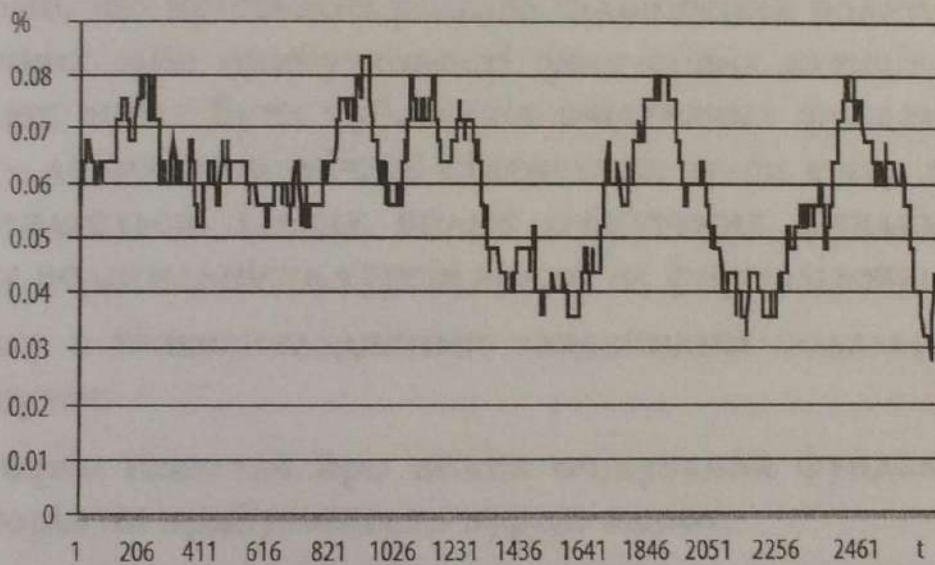


Рис. 4.30. Графік значень рівня втрат при застосуванні існуючого методу VaR для заданого рівня втрат 0,05

Основні результати оцінки ефективності методів і моделей прогнозування ризику полягають у такому:

- якщо часовий ряд прибутковості являє собою білий шум, то найкращий прогноз ризику досягається за допомогою побудови моделі постійної дисперсії;
- у випадку наявності автокореляції квадратів прибутковості і за будь-якому значенні ексцесу вибірки застосовуються мо-

делі: експоненційного згладжування та *GARCH* (за умови, що кількість спостережень більше 1000).

Модель *RiskMetrics* працює краще в умовах, коли ексцес вибірки приймає значення, близьке до значення ексцесу нормального розподілу. Причому в кожному випадку необхідно підбирати оптимальний коефіцієнт згладжування.

Алгоритм вибору найбільш ефективних методів і моделей прогнозування валютного ризику:

- встановити, чи спостерігається у вибірці автокореляція квадратів прибутковості (гетероскедастичність);
- якщо гетероскедастичність є, то перейти на крок 3, інакше використовувати модель постійної дисперсії;
- якщо обсяг вибірки менш 1000, застосовувати модель *RM*.

РОЗДІЛ 5

УДОСКОНАЛЕННЯ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКУ В ДІЛІНГОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Існуючі методи та моделі прогнозування валютного ризику не забезпечують заданої ефективності. Ця проблема є важливою, оскільки у випадку недооцінки валютного ризику фінансова організація як об'єкт ризику може перейти в небажану ситуацію, що може привести до банкрутства.

Із практичного досвіду роботи на міжнародному валютному ринку відомо, що причиною різкого підвищення волатильності та появи значних змін прибутковості фінансових активів, і зокрема курсів валют, може бути публікація очікуваних фундаментальних факторів – даних економічної статистики країн світу, курс валют яких розглядається. Однак вплив очікуваних фундаментальних факторів на волатильність курсів валют не формалізовано.

У зв'язку з вищевикладеними завданнями подальшого дослідження набуває:

- перевірка гіпотези про вплив очікуваних фундаментальних факторів на прибутковість курсів валют;
- підготовка вихідних даних для дослідження впливу очікуваних фундаментальних факторів на величину прибутковості курсу валют;
- розробка моделі прогнозування валютного ризику з урахуванням очікуваних фундаментальних факторів;
- оцінка ефективності моделі прогнозування валютного ризику з урахуванням очікуваних фундаментальних факторів;
- розробка узагальненого методу прогнозування валютного ризику в ДІС із забезпеченням заданої ефективності та з урахуванням фундаментальних факторів;

- розробка вдосконаленого методу прогнозування валютного ризику *Value-at-Risk* із забезпеченням заданої ефективності, що є складовою частиною узагальненого методу прогнозування валютного ризику в ДІС;
- розробка інформаційної бази інформаційної технології прогнозування валютного ризику в ДІС;
- розробка інформаційної технології прогнозування валютного ризику в ДІС.

5.1. Перевірка гіпотези про вплив фундаментальних факторів на рівень ризику

Фундаментальні фактори – це інформація про стан економіки країни, виражена в значеннях макроекономічних показників, що публікуються статистичними агентствами країн світу в певні дати та час, а також інформація, які є у виступах представників влади та державних фінансових структур.

Фундаментальні фактори, що впливають на зміну волатильності та прибутковості курсу валют, можуть бути очікуваними та неочікуваними. Очікувані фактори відрізняються від неочікуваних тим, що для перших відомі дата та час появи інформації про них. Наведемо класифікацію фундаментальних факторів [89] (табл. 5.1).

За ступенем впливу на значення курсів валют фундаментальні фактори розділяють на три групи [118]. До першої відносяться:

- динаміка валового національного продукту (*GDP*). За зростання *GDP* курс, як правило, збільшується;
- дефіцит торговельного балансу (*trade deficit*). За його зростання, як правило, курс національної валюти знижується;
- дефіцит платіжного балансу (*payment deficit*). Його вплив на курс такий само, як і для дефіциту торговельного балансу;
- індекси інфляції: індекс споживчих цін (*CPI*) і індекс оптових цін (*PPI*). За зростання інфляції курс, як правило, знижується;

- офіційні дисконтні ставки. За їх зростання курс, як правило, підвищується;
- дані з безробіття (*unemployment*) або зайнятості (*employment*). Зростання безробіття (падіння зайнятості), як правило, супроводжується падінням курсу національної валюти;
- дані по грошовій масі (M4, M3, M2, M1, M0). Зростання грошової маси, як правило, супроводжується падінням курсу національної валюти. Однак іноді дані зі збільшення грошової маси приводять до очікувань підвищення дисконтної ставки та, в остаточному підсумку, до підвищення курсу;
- вибори (*elections*) у парламент і вибори президента країни.

Таблиця 5.1

Класифікація фундаментальних факторів

Ознаки, типи та групи фундаментальних факторів		
	За об'єктом віднесення	
Економічні:	Соціально-політичні:	Природно-кліматичні:
Характеризують рівень підприємства Характеризують рівень галузі	Соціальні Внутрішньополітичні Зовнішньополітичні	Природні Кліматичні Екологічні
макроекономічні фактори		
Приклад: інфляція та зайнятість	Приклад: рівень процентних ставок і розмір промислових замовлень	
	За ступенем відкриття	
Відкриті, періодично публікуються	Закриті (інсайдерська інформація)	
	За ступенем відкритості	
Відкриті	Латентні (сховані)	
	За ступенем прогностичності	
Прогнозовані	Випадкові	—
	За силою впливу на об'єкт	
Сильні	Середні	Слабкі

Закінчення табл. 5.1

	За вектором впливу на об'єкт	
Формуючі підйом тренд	Формуючі падіння	Нейтральні
Співпадаючі із трендом (посилюючі вплив)	Діючі проти тренда	Нейтральні

До другої групи відносяться:

- розміри роздрібних продажів (*retail sales*). За їх зростання курс національної валюти може вирости;
- розміри житлового будівництва (*housing starts*). За їх збільшення курс може також підвищитися;
- величина промислових замовлень і замовлень товарів тривалого користування (*manufacture orders i factory orders* відповідно). Зростання кількості замовлень супроводжується, як правило, незначним підвищенням курсу;
- індекс промислових цін (*producer price index – PPI*). Їх зростання може викликати падіння курсу;
- індекс споживчих цін (*consumer price index* зростання *CPI*). Їх зростання може викликати падіння курсу;
- індекс промислового виробництва (*industrial production*). Його збільшення може викликати зростання курсу;
- продуктивність в економіці (*productivity*). Падіння продуктивності може викликати падіння курсу.

Про новини першої та другої групи можна довідатися з інформаційних агентств (*Reuters, Dow Jones, AFX, Knight Ridder, Futures World News* і т. п.).

До третьої групи фундаментальних факторів належать такі дані:

- форвардні курси відповідних валют (*forward*);
- ф'ючерсні курси валют;
- ефективний обмінний курс, що розраховується як відношення зміни національної валюти до певного кошика інших валют;
- депозитні ставки (*deposit repos*);

- індекси акцій (*NIKKEY, Dow Jones, DAX, FTSE* і т. д.) – зростання цих індексів говорить про гарний стан національної економіки та підвищує попит на національну валюту даної країни;
- динаміка цін державних облігацій (*T-bills, T-bonds*) – збільшення попиту на державні цінні папери та наступне за ним підвищення їх цін, як правило, супроводжується зростанням національної валюти.

Фундаментальні фактори впливають на поведінку учасників валютного ринку та відповідно на рівень валютного курсу.

Робіт, присвячених формалізації впливу фундаментальних факторів, небагато. Проаналізуємо існуючі підходи до аналізу впливу очікуваних фундаментальних факторів на величину прибутковості курсу валют. Так, для визначення впливу фундаментальних факторів на рівень курсу валют застосовується регресійний аналіз [194]. Однак, як було показано в роботі [194], модель впливу фундаментальних факторів на курс валют, побудована за допомогою регресійного аналізу, застосовується для одержання тільки довгострокового прогнозу курсу валют (глобального тренда). Тому для прогнозування валютного ризику необхідно використовувати інші підходи.

Як відзначають деякі дослідники [134], включення в модель прогнозу ризику таких факторів, як день тижня, істотно поліпшує ефективність прогнозу. Це може пояснюватися тим, що в останній день перед вихідними прибутковість і волатильність звичайно більше, ніж в інші дні через вихід фундаментальних факторів, що значно впливають на ринок (спостерігаються більше 1% відхилення курсу валют від значення ціни відкриття курсу валют у даний день). Тому фактор дня тижня є більш узагальненим, і варто виділити ті фундаментальні фактори, які впливають на волатильність курсу валют, замість включення в аналіз фактора дня тижня.

Для визначення факту впливу фундаментальних факторів на прибутковість курсу валют розглянемо ряд з 30.12.2002 р. по 21.11.2006 р. курсу EUR/USD з часовим інтервалом 30 хвилин. Вибірка містить 47 754 спостереження. Описову статистику наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Описова статистика курсу валют EUR/USD з часовим інтервалом 30 хвилин

Valid N	Mean	Confidence	Confidence	Geometric
47754	1,215646	1,215040	1,216252	1,213726
Sum	Minimum	Maximum		
58051,95	1,033800	1,365300		
Lower		Upper	Percentile	
1,181900		1,268800	1,110900	
Variance	Std.Dev.	Standard	Skewness	Std.Err.
0,004564	0,067556	0,000309	-0,510269	0,011209
Median		Mode	Kurtosis	Std.Err.
1,218200		Multiple	-0,114863	0,022417

Графік цін закриття курсу EUR/USD з часовим інтервалом 30 хвилин з 30.12.2002 р. по 08.08.2005 р. подано на рис. 5.1.

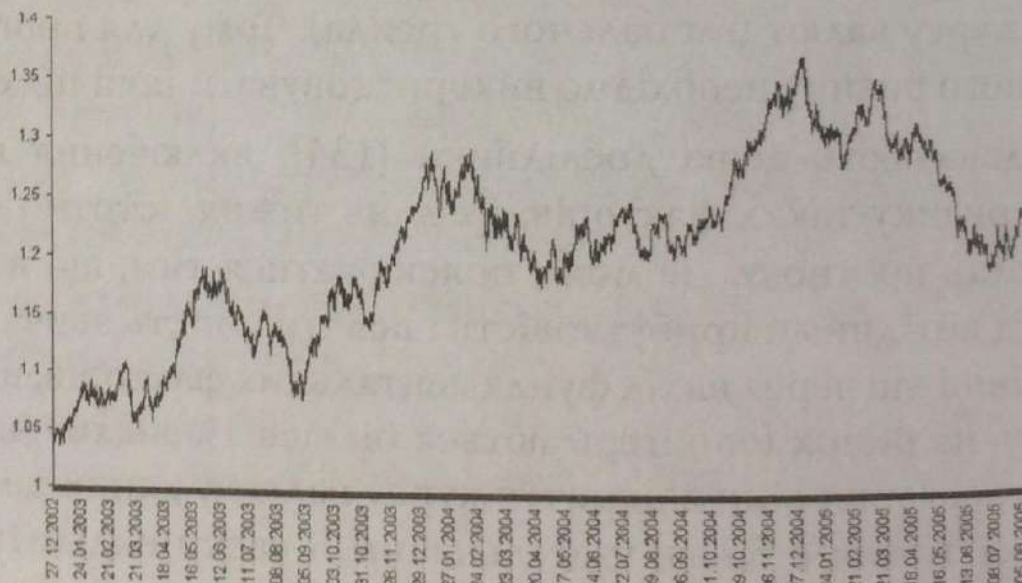


Рис. 5.1. Графік цін закриття курсу EUR/USD з часовим інтервалом 30 хвилин

Гістограму розподілу курсу валют наведено на рис. 5.2.

Дослідження гістограми показало, що курс валют EUR/USD характеризується наявністю мультимодальності. Розподіл курсу ва-

лют навколо мод говорить про те, що курс валют концентрується тривалий час біля одного значення, і потім різко переходить на інший ціновий рівень. Можна помітити, наприклад, окремий розподіл вибірки (схожий за формою на нормальний розподіл) цін у діапазоні між 1,0338 і 1,1014, а також в інших діапазонах. Переходи між рівнями тривають невеликий період, що видно з гістограми розподілу всієї вибірки: між декількома розподілами даних вибірок спостерігаються зниження частоти, тобто частота спостережуваних цін невелика.

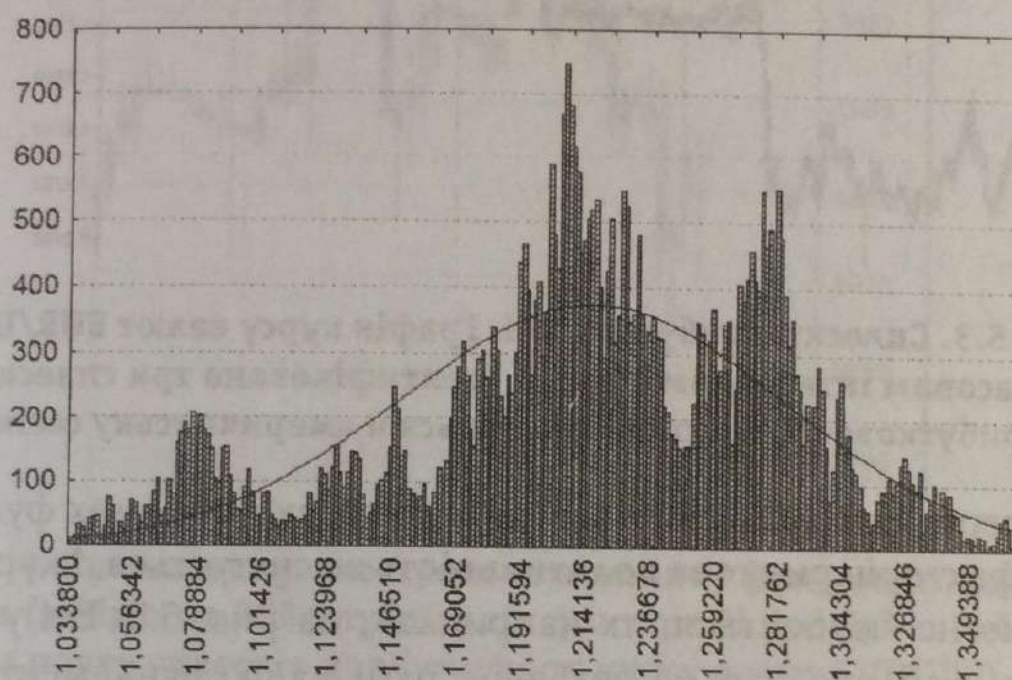


Рис. 5.2. Гістограма розподілу курсу валют EUR/USD 30 min з 30.12.2002 р. по 21.11.2006 р.

Однією з ознак факту впливу фундаментальних факторів на курс валют є така: на графіках котирувань валют часто (кілька разів на тиждень) спостерігаються різкі переходи валюти з одного валютного коридору в іншій, наприклад, див. *рис. 5.3*. Варто помітити, що переходи мають фрактальну структуру, тобто вони спостерігаються на різних інвестиційних горизонтах: як на дрібних (30-хвилинні графіки), так і на більших (денні графіки).

Таким чином, аналіз статистичних характеристик фінансових часових рядів з часовим інтервалом 30 хвилин показує, що спостерігаються різкі сплески прибутковості. Виходячи з досвіду роботи на міжнародному валютному ринку, можна стверджувати, що часто

сплески прибутковості трапляються в моменти виходу даних економічної статистики.



Рис. 5.3. Сплески прибутковості. Графік курсу валют EUR/USD з часовим інтервалом 30 хв. Ідентифіковано три сплески прибутковості, що спостерігаються в американську сесію

Так, перед виходом найбільш важливих економічних фундаментальних факторів ринкова волатильність зменшується, і курс валют практично не змінюється, як наприклад, на рис. 5.3. Всі учасники ринку не роблять угоди, чекаючи публікації фундаментального фактору. Розглянемо, наприклад, курс валют EUR/USD за день – 17.02.2000 р. (рис. 5.4). На рисунку видно два сплески прибутковості: курс EUR/USD перед виходом фундаментальних факторів перебував у вузькому діапазоні, потім значно виріс на європейській сесії та впав на американській сесії. Причиною зростання на європейській сесії є фундаментальний фактор: засідання Європейського центрального банку о 15.45, а різке падіння в американську сесію – публікація фундаментального фактора *Philadelphia Fed index* о 18.00 за київським часом. Фактор *Philadelphia Fed index* – індекс ділової активності – вийшов набагато вищим, ніж передбачалося (значення його склало 13,3 проти передбачуваного 9), що привело до різкого падіння курсу EUR/USD.

Також, виходячи із практичного досвіду, відомо безліч інших прикладів впливу фундаментальних факторів на курси валют. Тому

вплив фундаментальних факторів необхідно обов'язково враховувати за розрахунку валютного ризику.



Рис. 5.4. Приклад короткострокового впливу фундаментальних факторів (засідання ЕСВ і публікація фактора Philadelphia Fed index) на появу сплесків прибутковості курсу валют EUR/USD

Існує два види впливу фундаментальних факторів на валютний курс за часовим критерієм:

- **довгостроковий вплив**, тобто даний набір фундаментальних факторів визначає стан національної економіки, а отже, тренд валютного курсу протягом місяців і років. Довгострокове прогнозування курсу валют використовується для відкриття стратегічних позицій. Наприклад, багаторічне негативне сальдо торговельного балансу США з Японією є причиною постійного зниження курсу долара до японської ієни (з 250 – у 1985 р. до 80 – у 1995 р.). Для середньо- і довгострокового впливу враховуються фундаментальні фактори за період більш місяця (квартал, рік). Особливо важливий вплив робить різниця процентних ставок у двох державах розглянутої валютної пари;

- *короткостроковий*, тобто вплив опублікованих даних на курс валюти, що діє протягом декількох годин або хвилин. Наприклад, публікація даних про зниження дефіциту торговельного балансу США з Японією здатна привести до значного зростання курсу долара до ієни протягом декількох годин.

У роботі [194] побудовано модель довгострокового впливу фундаментальних факторів на курс валют за допомогою регресійного аналізу. Як залежна змінна Y узято курс долара США до гривні.

Незалежні змінні:

- x_1 – валовий внутрішній продукт;
- x_2 – грошові доходи населення;
- x_3 – грошові витрати;
- x_4 – індекс цін виробників;
- x_5 – індекс цін споживачів;
- x_6 – розмір дефіциту;
- x_7 – процентні ставки банків;
- x_8 – депозити;
- x_9 – обсяг грошової маси поза банками;
- x_{10} – обсяг грошової маси поза банками, а також на поточних і розрахункових рахунках у національній валюті;
- x_{11} – обсяг грошової маси поза банками, на поточних і розрахункових рахунках у національній валюті, строкові вклади у національній і закордонній валютах.

Для з'ясування питання про вид закону розподілу використовуємо подання емпіричного розподілу у вигляді гістограм або нормального імовірнісного графіка функції розподілу, за якими попередньо оцінюють тип розподілу (рис. 5.5 – 5.8).

На цих графіках можна візуально виявити викиди. Аналіз незалежних змінних показує, що тільки для змінних x_3 , x_6 можна прийняти гіпотезу про нормальний закон розподілу.

Найбільш достовірний результат перевірки гіпотези про нормальний розподіл залежної і незалежних змінних можна одержати

за допомогою існуючих критеріїв згоди емпіричного та теоретичного розподілу: Пірсона, Крамера – Мізеса, Колмогорова – Смірнова, Шапіро – Уїлка.

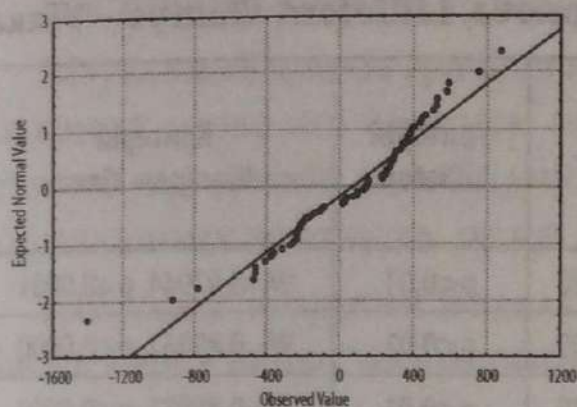


Рис. 5.5. Графік нормальності змінної x_1

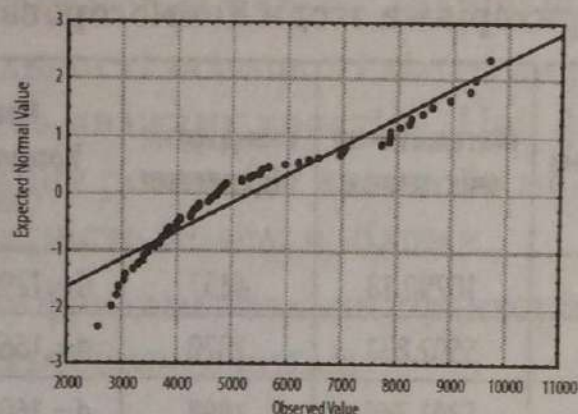


Рис. 5.6. Графік нормальності змінної x_3

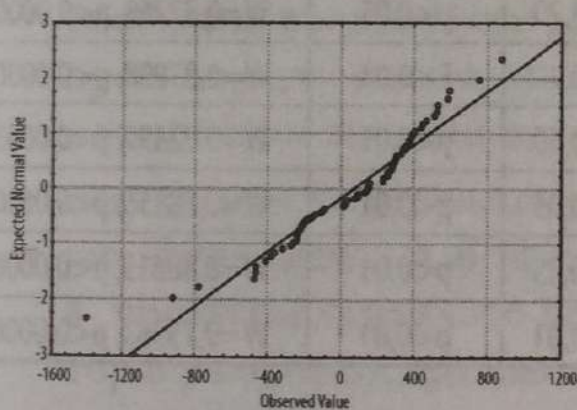


Рис. 5.7. Графік нормальності змінної x_6

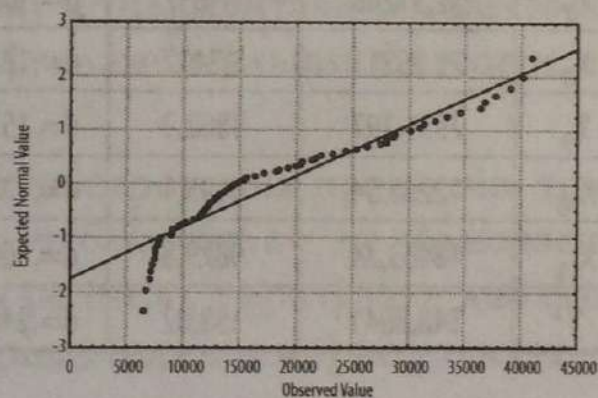


Рис. 5.8. Графік нормальності змінної x_{11}

Для досліджуваних змінних значення основних статистик і результати дослідження нормальності розподілу представлено в табл. 5.3.

Відповідно до таблиці результатів приймаємо гіпотезу про нормальний розподіл тільки для змінних x_1, x_7, x_8, x_9 .

Аналіз діаграм розсіювання та графіків нормальності привів до висновку, що в розподілах є «тяжкі хвости», графіки нормальності мають S-подібну форму та вибірки вихідних даних мають різний

масштаб. Ці факти свідчать про необхідність перетворення вихідних даних: необхідно зробити їх логарифмування.

Таблиця 5.3

Результати перевірки гіпотези нормальності розподілу вихідних даних за критеріями згоди Колмогорова – Смірнова, Lilliefors, Шапіро – Уїлка

Змінна	Математичне очікування	Стандартне відхилення	Критерій Колмогорова – Смірнова	Критерій Lilliefors	Критерій Шапіро – Уїлка
X_1	10790,18	4357	$d=,12951, p<0,20$	$p<0,01$	$W=0,91944, p<0,0001$
X_2	5502,831	2070	$d=,16640, p<0,05$	$p<0,01$	$W=0,89461, p<0,0000$
X_3	5301,746	1898	$d=,16043, p<0,10$	$p<0,01$	$W=0,89881, p<0,0000$
X_4	101,231	1,787	$d=,23697, p<0,01$	$p<0,01$	$W=0,63432, p<0,0000$
X_5	101,5239	1,88	$d=,18114, p<0,05$	$p<0,01$	$W=0,85337, p<0,0000$
X_6	69,77439	390,44	$d=,11185, p>0,20$	$p<0,05$	$W=0,94961, p<0,0151$
X_7	52,31268	17,617	$d=,10873, p>0,20$	$p<0,05$	$W=0,87268, p<0,0000$
X_8	20,05211	8,7417	$d=,12311, p>0,20$	$P<0,01$	$W=0,87998, p<0,0000$
X_9	7931,197	3802,9	$d=,15746, p<0,10$	$p<0,01$	$W=0,92490, p<0,0003$
X_{10}	12268,54	6195,1	$d=,17206, p<0,05$	$p<0,01$	$W=0,88856, p<0,0000$
X_{11}	18433,24	9829,8	$d=,16150, p<0,05$	$p<0,01$	$W=0,88613, p<0,0000$
Y	348,8841	158,02	$d=,24645, p<0,01$	$p<0,01$	$W=0,75983, p<0,0000$

У зв'язку з великою кількістю фундаментальних факторів і обмеженою довжиною вибірки будемо застосовувати покроковий алгоритм оцінки параметрів рівняння регресії.

У результаті розрахунків було отримано оцінки параметрів моделі. Відповідно до t -критерію значущими виявилися шість незалежних змінних (значення $p < 0,05$). Значення F -критерію отриманої моделі дорівнює 249,91, а в значенні ймовірності p ненульові цифри з'являються тільки в шостому знаку після коми. Значення коефіцієнта детермінації і його квадрата дорівнюють 0,9825 і 0,9652, відповідно. Масштаб залежної змінної виявився рівним 31,055. Ці результати свідчать про адекватність отриманої моделі, наведеної нижче:

$$Y = -3211,14 + 0,071Ln(x_5) + 0,276Ln(x_7) - 0,21Ln(x_8) - 0,81Ln(x_9) - 2,3Ln(x_{10}) + 4,08Ln(x_{11}). \quad (5.1)$$

Наступним кроком за оцінки адекватності є аналіз залишків.

Візуальний аналіз графіка нормальності залишків і діаграми розсіювання дозволив виявити наявність «важких хвостів». Цей факт ставить під сумнів відповідність закону розподілу залишків моделі нормальному закону та, отже, адекватність моделі в цілому.

Недоліки побудови моделі впливу фундаментальних факторів на рівень курсу валют за допомогою регресійного аналізу:

- побудова даної моделі досить складна через необхідність обліку великої кількості факторів;
- дія факторів може бути суперечливою (на різних стадіях економічного циклу фактор може діяти по-різному);
- необхідно враховувати динаміку фундаментальних факторів, прогнозувати значення самих фундаментальних факторів, що є непростим завданням;
- неможливість одержання короткострокових прогнозів, тому що фундаментальні фактори публікуються не одночасно, а протягом тривалого періоду (місяця), і врахувати дію факторів у короткостроковому періоді (один день) не уявляється можливим.

Таким чином, модель впливу фундаментальних факторів на рівень курсу валют за допомогою регресійного аналізу доцільно будувати за необхідності одержання тільки довгострокового прогнозу рівня курсу валют.

Процес планування ділінгових операцій передбачає наявність короткострокового прогнозу ризику (здійснюється на один день уперед). У цьому випадку доцільніше виділити фундаментальні фактори, що приводять до значної зміни курсу валют у момент публікації даного фундаментального фактора, та розробити моделі впливу кожного з них на значення прибутковості курсу валют у день публікації кожного фактора.

Для дослідження впливу фундаментальних факторів на рівень прибутковості необхідно мати такі дані:

- дані про прибутковість курсу валют у момент виходу очікуваного фундаментального фактора;
- календар виходу очікуваних фундаментальних факторів.

Для розробки моделі впливу фундаментальних факторів на прибутковість курсу валют необхідно зіставити календар виходу очікуваних фундаментальних факторів і дані про зміну валютного курсу в день виходу відповідного фундаментального фактора, здійснити ідентифікацію моделі, оцінку параметрів і перевірку адекватності отриманої моделі.

Як вихідні дані для аналізу використовуємо курс валют EUR/USD за період з 30.12.2002 р. по 21.11.2006 р. курсу EUR/USD з часовим інтервалом 30 хвилин.

Для одержання даних про зміну прибутковості курсу валют перейдемо до ряду різниці мінімальної та максимальної цін за досліджуваний період (день):

$$\varepsilon_t = |(High(S_t) - Low(S_t))|, \quad (5.2)$$

де S_t – ціна активу в момент часу t ;

$High$ – максимальна ціна за досліджуваний період;

Low – мінімальна ціна за досліджуваний період.

Кожен елемент ряду показує, на скільки пунктів змінилася прибутковість у пліні одного дня (рис. 5.9).

Перехід до розрахунку прибутковості як різниці між максимальною та мінімальною цінами за досліджуваний період зумовлено тим, що, якщо використовувати стандартний підхід (використання значення приросту – різниці курсів валют між цінами закриття поточного та попереднього днів), валютний ризик буде оцінюватися неадекватно, оскільки усередині дня волатильність може змінюватися в широкому діапазоні, а до кінця дня ціна закриття може повернутися до рівня ціни відкриття, і ненабагато відрізнятися від ціни відкриття. Розглянемо, наприклад, курс валют EUR/USD за

день 07.02.2003 р. Ціна відкриття курсу валют EUR/USD: 1,0833; максимальна ціна: 1,0841; мінімальна ціна: 1,0728; ціна закриття: 1,082 (рис. 5.10). Як видно із графіка, курс валют до кінця дня підійшов до того ж рівня, який і був на початку дня, і, якщо розраховувати прибутковість за стандартним методом, то прибутковість буде дорівнює різниці цін відкриття та закриття, тобто 13 пунктів. Але, як видно з рис. 5.10, протягом дня курс валют значно змінювався. Так, різниця між максимальною та мінімальною ціною становить 113 пунктів. Таким чином, обчислюючи різницю між максимальною та мінімальною цінами, ми одержуємо адекватну оцінку прибутковості курсу валют протягом дня.

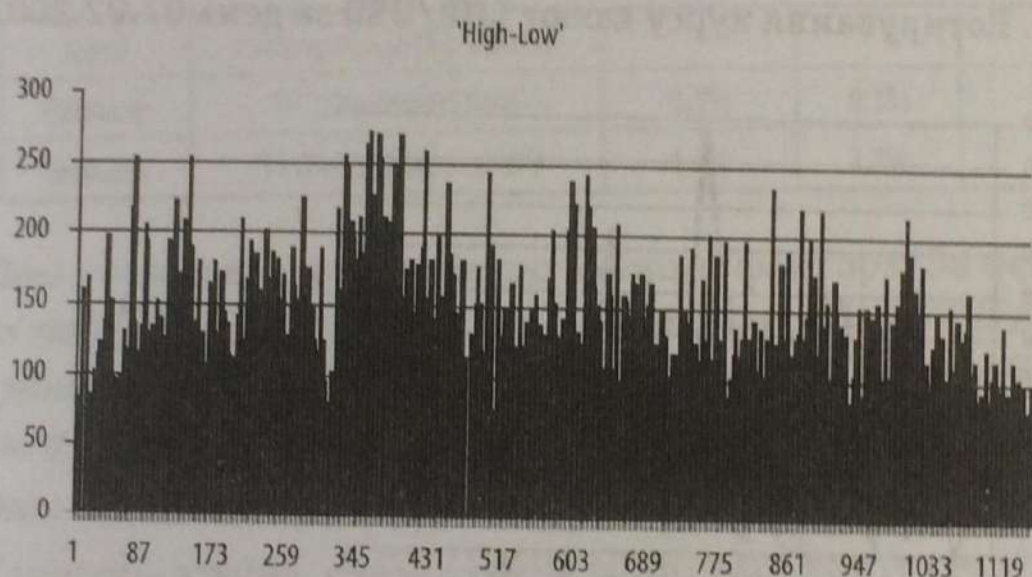


Рис. 5.9. Графік ланцюгових абсолютних приростів курсу валют EUR/USD з часовим інтервалом 1 день. Значення 200 відповідає 200 пунктів зростання/падіння курсу валют

Таким чином, використання різниці максимальної та мінімальної цін дозволяє врахувати внутрішньоденну прибутковість і адекватно оцінити валютний ризик. Розрахунки показали, що прибутковість, розрахована за новим способом, більша за розраховану існуючим способом на 94%.

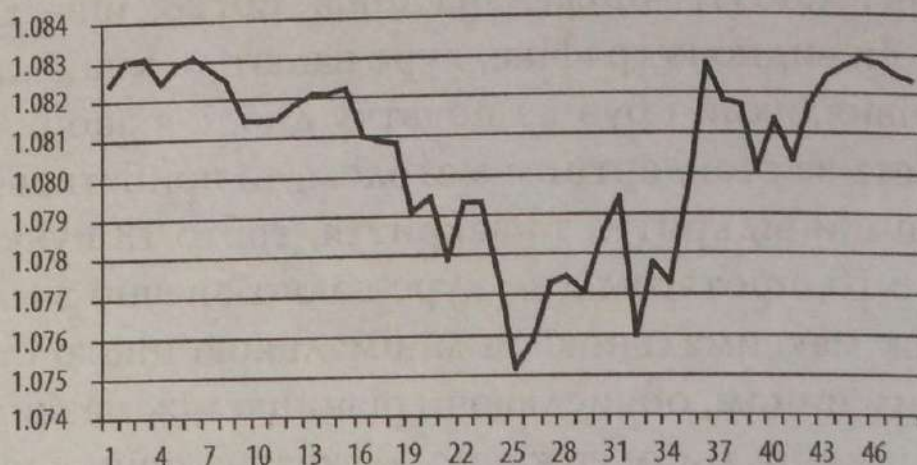


Рис. 5.10. Котирування курсу валют EUR/USD за день 07.02.2003 р.

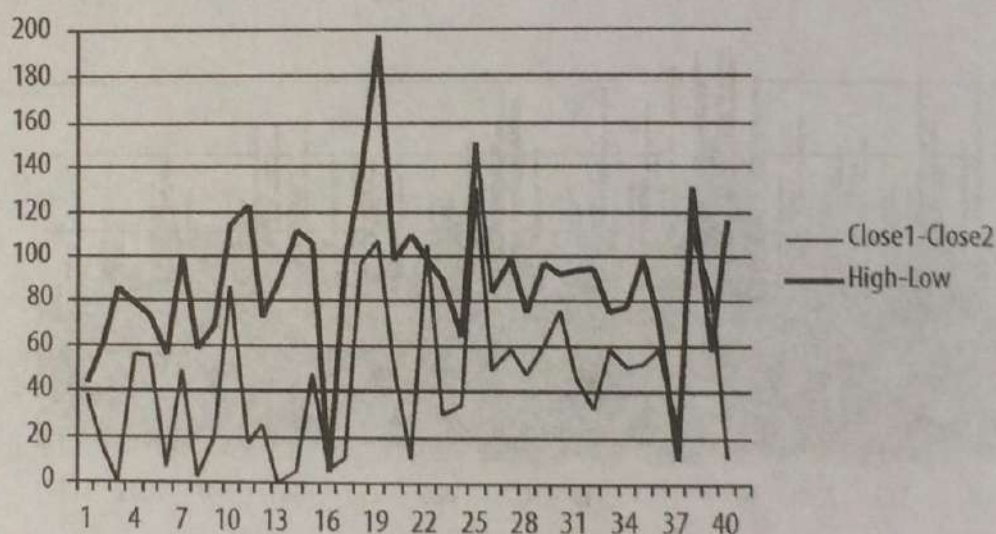


Рис. 5.11. Котирування курсу валют EUR/USD за період з 10.01.2003 р. по 05.03.2003 р. Графіки прибутковості при використанні стандартного підходу та підходу на основі різниці між максимальною та мінімальною цінами за день

Календар виходу очікуваних фундаментальних факторів формується в такий спосіб. Інформаційні агентства (наприклад, *Reuters*, *Bloomberg* і т. д.) публікують інформацію про вихід фундаментальних факторів країн світу в мережі Інтернет, а також передають цю інформацію всім передплатникам на даний сервіс. Ця інформація являє собою дані макроекономічної статистики, що публікуються національними статистичними агентствами.

Вихідні дані про фундаментальні фактори візьмемо із джерела Інтернет <http://forexite.com>. На основі цих даних сформуємо базу даних FundFactors, що буде мати наступну таблицю FF і поля: Time, Date, Country, FF_Name, Current, Forecast, Previous.

Інформація про фундаментальні фактори представляється в наступному вигляді (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Календар публікування фундаментальних факторів

Час	Країна	Назва фундаментального фактора	Поточне значення	Прогноз	Попереднє (переглянуте)
10.01.2000 р.					
	Japan	Coming of Age Day holiday			
10:00	Germany	CPI (December) final	0,3%	0,3%	0,2%
10:00	Germany	CPI (December) final Y/Y	1,2%	1,2%	1,1%

- *Time* – час виходу фундаментального фактора. За основу взято час у Лондоні – GMT (*Greenwich Meridian Time* – час за Гринвічем). Час в Україні виражається в такий спосіб: GMT+2, час у Росії: GMT+3;
- *Date* – дата виходу фундаментального фактора;
- *Country* – країна, статистичне бюро якої випускає даний фундаментальний фактор: UK – United Kingdom (Великобританія); USA – США; EU(12) – дані по Європі (12 країн); Germany – дані по Німеччині;
- *FF_Name* – найменування фундаментального фактора, наприклад: «Trade balance (November), bln» – торговельний баланс за листопад у мільярдах;
- *Current* – поточне значення фундаментального фактора (значення фактора в момент публікації);
- *Forecast* – прогноз значення фундаментального фактора;
- *Previous* – попереднє опубліковане значення фундаментального фактора.

Звичайно на світових валютних ринках, де 80 відсотків арбітражних операцій проводиться з американським доларом (за даними Банку міжнародних розрахунків), найбільший вплив мають дані по економіці США, що приводить до підвищення або зниження курсу долара стосовно інших валют. Якщо аналізувати, приміром, котирування EUR/USD, то на їх динаміку буде впливати вихід європейських і американських фундаментальних факторів. Таким чином, будемо аналізувати фундаментальні фактори по США та Євросоюзу.

Зіставимо значні зміни прибутковості курсу валют і календар виходу даних макроекономічної статистики.

Розрахуємо стандартне відхилення прибутковості курсу валют EUR/USD за період з 01.03.1990 р. по 13.08.2007 р. Стандартне відхилення становить 60 пунктів. Будемо вважати значною зміною прибутковості курсу валют значення, більше за 0,0120, тобто 120 пунктів зростання/падіння курсу валюти на день (два стандартних відхилення для рівня 95%).

Для аналізу впливу фундаментальних факторів на прибутковість курсу валют EUR/USD будемо використовувати такі фундаментальні фактори:

- по США: PMI Chicago index, FOMC, CPI, PPI, Michigan Sentiment index, Greenspan testimony, ISM index, Nonfarm Payrolls, Redbook, Jobless Claims, Federal State Manufacturing index, Consumer confidence, Beige book, Philadelphia federal index, New home sales, International trade, Housing starts;
- по Євросоюзу: ECB announcement meeting, CPI, PPI, EU unemployment, GDP, Current account, ZEW, Retail sales, Industrial production, IFO, import prices, PMI, wholesales prices.

5.2. Розробка моделі прогнозування валютного ризику з урахуванням очікуваних фундаментальних факторів та оцінка її ефективності

Проведений аналіз показав, що фундаментальні фактори є однією із причин значних змін прибутковості курсу валют. Було

виявлено такі найбільш впливові на курс валют EUR/USD фундаментальні фактори:

- *NonFarm Payrolls* – кількість нових робочих місць, створених у несільськогосподарських галузях економіки за місяць у США. Цей показник охоплює близько 500 несільськогосподарських галузей; вибірка становить 340000 фірм. Цей фактор показує зміну рівня зайнятості в країні. Зростання цього показника свідчить про збільшення зайнятості та приводить до збільшення курсу долара [200].
- *ECB meeting* – засідання Європейського центрального банку (ЄЦБ) із приводу зміни процентних ставок.
- *Institute for Supply Management index (ISM index)* – індекс дослідницького інституту попиту та пропозиції США, який становить результати щомісячного опитування менеджерів з закупівель у сфері промисловості та послуг і ставить метою дослідження впливу економіки на формування цінового простору та надає якісну інформацію про тенденції в бізнесі. Цей фундаментальний фактор належить до факторів ділового оптимізму.
- *FOMC meeting (Federal Open Market Committee)* – засідання Федерального комітету з операцій на відкритому ринку США, на якому розглядається економічна ситуація в країні та визначається подальша кредитно-грошова політика країни і рівень процентної ставки.

У моделі впливу фундаментальних факторів на курс валют необхідно враховувати той факт, що вплив їх на курс валют змінюється згодом. Так, на *рис. 5.12* наведено графік прибутковості курсу валют EUR/USD у дні виходу фундаментального фактора *NonFarm Payrolls*. Із графіка видно, що згодом вплив даного фундаментального фактора на курс валют EUR/USD змінюється у бік зменшення (приріст курсу валют на 200 пунктів на початку періоду та близько 100 пунктів наприкінці періоду).

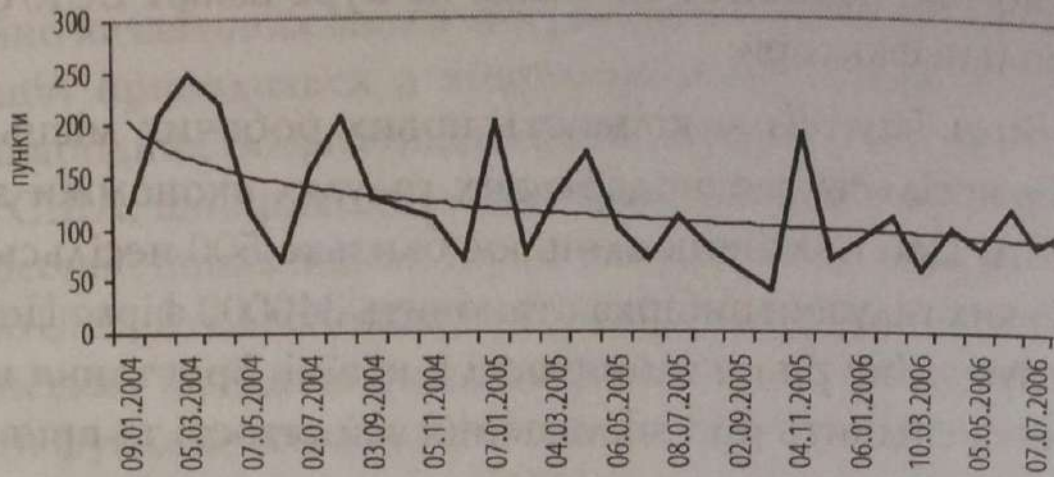


Рис. 5.12. Графік приростів курсу валют EUR/USD залежно від виходу фактора NonFarm Payrolls

Сформуємо базу даних DataHL з такими таблицями:

- EUR(Date, Time, Open, High, Low, Close, Up, Down) – значення котирувань курсу валют EUR/USD. 2) ECB (Date); 3) ISM(Date); 4) FOMC(Date); 5) NonFarm(Date).

Перейдемо до розробки моделі впливу фундаментальних факторів на прибутковість курсу валют. Визначимо множину F , елементами якої є підмножини, що складаються з дат виходу розглянутих факторів:

$$F = \{F_i\}, i \in [NF, FOMC, ECB, ISM], \quad (5.3)$$

де $F_{NF} \in [data_{NF}]$ – дати виходу фактора *NonFarm Payrolls*;

$F_{FOMC} \in [data_{FOMC}]$ – дати виходу фактора *FOMC*;

$F_{ECB} \in [data_{ECB}]$ – дати виходу фактора *ECB*;

$F_{ISM} \in [data_{ISM}]$ – дати виходу фактора *ISM*.

Визначимо множину L , елементами якої є значення приросту курсу валют у день виходу відповідного фундаментального фактора:

$$L = \{L_j^\alpha\}, j \in [NF, FOMC, ECB, ISM].$$

Як було зазначено вище, вплив фундаментальних факторів згодом змінюється. Тому в моделі прогнозування валютного ризику

з урахуванням фундаментальних факторів необхідно враховувати динаміку зміни цього впливу. Для цього пропонується використовувати модель експоненційного згладжування з демпфированим трендом без обліку сезонності:

$$\sigma_t^2 = \alpha \varepsilon_t^2 + (1 - \alpha)(\sigma_{t-1}^2 + \phi T_{t-1}); \quad (5.4)$$

$$T_t = \gamma(\sigma_t^2 - \sigma_{t-1}^2) + (1 - \gamma)\phi T_{t-1}; \quad (5.5)$$

$$\varepsilon_t(m) = \sigma_t^2 + \sum_{i=1}^m \phi^i T_t, \quad (5.6)$$

де α, γ, ϕ – параметри згладжування;

ε_t^2 – попереднє значення квадрата прибутковості;

σ_t^2 – попередня умовна дисперсія.

Вибір даної структури моделі за прогнозування валютного ризику з урахуванням фундаментальних факторів ґрунтується на результатах проведеного дослідження ефективності різних видів структур. Так, серед усіх досліджуваних моделей із даною структурою показала найбільшу ефективність відповідно до цих критеріїв: *LF1, LF2, LF3, Real, ItogPrev, Criterion_STD*.

Запропоновано удосконалену концептуальну модель прогнозування ризику в ІУС з урахуванням впливу факторів, що призводять до появи значних змін рівня ризику. Прогноз розраховується за моделлю прогнозування ризику *VaR* (з прогнозом стандартного відхилення) або за методом *HS* і, у випадку дії фактора ризику – за моделлю *VaR_FF^α_j*:

$$Risk_{t+1} = \begin{cases} VaR_{t+1}^{\alpha} = M + k_{\alpha} \sigma_{t+1}, \text{ якщо } \begin{cases} VaR_{t+1}^{\alpha} > VaR_FF_j^{\alpha} \\ Criterion_STD_{VaR} < Criterion_STD_{VaR_HS} \end{cases}; \\ VaR_HS_{t+1}^{\alpha} = F_{\varepsilon}^{-1}(\alpha), \text{ якщо } \begin{cases} VaR_HS_{t+1}^{\alpha} > VaR_FF_j^{\alpha} \\ Criterion_STD_{VaR} > Criterion_STD_{VaR_HS} \end{cases}; \\ VaR_FF_j^{\alpha}, \text{ якщо } \begin{cases} date_{t+1} \in date_j \\ VaR_{t+1}^{\alpha} < VaR_FF_j^{\alpha} \end{cases}; \end{cases} \quad (5.7)$$

де $Risk_{t+1}$ – значення прогнозу рівня ризику;

VaR_{t+1}^{α} – значення прогнозу рівня ризику за методом Value-at-Risk;

M – середнє значення часового ряду різниць порядку d ;

k_{α} – α -квантиль нормального розподілу;

σ_{t+1} – прогнозне значення стандартного відхилення ряду різниць;

$VaR_FF_j^{\alpha}$ – прогнозне значення ризику, розраховане за моделлю прогнозування значних змін ризику через вплив фактора ризику j ;

$$j \in \{F_1, F_2, \dots, F_N\},$$

де $F_n, n \in \{1, N\}$ – фактори ризику;

$date_{t+1}$ – дата, на яку здійснюється прогноз ризику;

$date_{t+1} \text{ date}_j$ – множина, елементами якої є підмножини, що складаються з дат дії фактора ризику.

Проведемо оцінку параметрів моделі прогнозування впливу фундаментального фактора на рівень прибутковості курсу валют EUR/USD. Для цього скористаємося ППП Statistica 6.0.

Розглянемо вплив фактора Nonfarm Payrolls на курс валют EUR/USD, графік впливу якого на прибутковість курсу валют EUR/USD наведено на *рис. 5.13*.

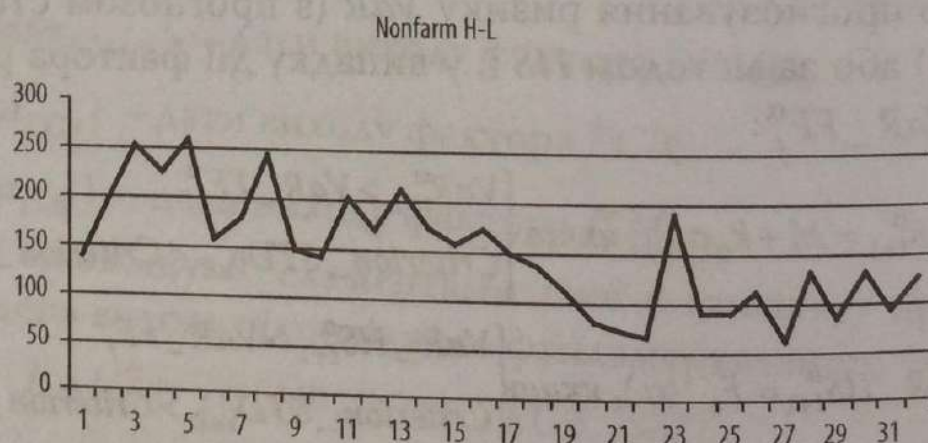


Рис. 5.13. Графік впливу фактора Nonfarm Payrolls на прибутковість курсу валют EUR/USD

Модель прогнозування $VaR_{FF_{NF}}^{\alpha}$ впливу фундаментального фактора NonFarm Payrolls буде мати вигляд (див. формули (5.15), (5.16) з параметрами $\alpha = 0,309$; $\gamma = 1$; $\phi = 0,003$ (рис. 5.14)).

$$\sigma_t^2 = 0,309\epsilon_t^2 + 0,691(\sigma_{t-1}^2 + 0,003T_{t-1}); \quad (5.8)$$

$$T_t = \sigma_t^2 - \sigma_{t-1}^2; \quad (5.9)$$

$$\epsilon_t(m) = \sigma_t^2 + \sum_{i=1}^m 0,003^i T_t. \quad (5.10)$$

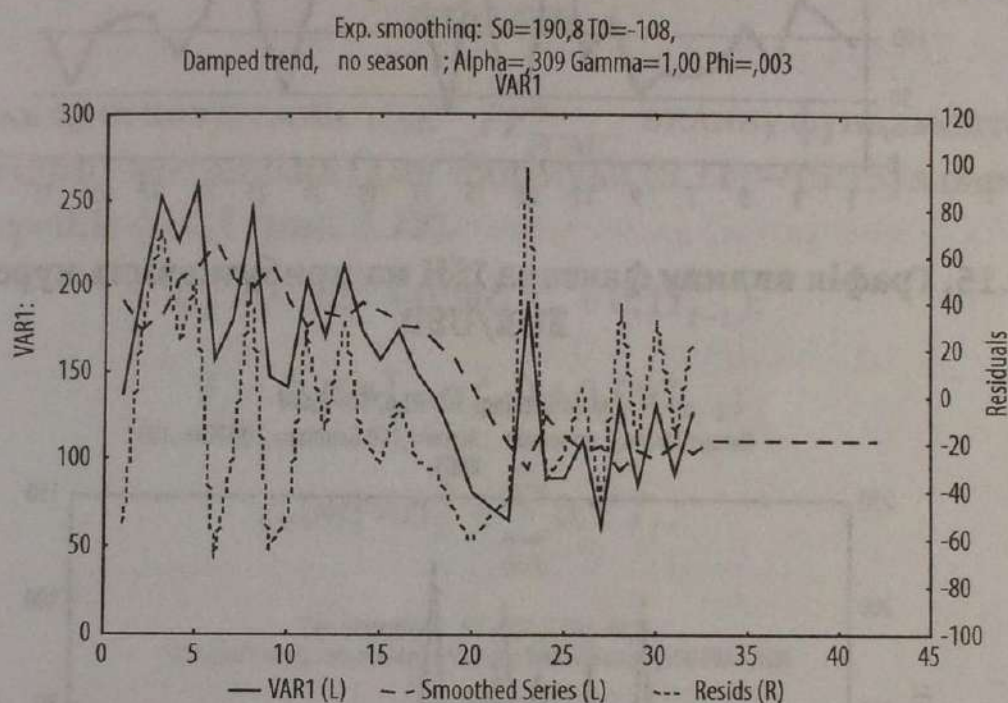


Рис. 5.14. Графік значень прибутковості EUR/USD і розрахованих значень прибутковості за моделлю впливу фактора Nonfarm Payrolls

Розглянемо вплив фактора ISM на курс валют EUR/USD, графік впливу якого на прибутковість курсу валют EUR/USD наведено на рис. 5.15.

Модель прогнозування $VaR_{FF_{ISM}}^{\alpha}$ впливу фундаментального фактора ISM має вигляд (див. формули (5.4 – (5.6) з параметрами $\alpha = 0,1$; $\gamma = 0,1$; $\phi = 0,1$ (див. рис. 5.16)).

$$\sigma_t^2 = 0,1\epsilon_t^2 + 0,9(\sigma_{t-1}^2 + 0,1T_{t-1}); \quad (5.11)$$

$$T_t = 0,1(\sigma_t^2 - \sigma_{t-1}^2) + 0,09T_{t-1}; \quad (5.12)$$

$$\varepsilon_t(m) = \sigma_t^2 + \sum_{i=1}^m 0,1^i T_t. \quad (5.13)$$

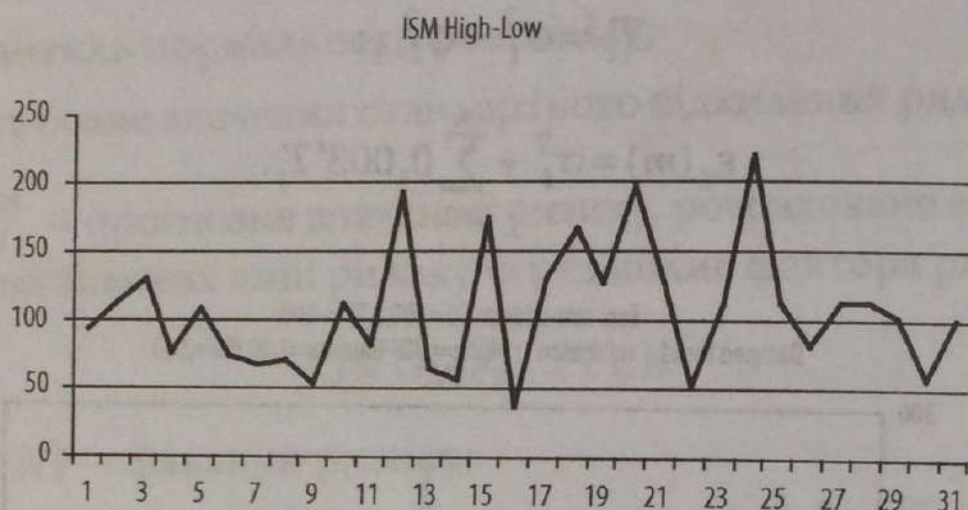


Рис. 5.15. Графік впливу фактора ISM на прибутковість курсу валют EUR/USD

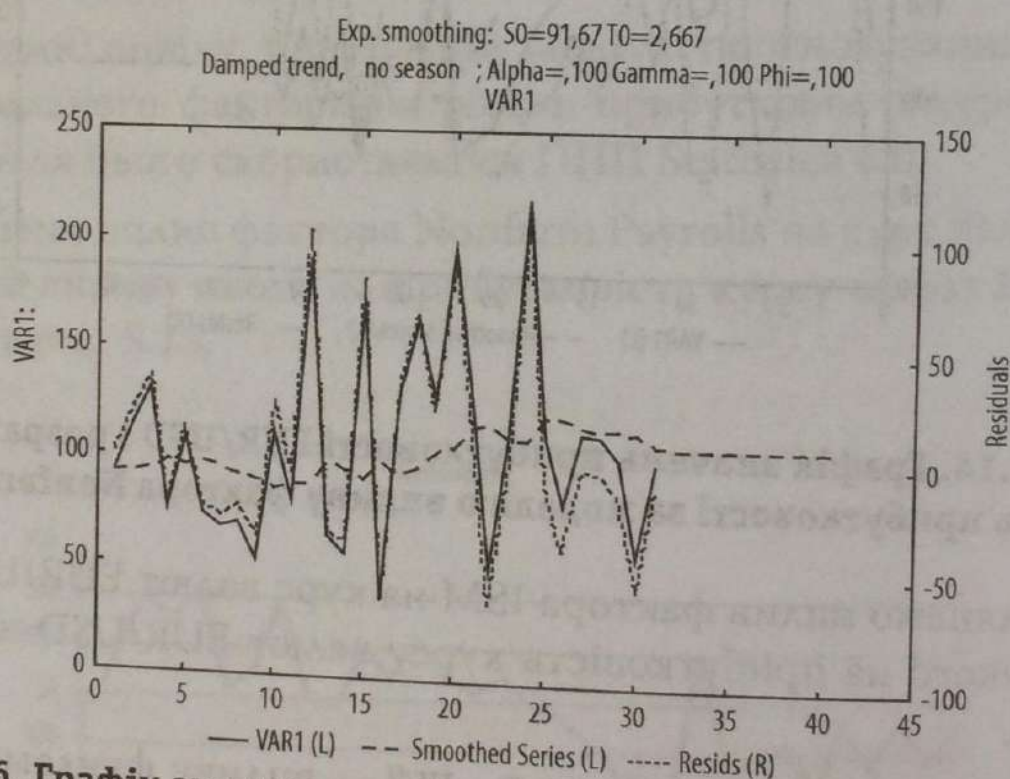


Рис. 5.16. Графік значень прибутковості EUR/USD і розрахованих значень прибутковості за моделлю впливу фактора ISM

Розглянемо вплив фактора FOMC на курс валют EUR/USD, графік впливу якого на прибутковість курсу валют EUR/USD наведено на рис. 5.17.

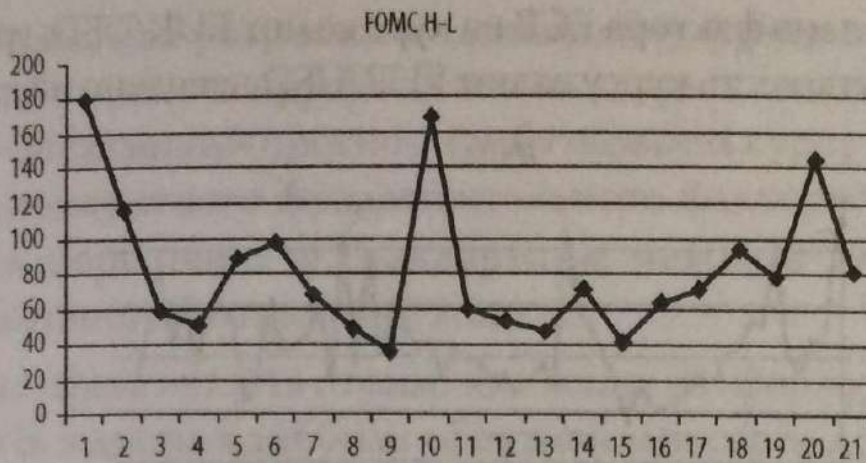


Рис. 5.17. Графік впливу фактора FOMC на прибутковість курсу валют EUR/USD

Модель прогнозування $Var_{FF_{FOMC}}^{\alpha}$ впливу фундаментального фактора FOMC має вигляд (див. формули (5.11) – (5.13) з параметрами $\alpha=0,1$; $\gamma=0,1$; $\phi=0,1$ (рис. 5.18).

$$\sigma_t^2 = 0,1\varepsilon_t^2 + 0,9(\sigma_{t-1}^2 + 0,1T_{t-1}); \quad (5.14)$$

$$T_t = 0,1(\sigma_t^2 - \sigma_{t-1}^2) + 0,09T_{t-1}; \quad (5.15)$$

$$\varepsilon_t(m) = \sigma_t^2 + \sum_{i=1}^m 0,1^i T_t. \quad (5.16)$$

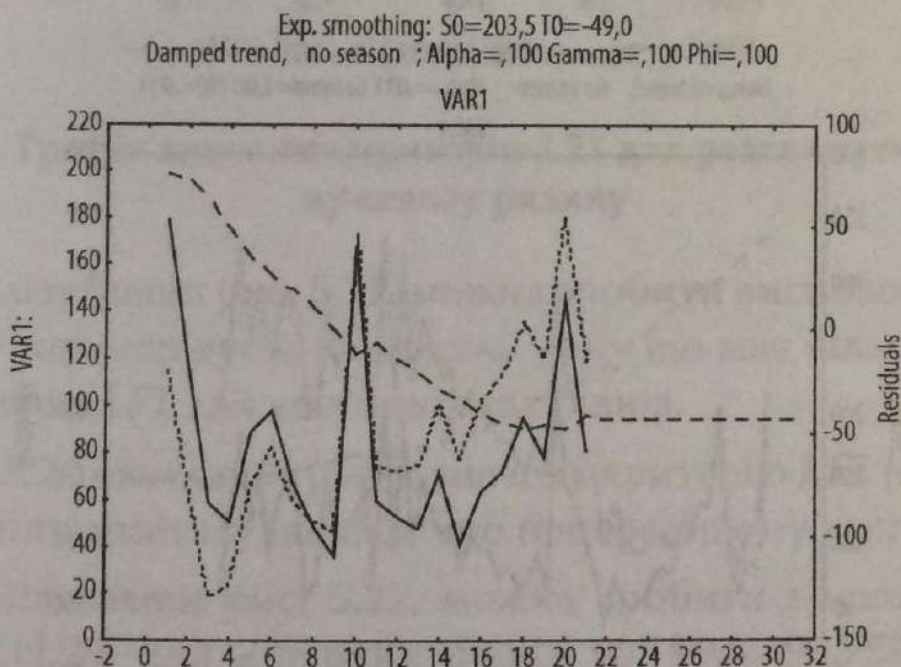


Рис. 5.18. Графік значень прибутковості EUR/USD і розрахованих значень прибутковості за моделлю впливу фактора FOMC

Розглянемо вплив фактора ЕСВ на курс валют EUR/USD, графік впливу якого на прибутковість курсу валют EUR/USD наведено на рис. 5.19.

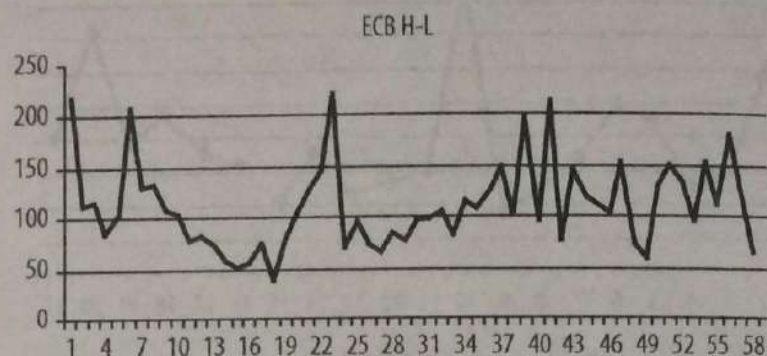


Рис. 5.19. Графік впливу фактора ЕСВ на прибутковість курсу валют EUR/USD

Модель прогнозування $Var_{FF_{ECB}^{\alpha}}$ впливу фундаментального фактора ЕСВ має вигляд (див. формули (5.11) – (5.13) з параметрами $\alpha = 0,031$; $\gamma = 1$; $\phi = 0,011$ (див. рис. 5.20)).

$$\sigma_t^2 = 0,031\varepsilon_t^2 + 0,969(\sigma_{t-1}^2 + 0,011T_{t-1}); \quad (5.17)$$

$$T_t = \sigma_t^2 - \sigma_{t-1}^2; \quad (5.18)$$

$$\varepsilon_t(m) = \sigma_t^2 + \sum_{i=1}^m 0,011^i T_t. \quad (5.19)$$

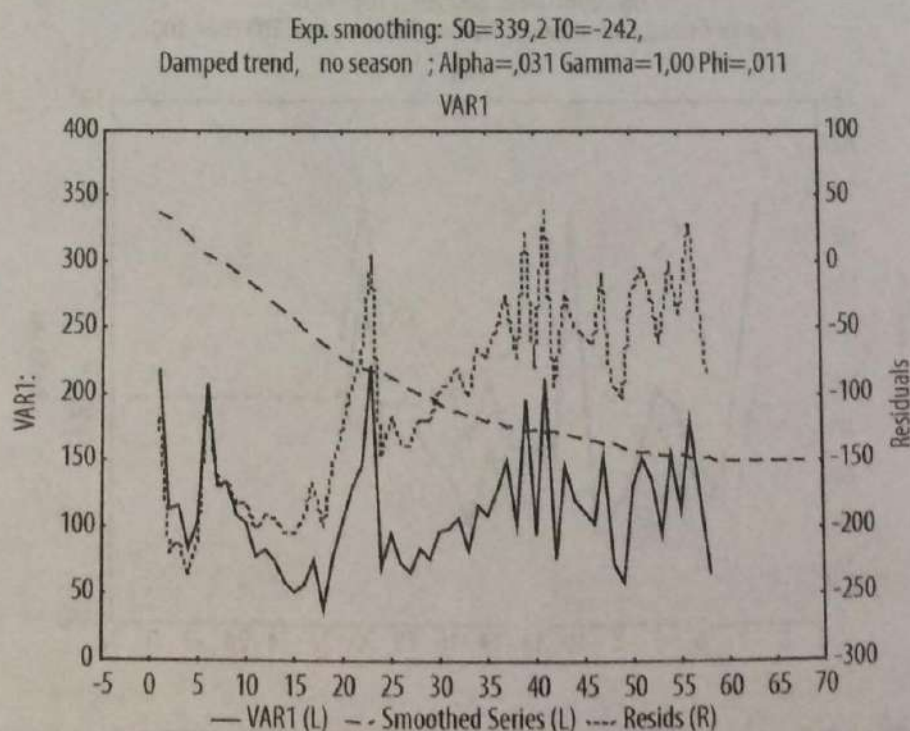


Рис. 5.20. Графік значень прибутковості EUR/USD і розрахованих значень прибутковості за моделлю впливу фактора ЕСВ

Таким чином, за розробки моделі впливу фундаментальних факторів на прибутковість курсу валют з'являється можливість одержувати більш ефективний прогноз прибутковості курсу валют залежно від впливу конкретного фундаментального фактора у випадку його публікації в порівнянні зі стандартним методом *VaR*. Проведемо оцінку ефективності отриманої моделі.

Оцінимо ефективність отриманих моделей (формули (5.8) – (5.19)) і зрівняємо їх з двома найбільш ефективними серед досліджених моделей прогнозу ризику. На *рис. 5.21* подано графік значень критерію *LF1* (величина перевищень прибутковістю її прогнозного значення) для трьох моделей: моделі з урахуванням фундаментальних факторів *GARCH_FF*, *RM* – Riskmetrics з параметром згладжування 0,85 і стандартної моделі *GARCH*(1,1) для п'яти довірчих рівнів.

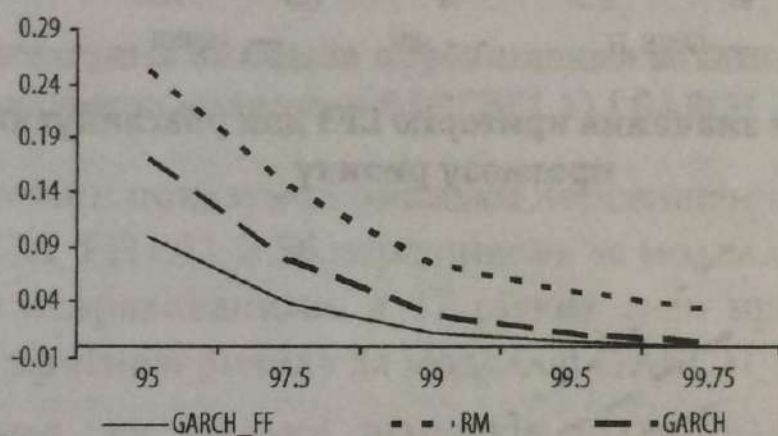


Рис. 5.21. Графік значення критерію *LF1* для розглянутих моделей прогнозу ризику

Проаналізувавши *рис. 5.21*, можна зробити висновок, що модель *GARCH_FF* перевершує інші моделі, тому що має більш низькі значення критерію *LF1* для всіх довірчих рівнів.

На *рис. 5.22* наведено графік значень критерію *LF3* (величина невикористаного капіталу) аналогічно попередньому тесту.

Проаналізувавши *рис. 5.22*, можна зробити висновок, що модель *GARCH_FF* для довірчих рівнів 99; 99,5; 99,75% практично збігається з моделлю *GARCH*, тільки на рівнях 95 і 97,5% уступає моделі *GARCH* і *RM*. Слід зазначити, що два критерії – *LF1* і *LF3* – перебувають у взаємозв'язку. Так, за збільшення капіталу під ризик

зменшується величина перевищень (критерій $LF1$) і збільшується невикористаний капітал (критерій $LF3$) через ті випадки, коли прибутковість істотно нижча за прогнозне значення прибутковості. Оптимальне співвідношення цих значень буде індивідуальним для кожного керуючого інвестиціями залежно від його відношення до ризику. На рис. 5.23 представлено графік значень критерію $ItogPrev$ (кількість перевищень) аналогічно попередньому тесту.

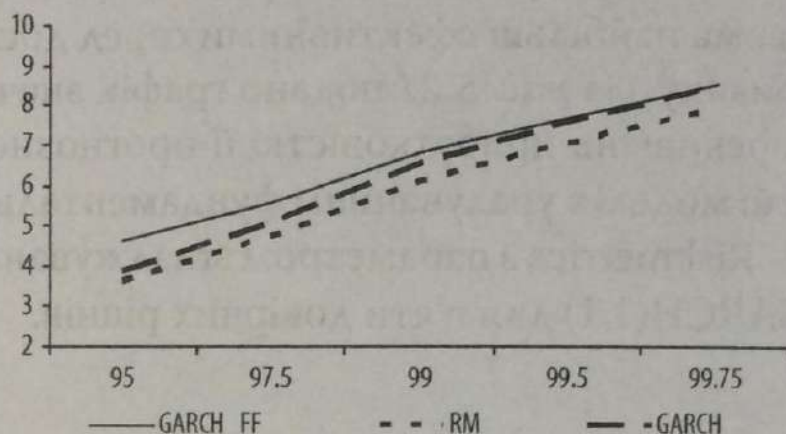


Рис. 5.22. Графік значення критерію $LF3$ для розглянутих моделей прогнозу ризику

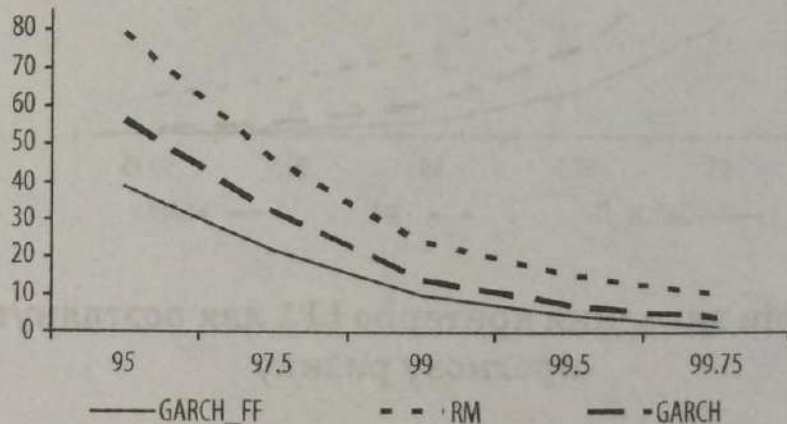


Рис. 5.23. Графік значення критерію $ItogPrev$ для розглянутих моделей прогнозу ризику

Проаналізувавши рис. 5.23, можна зробити висновок, що модель $GARCH_FF$ має перевагу перед іншими моделями тому що має більш низькі значення критерію $ItogPrev$ для всіх довірчих рівнів.

На рис. 5.24 показано гістограму перевищень (за критерієм $ItogPrev$) прибутковістю прогнозного значення прибутковості за моделями $GARCH(1,1)$ і $GARCH_FF(1,1)$. Білі стовпці показують випадки перевищення прогнозу за моделлю $GARCH(1,1)$.

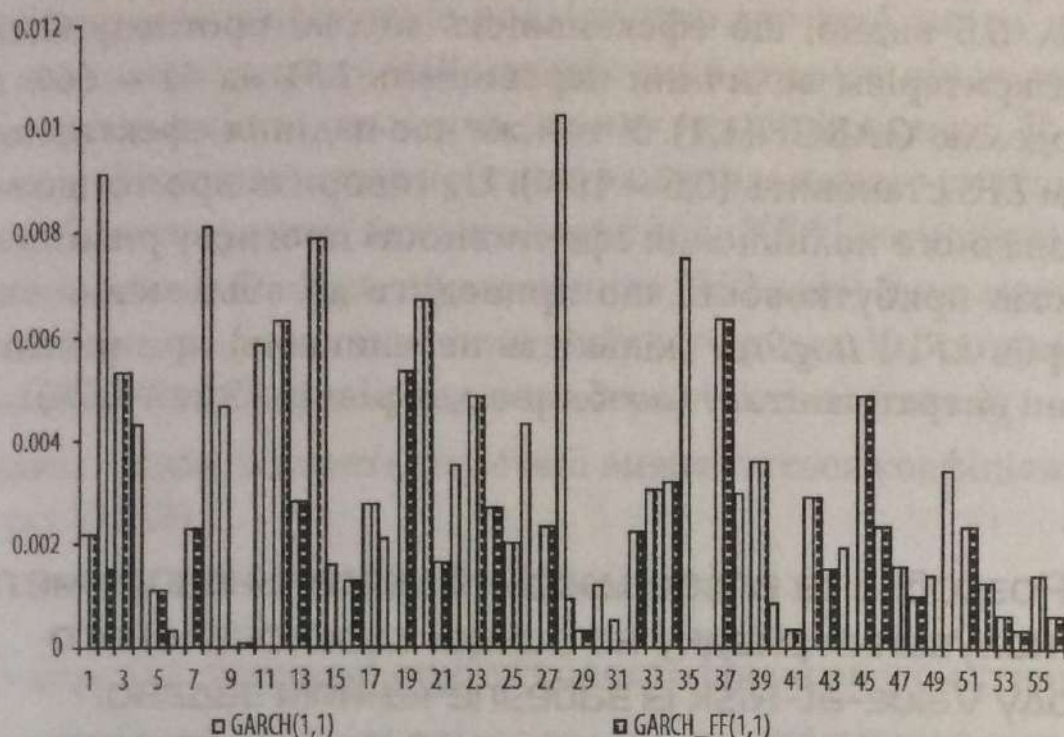


Рис. 5.24. Гістограма випадків перевищення волатильністю прогнозу ризику за моделями GARCH(1,1) і GARCH_FF(1,1)

Чорні стовпці показують випадки перевищення прогнозу за моделлю GARCH_FF(1,1). З 56 перевищень за моделлю GARCH(1,1) 39 залишилися неврахованими, а 17 різких змін прибутковості було враховано у прогнозі ризику за моделлю GARCH_FF(1,1).

Розрахуємо, на скільки відсотків підвищилася ефективність прогнозу, якщо використовувати модель з урахуванням фундаментальних факторів GARCH_FF(1,1) у порівнянні з GARCH(1,1) (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

Підвищення ефективності прогнозування за моделлю GARCH_FF(1,1) у порівнянні з моделлю GARCH(1,1) (у відсотках)

%	LF1	LF2	LF3	ItogPrev
95	41,71388	42,43945	-19,3056	30,35714
97,5	48,98704	50,19437	-10,0934	31,25
99	54,73198	56,97756	-4,53414	28,57143
99,5	57,83951	61,30064	-1,69979	28,57143
99,75	66,9161	69,89716	-0,52927	50

З табл. 5.5 видно, що ефективність моделі прогнозу GARCH-FF(1,1) за критерієм величини перевищень $LF1$ на 41 – 66% вища, ніж за моделлю GARCH(1,1). У той же час падіння ефективності за критерієм $LF3$ становить (0,5 – 19%). Це говорить про те, що ми домоглися значного поліпшення ефективності прогнозу ризику в умовах сплесків прибутковості, що приводять до збільшення значення критеріїв $LF1$ і $ItogPrev$ (кількість перевищень) при невеликому збільшенні витрат капіталу (особливо для рівнів 99 та 99,5%).

5.3. Розробка та впровадження узагальненого методу прогнозування ризику на основі вдосконаленого методу Value-at-Risk із забезпеченням заданої ефективності та з урахуванням фундаментальних факторів

5.3.1. Розробка узагальненого методу прогнозування валютного ризику

Узагальнений метод прогнозування валютного ризику в ДІС складається з наступних етапів.

На першому етапі необхідно здійснити підготовку вихідних даних (одержання даних з котирувань, перетворення їх у ряд прибутковості).

На другому етапі необхідно визначити статистичні характеристики прибутковості фінансового часового ряду. Визначається кількість спостережень, ексцес вибірки, проводиться перевірка на нормальність (критерії Jarque-Bera, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors, Shapiro-Francia, Shapiro-Wilks), тести на наявність гетероскедастичності (LM-Test, тест Льюнга-Бокса-Пірса), аналіз автокореляційних функцій прибутковості і квадратів прибутковості.

На третьому етапі здійснюється оптимізація параметрів методів і моделей прогнозування ризику. Так, для моделі експоненційного згладжування визначається оптимальний параметр згладжування шляхом вирішення завдання оптимізації, де цільовою функцією є мінімізація критерію $LF1$ для відповідного довірчого рівня.

Як виходить з висновків розділу, стандартний метод прогнозування валютного ризику VaR має істотний недолік: він не забезпечує задану ефективність, величина ризику недооцінюється. Тому необхідно модифікувати метод прогнозування валютного ризику VaR для того, щоб розрахункове значення критерію REAL на інтервалі оцінки прогнозування та оцінки ефективності (250 днів) було максимально наближене до заданого значення довірчого рівня. Удосконалений метод *Value-at-Risk* базується на коректуванні множника k_α .

Таким чином, на третьому етапі визначається коефіцієнт k_α (див. формулу (5.20)).

$$VaR_t^\alpha = (M + k_\alpha \sigma_t), \quad (5.20)$$

де M – середнє значення прибутковості фінансового активу;

k_α – квантиль, що відповідає заданому довірчому рівню α ;

σ_t – прогнозне значення стандартного відхилення ряду прибутковості. Наприклад, прогноз стандартного відхилення за моделлю GARCH з упередженням l представляється у вигляді:

$$\sigma_{t+l} = \sqrt{\omega + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 + \sum_{k=1}^q \alpha_k \varepsilon_{t-k}^2}.$$

Коефіцієнт k_α (далі – множник k_α) відповідає такому значенню критерію Real, що повинен дорівнювати заданому значенню рівня втрат (наприклад, 0,05). Так, оцінивши модель GARCH(1,1) для курсу валют EUR/USD зі значенням ексцесу 3,63, у результаті розрахунку отримано значення $k_\alpha = 1,7438$ замість значення $k_\alpha = 1,6448$ для 95-% довірчого рівня (рис. 5.25). Це говорить про те, що дана модель прогнозу ризику за використання значення $k_\alpha = 1,6448$ не покриває заявлені 95% ризику, і замість 5% втрат спостерігається 6,22494%.

Обсяг вибірки, на якій визначається множник k_α , дорівнює 250 робочим дням (один рік). Якщо даних досить, оптимізація множника k_α відбувається за кожен попередній рік окремо, і обирається максимальне значення k_α . Множник k_α визначається шляхом оптимізації алгоритмічним способом:

- початкове значення k_α приймається рівним 0;
- проводиться розрахунок елементів ряду значень стандартного відхилення;
- розраховується значення критерію REAL;
- якщо значення критерію REAL відповідає значенню рівня втрат, відбувається вихід із циклу, інакше – k_α збільшується на значення 0,0001 і здійснюється перехід на крок 1.

Завдяки коректуванню множника k_α вдалося одержати більш точне його початкове значення.

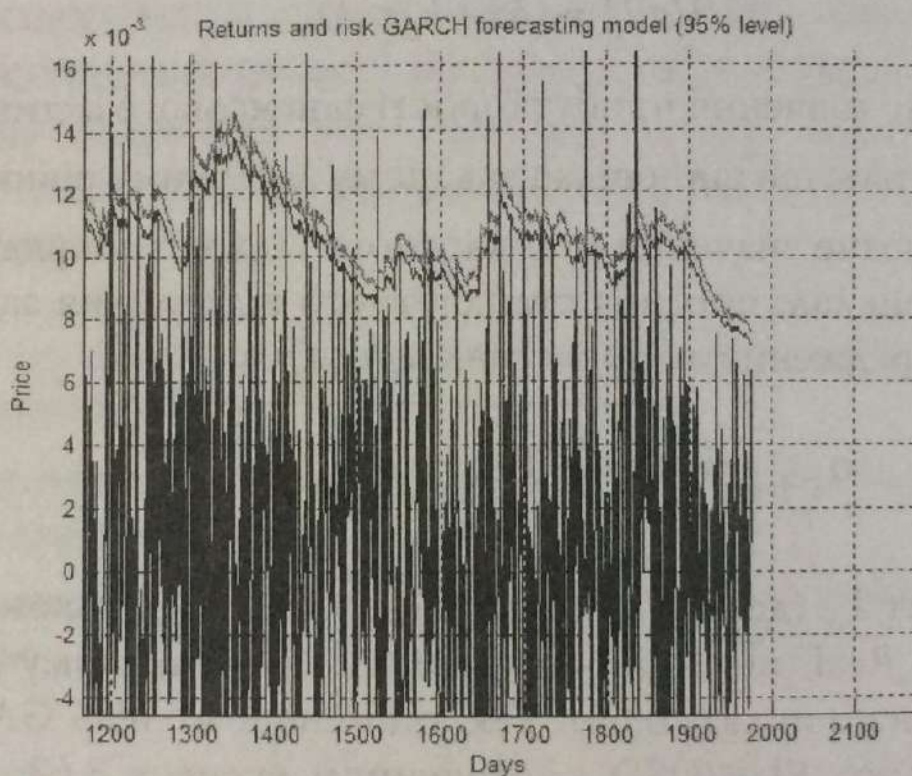


Рис. 5.25. Коригування множника k_α для одержання прогнозу, що відповідає заданому рівню втрат

Однак початкового коректування множника k_α виявилось недостатньо для одержання бажаних значень критеріїв ефективності методів і моделей прогнозування валютного ризику. Як показали дослідження, умови ринку можуть мінятися, і для забезпечення заданої ефективності методів і моделей прогнозування валютного ризику необхідно відслідковувати значення всіх критеріїв у процесі прогнозування та коректувати значення k_α , якщо буде потреба.

Таким чином, на третьому етапі визначається також значення помилки прогнозу для даного ряду для заданого рівня втрат (див. формулу (5.21)). Дане значення визначається як різниця між заданим значенням величини перевищень $LF1$ для даного довірчого рівня та поточним значенням критерію $LF1$:

$$e_t = LF1_t - \alpha \times \sum_{i=1}^t |\varepsilon_i|, \quad (5.21)$$

$$\text{де } LF1_t = \sum_{j=1}^t L_j^\alpha,$$

$$L_j^\alpha = \begin{cases} 0, & \text{якщо } |\varepsilon_j| < VaR_j^\alpha \\ |\varepsilon_j| - |VaR_j^\alpha|, & \text{якщо } |\varepsilon_j| \geq VaR_j^\alpha \end{cases};$$

ε_t – значення ризику в момент часу t ;

VaR_j^α – прогнозне значення прибутковості для довірчого рівня α .

Інтерпретація помилки прогнозу така: помилка прогнозу – це різниця між накопиченим рівнем втрат (у випадках перевищення ризиком, що реалізувався, його спрогнозованого значення) і значенням рівня втрат відповідно до заданого довірчого рівня, що розраховується як відповідна заданому довірчому рівню частка від ризику, що реалізувалася (накопичена сума модулів прибутковості).

Коригування множника k_α відбувається у випадку перевищення прогнозного значення ризику реальним за формулою:

$$k_\alpha = (VaR_{i-1} + Popravka_{i-1} - Popravka_{i-2}) / sig_RM_i, \quad (5.22)$$

де VaR_{i-1} – значення ризику на попередньому кроці прогнозування;

$Popravka_{i-1}$ – значення виправлення (помилки прогнозу) на попередньому кроці прогнозування ($i - 1$);

$Popravka_{i-2}$ – значення виправлення (помилки прогнозу) на кроці $i - 2$;

sig_RM_i – прогнозне значення стандартного відхилення на поточному кроці прогнозування.

На четвертому етапі здійснюється процедура вибору найбільш ефективних методів і моделей прогнозування валютного ризику.

На п'ятому етапі здійснюється прогнозування валютного ризику для заданого довірчого рівня. Користувач розраховує прогноз валютного ризику за допомогою процедури `correct_RM_optimization.m`, одержує розраховані значення прогнозу та критеріїв ефективності. Якщо кількості даних досить (1000 значень для GARCH, 30 – для RM, 30 – для Ното), проводиться оцінка параметрів обраних на кроці 2 методів і моделей прогнозування валютного ризику.

Шостий етап узагальненого методу прогнозування валютного ризику полягає у прогнозуванні валютного ризику з урахуванням впливу фундаментальних факторів. Якщо дата, на яку здійснюється прогноз валютного ризику, входить у множину F (див. формулу (5.9) (тобто планується вихід фундаментального фактора)), прогноз валютного ризику здійснюється за допомогою моделей (див. формули (5.4) – (5.6)).

Запропонований метод реалізований у ППП *MATLAB* у вигляді додатка з набором процедур і функцій із графічним інтерфейсом користувача (*GUI*).

Програмну реалізацію даного методу з використанням моделі експоненційного згладжування як модель прогнозу стандартного відхилення наведено в Додатку Т. Дані процедури та функції вимагають наявності встановленого на персональному комп'ютері ППП *MATLAB*.

Розроблено процедури та функції, що реалізують:

- завантаження вхідних даних (головна форма програмного комплексу `VaR_forecasting`; завантаження котирувань валют – процедура `Load_Data`, завантаження ряду прибутковості – `Load_returns`);
- завантаження даних з модуля технічного аналізу *Omega*. Інформаційний зв'язок реалізовано шляхом автоматичного збереження нових даних про курси валют у текстовому файлі, що використовується для наступного аналізу в розробленому комплексі. Код індикатора, що реалізує даний зв'язок:


```
Print(File(«c:\1\EURUSDOmega.txt»), ELDateToString(Date),»«,  
NumToStr(Close,4));
```

- перетворення ряду курсу валют у ряд прибутковості;
- визначення статистичних характеристик вибірки прибутковості (процедура Returns);
- перевірку гіпотези про нормальність розподілу вибірки прибутковості (форма Preestim_test_F; функції jarquebera, kolmogorov, lilliefors, shapirofrancia, shapirowilks);
- перевірку гіпотези про наявність гетероскедастичності (форма Preestim_test_F; функції lbqtest, lj2, lmtest1);
- процедуру автоматичного вибору найбільш ефективних методів і моделей прогнозування валютного ризику залежно від статистичних характеристик вихідних даних (форма Preestim_test_F);
- оцінку параметрів методів і моделей прогнозування валютного ризику та генерацію прогнозів за моделями GARCH, RM, Homo, HS (форма Optimizing; функції estim_GARCH estim_RM estim_Homo estim_HS);
- оптимізацію параметрів моделей і методів прогнозування валютного ризику (форма Optimizing; функції Window OptimizationHS, LambdaOptimization);
- оптимізацію прогнозу методів і моделей прогнозування валютного ризику відповідно до заданого довірчого рівня (форма Optimizing; функція OptimizingRiskModel2);
- оцінку ефективності обраних методів і моделей прогнозування валютного ризику з можливістю задавання параметрів моделей і методів вручну та з використанням оптимізованих параметрів (форма Criteria; функція All_Criteria_GARCH);
- прогнозування валютного ризику для заданого довірчого рівня (форма Forecasting; процедура Forecasting);
- відображення графіків на всіх етапах прогнозування.

5.3.2. Розробка вдосконаленої інформаційної технології прогнозування ризику в ΔIC

Розробимо інформаційну базу інформаційної технології прогнозування ризику, яка складається з наступних таблиць і запитів.

База даних DataHL складається з таблиць:

DBEUR(Date,Time, Open, High, Low,Close, Up,Down) – значення котирувань курсу валют EUR/USD;

DB1NonFarm – значення дат публікації фундаментального фактора NonFarm Payrolls;

DB2ISM – значення дат публікації фундаментального фактора ISM;

DB3FOMC – значення дат публікації фундаментального фактора FOMC;

DB4ECB – значення дат публікації фундаментального фактора ECB.

База даних DataHL складається з наступних запитів:

QueryHL – запит на формування значень прибутковості курсу валют за весь період наявних даних за курсом валют EUR/USD. Текст SQL-запиту наведено нижче:

```
SELECT eur.date, Max(eur.H) AS High, Min(eur.L) AS Low,
(Max(eur.H)-Min(eur.L))x10000 AS ['High-Low']
```

```
FROM eur;
```

```
GROUP BY eur.date;
```

Query1NonFarm – запит на формування значень прибутковості курсу валют у дні виходу фундаментального фактора Nonfarm Payrolls. Текст SQL-запиту наведено нижче:

```
SELECT eur.Date, Max(eur.H) AS High, Min(eur.L) AS Low,
(Max(eur.H)-Min(eur.L))x10000 AS ['High-Low']
```

```
FROM eur, nonfarm;
```

```
WHERE (((eur.Date)=nonfarm.date) And eur.time>1500);
```

```
GROUP BY eur.Date;
```

Query2ISM – запит на формування значень прибутковості курсу валют у дні виходу фундаментального фактора ISM. Текст SQL-запиту наведено нижче:


```

SELECT eur.Date, Max(eur.H) AS High, Min(eur.L) AS Low,
(Max(eur.H)-Min(eur.L))x10000 AS [' High-Low']
FROM eur, ism;
WHERE (((eur.Date)=ism.date) And eur.time>1500);
GROUP BY eur.Date;

```

Query3FOMC – запит на формування значень прибутковості курсу валют у дні виходу фундаментального фактора FOMC. Текст SQL-запиту наведено нижче:

```

SELECT eur.Date, Max(eur.H) AS High, Min(eur.L) AS Low,
(Max(eur.H)-Min(eur.L))x10000 AS [' High-Low']
FROM eur, Fomc_ann AS f1;
WHERE (((eur.Date)=f1.date) And eur.time>1800);
GROUP BY eur.Date;

```

Query4ECB – запит на формування значень прибутковості курсу валют у дні виходу фундаментального фактора ECB. Текст SQL-запиту наведено нижче:

```

SELECT eur.Date, Max(eur.H) AS High, Min(eur.L) AS Low,
(Max(eur.H)-Min(eur.L))x10000 AS [' High-Low']
FROM eur, ecb AS f1;
WHERE (((eur.Date)=[f1].[date]) AND ((eur.Time)>100));
GROUP BY eur.Date.

```

Заповнення таблиці DBEUR відбувається в такий спосіб. Котировання курсів валют надходять із ділінгової системи у режимі реального часу в розроблений модуль прогнозування валютного ризику в системі Matlab.

Заповнення таблиць DB1NonFarm, DB2ISM, DB3FOMC, DB4ECB відбувається раз на тиждень наприкінці робочого тижня (у п'ятницю). Режим вирішення даної задачі залежить від появи розкладу публікації фундаментальних факторів. Даний розклад публікується наприкінці поточного тижня. Таблиці заповнюються вручну, тому що на даний момент інформація про публікацію факторів не поставляється в єдиному, стандартному, форматі даних.

Під інформаційною технологією будемо розуміти сукупність методів, моделей і програмно-технічних засобів, об'єднаних у технологічний ланцюг, що забезпечує збирання, обробку, зберігання, передачу та видачу інформації при вирішенні функціональних задач.

Структурна схема розробленої інформаційної технології прогнозування ризику в ІУС представлена на *рис. 5.26* і складається з таких етапів:

Етап 1. Збирання, попередня обробка та зберігання даних. Визначення статистичних характеристик вхідних даних. Перший етап складається з операцій:

1.1. Отримання вхідних даних за необхідний період та відображення графіка з заданим часовим інтервалом. Експорт даних у заданий формат: (ПЗ – головна форма модуля прогнозування ризику Fm1 – VaR_forecasting; завантаження даних: процедура P1 – Load_Data, завантаження ряду прибутковості: P2 – Load_returns).

1.2. Попередній аналіз даних. Визначення обсягу даних. В разі недостатньої кількості даних (менше 30), перехід на етап 5 (процедура P4). Визначення викидів графічним способом. Якщо викиди є, виконується процедура їх усунення. Якщо ні – перехід на наступний крок (процедура P5).

1.3. Перевірка на випадковість (процедура P6). Якщо ряд випадковий, переходимо на наступний крок, якщо ні, будемо використовувати для прогнозування ризику детерміновані моделі.

1.4. Перевірка на стаціонарність (критерій Діки – Фуллера, процедура P7). Якщо ряд стаціонарний, переходимо на наступний крок, якщо ні, робимо перетворення даних у стаціонарний ряд (процедура P8).

1.5. Перевірка гіпотези про нормальність розподілу вибірки прибутковості (критерії Jarque-Bera, Kolmogorov – Smirnov, Lilliefors, Shapiro – Francia, Shapiro – Wilks; форма Fm2 Preestim_test_F; функції F1 – jarquebera, F2 – kolmogorov, F3 – lilliefors, F4 – shapirofrancia, F5 – shapirowilks). Якщо ряд розподілений за нормальним розподілом, використовуємо моделі GARCH, EGARCH, RM, HS, Номо. Якщо ні – перетворення даних.

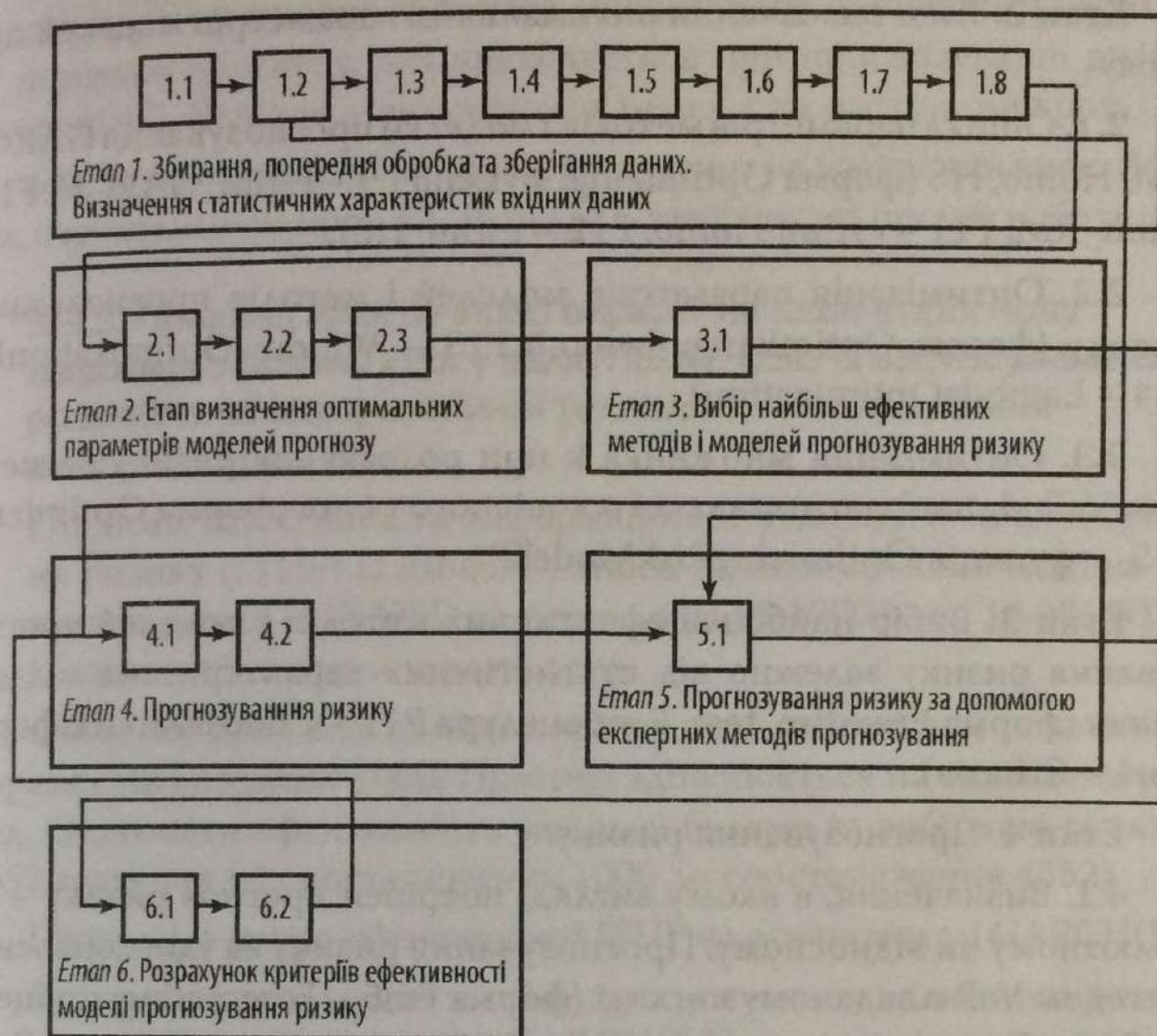


Рис. 5.26. Структурна схема інформаційної технології прогнозування ризику

1.6. Перевірка гіпотези про наявність гетероскедастичності (LM-Test, тест Льюнга – Бокса – Пірса). Якщо гетероскедастичність відсутня, використовуємо модель HS та Homo, якщо ні, переходимо на наступний крок (форма Fm2 – Preestim_test_F; функції F6 – lbqtest, F7 – ljq2, F8 – lmtest1).

1.7. Перевірка величини обсягу вибірки. Якщо даних менше 1000, використовуємо модель RM, якщо ні – переходимо на наступний крок (процедура P9).

1.8. Перевірка на ефект леверидж. Якщо він присутній, використовуємо модель EGARCH, якщо ні – використовуємо модель GARCH (процедура P10).

Етап 2. Етап визначення оптимальних параметрів моделей прогнозу

2.1. Оцінка параметрів методів і моделей прогнозування GARCH, RM, Homo, HS (форма Optimizing; функції F9 – estim_GARCH, F10 – estim_RM, F11 – estim_Homo, F12 – estim_HS).

2.2. Оптимізація параметрів моделей і методів прогнозування ризику (форма Optimizing; функції F13 – WindowOptimizationHS, F14 – LambdaOptimization).

2.3. Оптимізація множника k при розрахунку ризику за методом VaR відповідно до заданого довірчого рівня (форма Optimizing; F15 – функція OptimizingRiskModel2).

Етап 3. Вибір найбільш ефективних методів і моделей прогнозування ризику залежно від статистичних характеристик вхідних даних (форма Preestim_test_F; процедура P11 – ChooseModel; форма Fm4 – Criteria).

Етап 4. Прогнозування ризику.

4.1. Визначення, в якому вигляді потрібен прогноз ризику – абсолютному чи відносному. Прогнозування ризику за удосконаленим методом VaR в заданому вигляді (форма Fm5 – Forecasting; процедура P12 – Forecasting).

4.2. Визначення, чи необхідне коригування прогнозу. Якщо необхідне, прогнозу ризику коректується з урахуванням помилки прогнозу (форма Fm5 – Forecasting; процедура P13 – Forecasting).

Етап 5. Прогнозування ризику за допомогою експертних методів прогнозування.

5.1. Прогнозування ризику з урахуванням факторів, які призводять до появи значних змін ризику. Якщо очікується вплив таких факторів, виконується прогнозування з їх урахуванням. Якщо ні – виконується перехід на наступний етап.

Етап 6. Розрахунок критеріїв ефективності моделі прогнозування ризику.

6.1. Оцінка ефективності моделей прогнозування ризику (форма Criteria; функція All_Criteria_GARCH). Якщо величина ризику

перевищила прогнозне значення, виконується процедура розрахунку помилки прогнозу, яка враховується при прогнозуванні ризику на кроці 4.2. Якщо ні – виконується перехід на наступний крок.

6.2. Визначається, чи необхідний прогноз на наступний крок. Якщо так, переходимо на крок 4.1. Якщо ні – завершуємо процес роботи.

5.3.3. Приклад практичного вирішення задачі прогнозу валютного ризику курсу валют EUR/USD із застосуванням розробленої інформаційної технології прогнозування валютного ризику

Оцінимо ефективність інформаційної технології прогнозування ризику (ІТПР) із забезпеченням заданої ефективності на реальних даних EUR/USD за період з 01.03.1990 р. по 13.08.2007 р. з часовим інтервалом один день.

Обсяг вибірки для оцінки параметрів і оптимізації початкових параметрів дорівнює 1000. Прогноз здійснюється на один день уперед. Оцінювати ефективність моделей будемо за вибіркою обсягом 3552 значення (зі спостереження 1000 до спостереження 4552).

Проведемо оцінку ефективності ІТПР на основі моделі GARCH(1,1).

Програмну реалізацію методу прогнозування валютного ризику *VaR* з використанням моделі GARCH(1,1) як моделі прогнозу стандартного відхилення наведено в *Додатку К*.

Результати оцінки ефективності з використанням розробленої ІТПР (на основі моделі прогнозування GARCH(1,1)) і з застосуванням існуючого методу для рівня втрат 0,05 наведено в *табл. 5.6, рис. 5.27 та рис. 5.28*. Значення параметра згладжування моделі прогнозу помилки дорівнює 0,9.

Проведемо оцінку ефективності за методом Базель-II (оцінка за попередні 250 днів) на кожному кроці з 1500 значення по 4552.

Результати оцінки ефективності з використанням існуючої ІТПР (на основі моделі прогнозування RiskMetrics) для рівня втрат 0,05 за оцінки ефективності за 250 днів наведено на *рис. 5.29*. Кожне значення на графіку являє собою значення рівня втрат при прогнозуванні в плині 250 днів. Потім вікно вибірки 250 днів зрушувалося на один день уперед, і здійснювалася процедура прогнозування.

Таблиця 5.6

Результати оцінки ефективності ІТ прогнозування валютного ризику

Розроблена ІТПР		Існуюча ІТПР	
LF1	0,69014	LF1	0,81442
LF2	0,33607	LF2	0,28143
LF3	22,237	LF3	17,613
ItogPrev	247	ItogPrev	292
REAL	0,05002	REAL	0,059028
Criterion_STD	0,0049234	Criterion_STD	0,011766

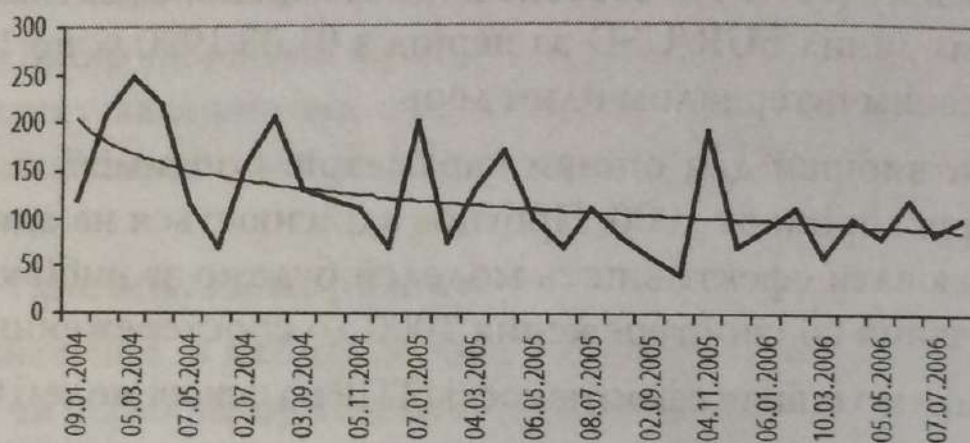


Рис. 5.27. Графік значень критерію Real при застосуванні існуючої ІТПР для рівня втрат 0,05

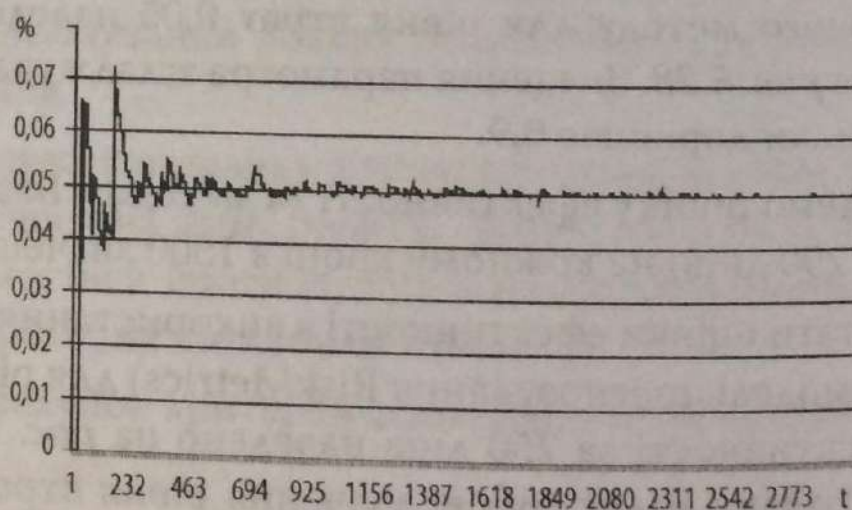


Рис. 5.28. Графік значень критерію Real при застосуванні розробленої ІТПР для рівня втрат 0,05

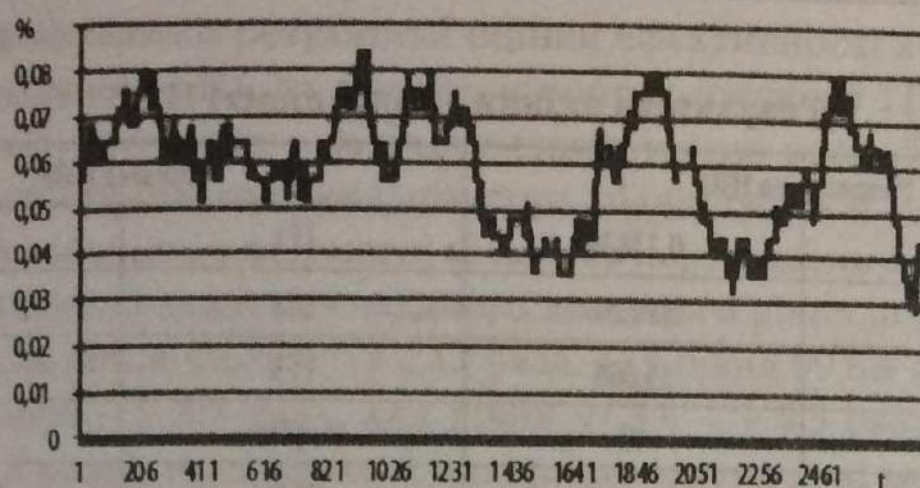


Рис. 5.29. Графік значень рівня втрат при застосуванні існуючої ІТПР для рівня втрат 0,05

Результати оцінки ефективності з використанням розробленої ІТПР (на основі моделі прогнозування RiskMetrics) для рівня втрат 0,05 за оцінки ефективності за 250 днів наведено на *рис. 5.30*.

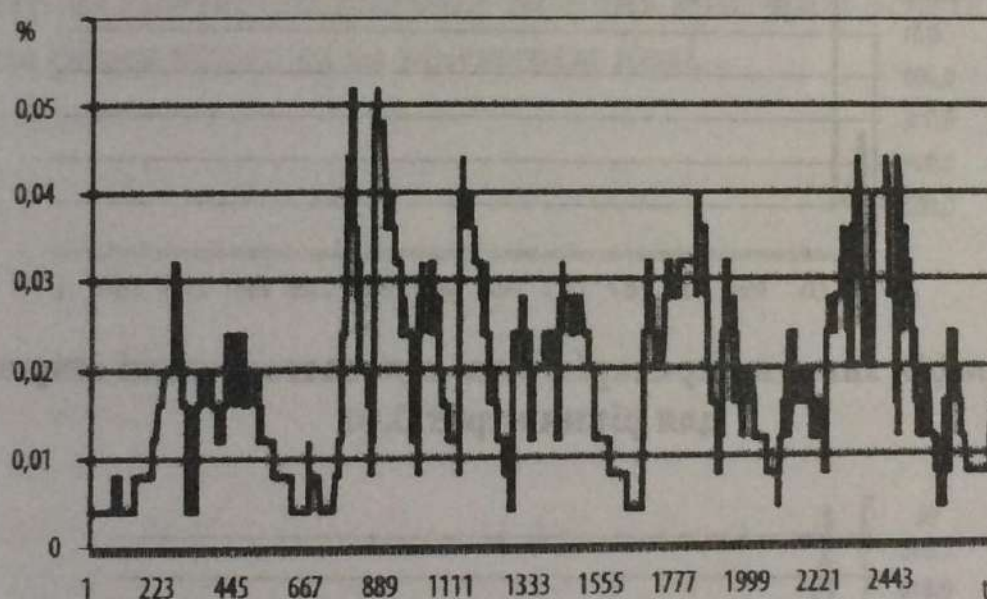


Рис. 5.30. Графік значень рівня втрат при застосуванні розробленої ІТПР для рівня втрат 0,05

Результати оцінки ефективності з використанням розробленої ІТПР (на основі моделі прогнозування GARCH(1,1)) і із застосуванням існуючої ІТПР для рівня втрат 0,01 наведено в *табл. 5.7*, *рис. 5.31*, *5.32*. Значення параметра згладжування моделі прогнозу помилки дорівнює 0,99.

Таблиця 5.7

Результати оцінки ефективності ІТПР

Розроблена ІТПР		Існуюча ІТПР	
LF1	0,13838	LF1	0,17316
LF2	0,24356	LF2	0,18553
LF3	35,666	LF3	29,856
ItogPrev	49	ItogPrev	68
REAL	0,01003	REAL	0,012551
Criterion_STD	0,0025475	Criterion_STD	0,0043942

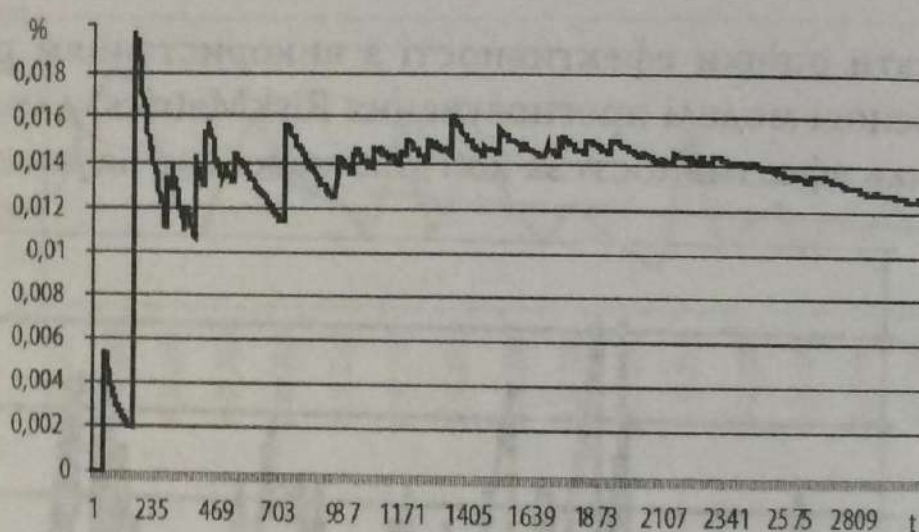


Рис. 5.31. Графік значень критерію Real при застосуванні існуючої ІТПР для рівня втрат 0.01

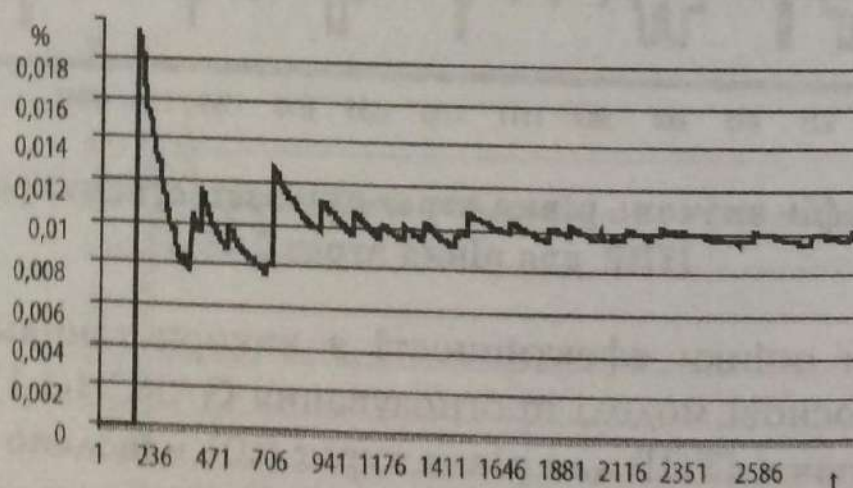


Рис. 5.32. Графік значень критерію Real при застосуванні розробленої ІТПР для рівня втрат 0,01

Проаналізувавши результати оцінки ефективності з використанням розробленої ІТПР та з використанням існуючої ІТПР, можна зробити такі висновки: у випадку використання розробленої ІТПР ефективність прогнозування помітно підвищується: довірчий рівень наближається до заданого; кількість перевищень зменшується, і розкид навколо значення заданого довірчого рівня помітно зменшується (для рівня 99,75% – у 2,17 раза, для рівня 99,5% – у 2,5 раза, для рівня 99% – у 3,7 раза, для рівня 97,5% – у 4,5 раза, для рівня 95% – у 3,7 раза), що дозволяє використовувати дані моделі відповідно до рекомендацій, розроблених Банком міжнародних розрахунків; зменшується величина втрат; у зв'язку зі збільшенням множника розмір капіталу для резервування також збільшується.

Розроблена інформаційна технологія прогнозування ризику із забезпеченням заданої ефективності та з урахуванням фундаментальних факторів показала свою працездатність і перевершила існуючу ІТПР за критерієм розкиду значень критерію *Real* біля заданого значення рівня втрат та за критерієм *Real*.

ВИСНОВКИ

У монографії наведено теоретичне узагальнення й нове вирішення наукової задачі, що виявляється у розробці теоретико-методологічних засад і практичних рекомендацій щодо формування валютно-курсової політики та прогнозування валютного курсу в Україні в умовах економічного зростання.

1. Проведений аналіз практичного застосування класичних економіко-статистичних та синергетичних методів моделювання валютних курсів показав переваги спільного використання кожного з напрямків. Для підвищення прогностичної сили моделей прогнозу валютного курсу доцільне застосування синергетичних методів на довгостроковій тенденції розвитку валютного ринку, зокрема методу нормованого розмаху, та використання можливостей традиційних моделей для прогнозу короткострокової тенденції розвитку валютного ринку.
2. Валютний ринок України виявив свою фрактальність, що підтвердило необхідність упровадження нелінійних методів його дослідження; зокрема, методу нормованого розмаху, який базується на аналізі самого ринку. Такий підхід зумовлює зменшення помилок використання такої моделі.
3. Запропоновано комплексну методику прогнозування валютного курсу, яка об'єднує кореляційний, регресійний та факторний аналізи, що дає можливість уточнювати отримання результатів та виявляти обмеження, які може бути усунено за допомогою нелінійного підходу та використання синергетичних моделей.
4. Досліджено вплив великої кількості факторів на чинник, який відображає стан валютного ринку України – валютний курс. Проведений аналіз дозволив побудувати модель визначення залежності валютного курсу від найбільш впливових макро-економічних показників. Зважаючи на те, що вплив макро-

економічних чинників має довгостроковий характер, запропонована модель відбиває довгострокові тенденції розвитку валютного ринку.

5. Аналіз валютного ринку України дозволив визначити коротко- та довгострокові тенденції його розвитку. Для дослідження короткострокових тенденцій побудовано модель аналізу короткострокових тенденцій валютного ринку. Така модель базується на використанні сучасного фізико-математичного апарату – спектрального аналізу та побудові авторегресійної моделі залишків. Її застосування дозволяє визначити основну короткострокову тенденцію розвитку ринку, його коливання та оцінювати випадковість впливу факторів на цьому ринку.
6. Об'єднання коротко- та довгострокової тенденцій валютного ринку дозволило виділити чотири основні типи ринку: такий, що зростає, спадає та два комбінаторні ринки. Кожен вид ринку має свої особливості, і, як наслідок, існують валютні операції, які найбільш привабливі для одного з видів ринку. Аналіз особливостей кожного ринку та валютних операцій дозволив розробити матричну модель вибору найбільш привабливих валютних операцій, що базується на експертному аналізі, і дозволяє визначити для кожного із чотирьох існуючих видів ринку найбільш привабливу валютну операцію.
7. Розроблено класифікацію валютних операцій, що є вихідною інформацією для формування матричної моделі їх обґрунтування та вибору і сприяє ефективній структурі системи «Валютні операції банківської установи».

Отримані результати дослідження, висновки та пропозиції слід використовувати для прийняття рішень щодо подальшого формування валютно-курсової політики суб'єктів валютного ринку на підставі застосування комплексної методики прогнозування валютного курсу. Узагальнення розроблених пропозицій може також використовуватися для прогнозування тенденцій розвитку національної економіки.

8. У монографії авторами представлено нове рішення актуальної задачі підвищення ефективності ДІС шляхом удосконалення інформаційної технології прогнозування ризику. За результа-

тами аналізу сучасного стану проблеми прогнозування ризику зроблено висновок про те, що в цей час задачу одержання ефективного прогнозу ризику за різних статистичних характеристик фінансового часового ряду в ділінгових інформаційних системах не вирішено. Існуючі дослідження показують, що традиційні параметричні моделі, використовувані для обчислення міри ризику *VaR* і широко застосовувані на розвинених ринках, виявляються непридатними для використання на ринках, що розвиваються, та нестабільних ринках без тонкого настроювання та постійного коректування параметрів моделі.

Метод *VaR* призначений для роботи з активами, розподіленими за нормальним законом розподілу, а розподіл багатьох сучасних фінансових часових рядів відрізняється від нормального.

Що ж стосується програмних засобів прогнозу валютного ризику, то аналітичний модуль, що забезпечує вирішення цієї задачі, в усіх досліджених ділінгових системах відсутній; набір моделей і методів прогнозування ризику в існуючих системах аналізу ризику не повний (відсутні такі моделі прогнозу ризику, як *GARCH*, *EGARCH*).

У зв'язку із цим поставлено мету розробки методів, моделей та інформаційної технології прогнозування валютного ризику із забезпеченням заданої ефективності.

9. Запропоновано метод оцінки ефективності методів і моделей прогнозування валютного ризику. Проведено оцінку ефективності методів і моделей прогнозування валютного ризику. Показано, що існуючі методи та моделі прогнозування валютного ризику не дозволяють прогнозувати валютний ризик із заданим рівнем ефективності. Існуючі методи та моделі прогнозування валютного ризику також не дають можливість прогнозувати значні коливання курсів валют, що дає неадекватну оцінку ризику фінансових активів. Досліджено існуючі та розроблено новий критерій оцінки ефективності методів і моделей прогнозування валютного ризику (критерій *Real* – критерій рівня втрат), що дозволило вдосконалити метод *VaR* для забезпечення неперевищення заданого користувачем рівня втрат за прогнозування валютного ризику.

10. За результатами досліджень у роботі запропоновано модель прогнозування валютного ризику з урахуванням динаміки зміни фундаментальних факторів. Проведено оцінку її ефективності.
11. Розроблено вдосконалений метод прогнозування валютного ризику *Value-at-Risk* із забезпеченням неперевищення заданого рівня втрат; розроблено метод коригування множника методу VaR. Запропоновано метод прогнозування валютного ризику в ділінгових інформаційних системах, який відрізняється від існуючих тим, що заснований на моделі прогнозування валютного ризику з урахуванням фундаментальних (макроекономічних) факторів і на вдосконаленому методі *Value-at-Risk*, що дозволяє забезпечити неперевищення заданого користувачем рівня втрат та підвищує точність прогнозування значних змін ризику у випадках опублікування фундаментальних факторів.
12. На основі розроблених моделей прогнозування валютного ризику розроблено алгоритмічне забезпечення інформаційної технології прогнозування валютного ризику із забезпеченням заданої ефективності на скриптовій мові математичного пакета *MATLAB*.

З метою демонстрації практичного значення розробок авторами в роботі наведено практичний приклад застосування науково-дослідних результатів дисертаційної роботи на прикладі вирішення задачі прогнозу валютного ризику курсу валют EUR/USD. Показано перевагу розробленої інформаційної технології прогнозування ризику в порівнянні з існуючою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Конституція України: Прийнята на п'ятій сесії Верховної Ради України 28 червня 1996 року / Міністерство юстиції України. Офіційне видання. – К.: Право, 1996. – 56 с.
2. Закон України «Про Національний банк України» (зі змінами, внесеними згідно із Законом № 2121-III від 07.12.2000) // Відомості Верховної Ради (ВВР). – 2001. – № 5-6. – Ст. 30.
3. Закон України «Про банки та банківську діяльність» (від 20.09.2001 № 2121-III, редакція від 27.04.2007, № 997ВВР, 2007, № 33, ст. 440) // Відомості Верховної Ради (ВВР). – 2001. – № 5-6. – Ст. 30.
4. Постанова про затвердження «Інструкції про порядок регулювання діяльності банків в Україні» від 28.08.2001 р. № 368 (зі змінами, внесеними згідно з Постановами Національного банку) // Бюлетень Національного банку України. – 2001. – № 8.
5. Постанова Правління Національного банку України 02.08.2004 р. № 361 «Методичні рекомендації щодо організації та функціонування систем ризик-менеджменту в банках України» Електронний ресурс: <http://www.bank.gov.ua/bank.supervision/Risks/361.pdf>
6. Рішення «Про вплив політики кредитування та зовнішніх за-позичень на стан грошово-кредитної сфери України», Рада Національного банку України від 28.11.2007, № 19 // http://www.bank.gov.ua/Rada_Nbu/resolution_19_28112007.pdf
7. Основні засади грошово-кредитної політики на 2008 рік, Рада Національного банку України від 28.11.2007, № 18 // http://www.bank.gov.ua/Rada_Nbu/OsnovZasad-2008.pdf
8. Про підсумки виконання Основних засад грошово-кредитної політики у січні – жовтні 2007 року, Рада Національного банку України від 28.11.2007 р., № 17 // http://www.bank.gov.ua/Rada_Nbu/OsnovZasad-2007.pdf
9. Акофф Р. Планирование будущего корпорации. – М.: Прогресс, 1985. – 328 с.

10. Алонсо В. А. Валютные операции как инструмент стратегии и тактики коммерческих банков // Финансовые исследования, http://www.rseu.ru/Fin_issled/2001_N4/alonso.htm
11. Алпатов Г. Е. Деньги. Кредит. Банки: Учеб. для студентов экон. спец. – М.: Проспект, 2003. – 624 с.
12. Анализ финансовых отчетов (на основе GAAP): Учебник / Карлин Т. Р., Макмин А. Р. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 448 с.
13. Антонов В. А. Мировая валютная система и международные расчеты. – М.: Тезис, 2000. – 193 с.
14. Астахов В. П. Валютные операции: Бухгалтерский учет. Банковский и таможенный контроль: Практ. пособ. – М.: Эксперт бюро, 1994. – 64 с.
15. Баканов М. И., Шеремет А. Д. Теория экономического анализа. – М.: Финансы и статистика, 1993. – 288 с.
16. Балабанов И. Т. Валютный рынок и валютные операции в России. – М.: Финансы и статистика, 1994. – 240 с.
17. Балабанов И. Т. Основы финансового менеджмента. Как управлять капиталом? – М.: Финансы и статистика, 1995. – 384 с.
18. Балацкий Е. В., Серебренников А. В. Новые инструментальные императивы в моделировании валютных курсов // Вестн. МГУ. Сер. 6, Экономика. – 2003. – № 5. – С. 19 – 38.
19. Банки: организация и персонал. Учеб.-практ. пособие / Лобанова Т. Н. – М.: Городец, 2000. – 400 с.
20. Банківські операції: Підручник / А. М. Мороз, М. І. Савлук, М. Ф. Пуховкіна та ін.; За ред. д-ра екон. наук, проф. А. М. Мороза. – К.: КНЕУ, 2000. – 384 с.
21. Банковский механизм управления экономикой / Под ред. Г. Г. Коробовой, В. С. Лаховой. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1990. – 120 с.
22. Банковское дело / Под ред. О. И. Лаврушина. – М.: ЭКОС, 1992. – 428 с.
23. Барковський В. В., Барковська Н. В., Лопатин О. К. Математика для економістів. Теорія імовірностей та математична статистика. – К.: Національна академія управління, 1999. – 447 с.

24. Басовский Л. Е. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 1999. – 260 с.
25. Бланк И. А. Стратегия и тактика управления финансами. – К.: МП «АДЕФ-Украина», 1996. – 534 с.
26. Бланк И. А. Финансовый менеджмент. – К., 1999. – 473 с.
27. Бобров В. Я. Основы рыночної економіки. – К.: Либідь, 1995. – 318 с.
28. Боков В. В. Предпринимательские риски и хеджирование. – М., 1999. – С. 37 – 69.
29. Большой экономический словарь / Под ред. А. Б. Борисова. – М.: Книжный мир, 1999. – 895 с.
30. Боровская М. А. Банковские услуги предприятиям: Валютные операции коммерческих банков // [http:// dit.perm.ru/articles/management/ data/ 021206.htm](http://dit.perm.ru/articles/management/data/021206.htm)
31. Бредихин А. А., Лоскутов А. Ю. Временные ряды с переменной дисперсией и финансовые рынки России // Анализ риска. – 1998. – Т. 1, № 1. – С. 28 – 45.
32. Бункина М. К. Валютный рынок. – М.: АО «ДИС», 1995. – 110 с.
33. Бухвальд Б. Техника банковского дела. Справочная книга и руководство к изучению банковских и биржевых операций. Пер. с нем. А. Ф. Каган-Шабшай. – М.: АО «ДИС», 1993. – 234 с.
34. Бухгалтерский анализ. (Рекомендовано Институтом банковского дела). Перевод с англ. / Под ред. М. А. Гольцберга и Л. М. Хасан-Бек. – К., 1993. – 428 с.
35. Быкова Н. И. Банковские системы РФ: Учеб. пособие. – СПб.: СПбУЭиФ, 2000. – 515 с.
36. Бююль А., Цефель П. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей. – СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2002. – 608 с.
37. Валютный рынок и валютное регулирование: Учеб. пособ. – М.: Изд-во «Бек», 1996. – 475 с.
38. Ван Хорн Дж. К. Основы управления финансами: Пер. с англ. / Гл. ред. серии Я. В. Соколов. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 800 с.

39. Ванберг В. «Теория порядка» и конституционная экономика / Вопр. экономики. – 1995. – № 12. – С. 86 – 95.
40. Васюренко О. В. Банківські операції: Навч. посіб. – К.: Знання; КОО, 2000. – 242 с.
41. Васюренко О. В. Менеджмент кредитних операцій у комерційних банках. – Х.: РВП «Оригінал», 1998. – 72 с.
42. Васюренко О. В. Механизм осуществления банковских операций с иностранной валютой. – Харьков: Гриф, 1997. – 174 с.
43. Васюренко О. В. Управління залученням ресурсів у комерційних банках // Фінанси України. – 1999. – № 11. – С. 88 – 92.
44. Васюренко О. В., Пасічник І. В. Шляхи розвитку кредитного забезпечення інноваційної діяльності // Економіка України. – 2000. – № 2. – С. 23 – 28.
45. Васюренко О. В. Банківський менеджмент: Посібник. – К.: Вид. центр «Академія», 2001. – 320 с.
46. Верченко П. І. Багатокритеріальність і динаміка економічного ризику (моделі та методи): Монографія. – К.: КНЕУ, 2006. – 272 с.
47. Вильямс Б. Новые измерения в биржевой торговле. – М.: ИК Аналитика, 2000. – 288 с.
48. Вітлінський В. В., Великоіваненко Г. І. Ризикологія в економіці та підприємстві: Монографія. – К.: КНЕУ, 2004. – 480 с.
49. Вітлінський В. В., Наконечний С. І. Ризик у менеджменті. – К.: ТОВ «Борисфен-М», 1996. – 336 с.
50. Волков А. Е., Косяченко С. А., Ужастов И. А. Задачи фундаментального анализа в коммерческих банках // www.sbcinfo.ru/index/htm
51. Волчок В. Анализ временной структуры процентных ставок на основе ARCH(1) и GARCH(1, 1) моделей // «ЭКОБЕСТ». – 2003. – № 4. – С. 621 – 636.
52. Гальчинський А. Теорія грошей – К.: Основи, 1998. – 413 с.
53. Гладких Д. Типова структура та основні функції підрозділів банківської установи // Вісник НБУ. – 2000. – № 11. – С. 20 – 22.

54. Голубович А. Д., Ситнин А. В., Хенкин Б. А., Самодкина Н. В. Управление банком: организационные структуры, персонал и внутренние коммуникации. – М.: АО «Менатеп-информ», 1995. – 208 с.
55. Граббе О. Хаос и Фракталы на Финансовых Рынках. – <http://www.investo.ru/digest/chaos.html>
56. Данилов-Данильян В. И., Рывкин А. А. Моделирование: системно-методологический аспект // Системные исследования. – М., 1982. – С. 182 – 209.
57. Делягин М. Финансовое положение отраслей в условиях платежного кризиса // Рынок ценных бумаг. – 1998. – № 15. – С. 2 – 4.
58. Деньги, кредит, банки: Учебник для вузов // Е. Ф. Жуков, Л. М. Максимова, А. В. Печникова и др.; Под. ред. проф. Е. Ф. Жукова. – М.: ЮНИТИ, 2001. – 622 с.
59. Дзюбик С., Ривак О. Основи економічної теорії. – К.: Основи, 1994. – 336 с.
60. Дмитриев А. С. Детерминированный хаос и информационные технологии // Компьютерра. – 1998. – № 47. – С. 17 – 24.
61. Долан Э. Дж., Кэмпбелл К. Д., Кэмпбелл Р. Дж. Деньги, банковское дело и денежно-кредитная политика. – СПб.: АОЗТ «Санкт-Петербург, оркестр», 1994. – 493 с.
62. Дорофеев Б. Ю., Земцов Н. Н., Пушин В. А. Валютное право России: Учеб. пособие. – М.: НОРМА; ИНФРА-М, 2000. – 360 с.
63. Дробязко А., Сушко В. Банки Украины. Обобщенный портрет по результатам первого квартала 2006 года // Финансовые риски. – 2006. – № 1. – С. 29 – 52.
64. Евстигнеева Л., Евстигнеев Р. От стандартной экономической теории к экономической синергетике // http://www.vopreco.ru/rus/archive.files/n10_2001.html
65. Единая валюта и рынок капиталов в ЕС // Финансист. – 1996. – № 16. – С. 32 – 33.
66. Економічна енциклопедія: У 3-х томах. Т. 3 / Редкол. С. В. Мочерний (відп. ред.) та ін. – К.: Вид. центр «Академія», 2002. – 952 с.
67. Ефремов И. А. Учет и анализ валютных операций в коммерческих банках. – М.: Принтлайн, 1995. – 210 с.

68. Егоршин О. О., Зосімов А. М., Пономаренко В. С. Методи багатовимірної статистичної аналізу.— К.: ІЗМН, 1998.— 208 с.
69. Жуков Е. Ф. Трастовые и факторинговые операции коммерческих банков.— М.: Изд-во АО «Консалтбанкир», 1995.— 46 с.
70. Зайдель Х., Теммен Р. Основы учения об экономике.— М.: Дело ЛТД, 1994.— 400 с.
71. Занг В.-Б. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории.— М.: Мир, 1999.— 335 с.
72. Иванов Ю. Н., Коноплев Д. В. Моделирование валютных операций и оптимизационный анализ валютного рынка // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник 2001.— М.: Эдиториал УРСС, 2002.— С. 214 – 256.
73. Иванов Ю. Н., Лившиц И. А. Оптимальная инвестиционная и дивидендная политика (к теории оптимального предприятия) // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник 2002.— М.: Эдиториал УРСС, 2003.— С. 181 – 210.
74. Исаенко А. Н., Денискин С. А. Фрактальность живого. От клетки до национальной идеи.— Челябинск: Библиотека А. Миллера, 2003.— 120 с.
75. Камінський А. Б. Моделювання фінансових ризиків: Монографія.— К.: Вид.-поліграф. центр «Київський університет», 2006.— 304 с.
76. Камінський А. Аналіз систем ризик-менеджменту в банках України // Банківська справа.— 2005.— № 6.— С. 10 – 19.
77. Кан М. Н. Технический анализ.— М.: Питер, 2003.— 288 с.
78. Капица С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика и прогнозы будущего.— М.: Наука, 2001.— 284 с.
79. Качинський А. Б. Розвиток проблеми ризику в Україні: теорія і практика. Монографія.— К.: МАУП, 1997.— 164 с.
80. Кизим М. О., Забродський В. А., Зінченко В. А., Копчак Ю. С. Оцінка і діагностика фінансової стійкості підприємства: Монографія.— Х.: ВД «ІНЖЕК», 2003.— 144 с.

81. Кизим Н. А., Благун И. С., Зінченко В. А., Чанг Хонг Вен. Моделирование банкротства коммерческих банков. – Х.: ИД «ИНЖЭК», 2003. – 220 с.
82. Кириченко О. Банківський менеджмент. Навч. посіб. – К.: Основи, 1999. – 671 с.
83. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системы задач: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1990. – 554 с.
84. Ковалев В. В. Финансовый анализ: Управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 432 с.
85. Ковалев П. П. Некоторые аспекты управления рисками // Деньги и кредит. – 2006. – № 1. – С. 47 – 51.
86. Козлов Д. А. Поведение номинального обменного курса спот // Вестн. МГУ. Сер. 6, Экономика. – 2003. – № 3. – С. 63 – 70.
87. Козырин А. Н. Валютный контроль внешнеэкономической деятельности. – М.: Новый юрист. – 1998. – 160 с.
88. Колодизев О. Н., Федоров Е. Г. Разработка подсистемы управления валютным риском в дилинговой информационной системе коммерческого банка // Бизнес Информ. – 2006. – № 9. – С. 26 – 30.
89. Криничанский К. В. Типология фундаментальных факторов как основа фундаментального анализа рынка // электронный ресурс: www.mirkin.ru
90. Кротюк В. Еволюція підходів до оцінки капіталу в Базельських угодах // Банківська справа. – 2005. – № 4(64). – С. 3 – 9.
91. Кундышева Е. С. Математическое моделирование в экономике. Учеб. пособие. – М.: Дашков и К°, 2004. – 352 с.
92. Кураков Л. П., Кураков В. А. Словарь-справочник по экономике. – М.: Пресс-сервис, 1998. – 388 с.
93. Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика – теория самоорганизации. Идеи, методы, перспективы. – М.: Знание, сер. «Математика, кибернетика». – 1983. – № 2. – 64 с.
94. Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. Нестационарные структуры, динамический хаос, клеточные автоматы

// Новое в синергетике. Загадки мира неравновесных структур. – М.: Наука, 1996. – С. 95 – 164.

95. Кусый М., Киселев С. Применение теории фракталов в техническом анализе ценообразования на финансовых рынках // Севастополь: Вестник СевГТУ // Экономика и финансы, 2002. – Вып. 37. – С. 131 – 138.

96. Лавров С. Валютно-финансовые отношения предприятий. – М.: Менатеп-информ, 1994. – 248 с.

97. Лексис В. Кредит и банки. – М.: Перспектива, 1994. – 118 с.

98. Лиховидов В. Н. Фундаментальный анализ мировых валютных рынков: методы прогнозирования и принятия решений. – Владивосток, 1999. – 234 с.

99. Лоскутов А. Ю., Михайлов А. С. Введение в синергетику. – М.: Наука. 1990. – 140 с.

100. Лукашов А. В. Риск-менеджмент и количественное измерение финансовых рисков в нефинансовых корпорациях // Управление рисками. – 2005. – № 5(11). – С. 43 – 60.

101. Ляховский В. С., Коробейников Д. В., Серебряков П. А., Кочеткова Н. И. Справочник по валютным операциям коммерческого банка. В 2-х частях. Ч. 1. – М.: Гелиос АРВ, 2003. – 496 с.

102 Мадорский Е. А. Валютные кризисы на развивающихся рынках // www.bullion.ru/theory/disser1/

103. Маслюченков Ю. С. Финансовый менеджмент в коммерческом банке: Фундаментальный анализ. – М.: Перспектива, 1996. – 160 с.

104. Матвійчук А. В. Економічні ризики в інвестиційній діяльності: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2005. – 205 с.

105. Международные валютно-кредитные и финансовые отношения / Под ред. Л. Н. Красавиной. – М.: Финансы и статистика, 1994. – 590 с.

106. Мельничук М. Проблеми впровадження нових рекомендацій Базельського комітету щодо управління ризиками в банках України // Банківська справа. – 2004. – № 5. – С. 76 – 82.

107. Меньшиков И. С., Шелагин Д. А. Рыночные риски: модели и методы. – М.: Вычислительный центр РАН, 2000. – 55 с.

108. Милованов В. П. Неравновесные социально-экономические системы: синергетика и самоорганизация.— М.: Эдиториал УРСС, 2001.— 264 с.
109. Миловидов В. Д. Современное банковское дело. Опыт организации и функционирования банков США.— М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992.— 174 с.
110. Милосердов А. А., Герасимова Е. Б. Рыночные риски: формализация, моделирование, оценка качества моделей.— Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004.— 116 с.
111. Митрофанов В. Ф. Банк как действительный фактор стабилизации экономики: опыт Германии // Финансы.— 1996.— № 1.— С. 53 – 56.
112. Мишкин Ф. С. Економіка грошей, банківської справи і фінансових ринків / Пер. з англ. С. Панчишин, Г. Стеблій, А. Стасишин.— К.: Основи, 1998.— 963 с.
113. Можаяев А. С., Громов Н. Теоретические основы общего логико-вероятностного метода автоматизированного моделирования систем.— СПб.: ВИТУ, 2000.
114. Моисеев Н. Н. Простейшие математические модели экономического прогнозирования.— М.: Знание, 1975.— 64 с.
115. Моисеев С. Макроанализ валютного курса: от Касселя до Обстфельда и Рогоффа // Вопросы экономики.— 2004.— № 1.— С. 49 – 65.
116. Мэнкью Н. Грегори. Макроэкономика.— М.: Изд-во Моск. ун-та, 1994.— 736 с.
117. Мэрфи Дж. Дж. Межрыночный технический анализ. Торговые стратегии для мировых рынков акций, облигаций, товаров и валют.— М.: Диаграмма, 2002.— 317 с.
118. Найман Э. А. Малая энциклопедия Трейдера.— К.: ВИРА-Р, 2001.— 296 с.
119. Найт Ф. Х. Риск, неопределенность и прибыль / Пер. с англ. М. Я. Каждана.— М.: Дело, 2003.— 359 с.
120. Научитель М., Сорвинов Б. В поисках новой парадигмы // Мировая экономика и международные отношения.— 1994.— № 10.— С. 170 – 176.

121. Нидлз Б. и др. Принципы бухгалтерского учета. Пер. с англ. / Под ред. Я. В. Соколова. – М.: Финансы и статистика, 1993. – 496 с.
122. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. – М.: Мир, 1979. – 512 с.
123. Ольсевич Ю. К релятивистской экономической теории // Вопр. экономики. – 1995. – № 6. – С. 8 – 19.
124. Орлов А. И. Высокие статистические технологии // Заводская лаборатория. – 2003. – Т. 69. – № 11. – С. 55 – 60.
125. Орлов А. И. Прикладная статистика. Учебник. – М.: Изд-во «Экзамен», 2004. – 656 с.
126. Орлов А. И. Часто ли распределение результатов наблюдений является нормальным? // Заводская лаборатория. – 1991. – Т. 57. – № 7. – С. 64 – 66.
127. Основы банковского дела / Под ред. А. Н. Мороза. – К.: Либра, 1994. – 332 с.
128. Основы банковского менеджмента / Под ред. О. И. Лаврушина. – М.: ИНФРА-М, 1995. – 144 с.
129. Основы международных валютно-финансовых и кредитных отношений // Под ред В. В. Круглова. – М.: ИНФРА-М, 1998. – С. 162 – 250.
130. Основы международных валютно-финансовых и кредитных отношений: Учебник / Науч. ред. д-р эконом. наук, проф. В. В. Круглов. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 432 с.
131. Основы предпринимательской деятельности: Экономическая теория. Маркетинг. Финансовый менеджмент / Под ред. В. М. Власовой. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 494 с.
132. Пасічник О. В. Валютно-курсова політика та механізми її реалізації в Україні. Авт. ... дис. канд. екон. наук. – К., 2004. – 19 с.
133. Пернарівський О. В. Аналіз, оцінка та способи зниження банківських ризиків // Вісник Нац. банку України. – 2004. – № 4. – С. 44 – 48.
134. Перцовский О. Е. Моделирование валютных рынков на основе процессов с длинной памятью: Препринт WP2/2004/03. – М.: ГУ ВШЭ, 2003. – 52 с.

135. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка.— М.: Мир, 2000.— 333 с.
136. Петрук О. М. Банківська справа: Навч. посіб. / За ред. д.е.н., проф. Ф. Ф. Бутинця.— К.: Кондор, 2004.— 461 с.
137. Пискулов Д. Ю. Теория и практика валютного дилинга. (Foreign Exchange and Money Market Operations). Прикладное пособие.— М.: ИНФРА-М, 1995.— 208 с.
138. Погасий С. С. Багатофакторна модель формування валютного курсу // Вісник нац. техн. ун-ту «ХПИ».— 2006.— № 2.— 122 с.
139. Погасий С. С. Исследование динамики обменного курса гривны к доллару США методом R/S-анализа // Економіка: проблеми теорії та практики». ДНУ.— 2003.— № 182.— 477 с.
140. Погасий С. С., Колодизев О. Н. Матричная модель выбора эффективных валютных операций коммерческого банка // Бізнес Інформ.— 2008.— № 12, Т. 2.— С. 137 – 140.
141. Погасий С. С. Концепция управления валютными операциями коммерческих банков Украины // Економіка: проблеми теорії та практики». ДНУ.— 2003.— № 183, Т. 3.— 362 с.
142. Погасий С. С. Матрична модель вибору як інструмент підтримки прийняття рішень // Сучасні проблеми науки і освіти. Матер. 7-ї міжнар. міждисциплін. наук.-практ. конф.— 2006.— С. 73.
143. Погасий С. С. Первые шаги евровалюты на пути интеграции Европы // Проблеми формування і розвитку фінансово-кредитної системи України: 3б. наук. ст. за матер. II міжвуз. наук.-практ. конф. студентів та молодих вчених.— Х.: Штрих, 2002.— 98 с.
144. Погасий С. С. Потенциал синергетической логики в управлении валютными рынками // Весник Нац. техн. ун-та «ХПИ».— 2002.— № 8-2.— 189 с.
145. Погасий С. С. Управление валютными операциями коммерческих банков: взгляд сквозь призму синергетики // Сучасні проблеми науки і освіти. Матер. 4-ї міжнар. міждисциплін. наук.-практ конф.— 2003.— С. 71.

146. Погасий С. С., Колодизев О. Н. Управление валютными операциями коммерческих банков: теоретические аспекты управления системой // Управління розвитком, ХНЕУ.— 2003.— № 1.— С. 97.
147. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М.: Прогресс, 1986.— 431 с.
148. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности: Справ. изд. / Айвазян С. А., Бухштабер В. М., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д.; под ред. С. А. Айвазяна.— М.: Финансы и статистика, 1989.— 609 с.
149. Примостка Л. О. Аналіз банківської діяльності: сучасні концепції, методи та моделі. Монографія.— К.: КНЕУ, 2002.— 316 с.
150. Примостка Л. Економічні ризики в діяльності банків // Банківська справа.— 2004.— № 3.— С. 16 – 23.
151. Принципы хозяйственной самоорганизации / Ю. М. Осипов, М. П. Афанасьев, С. Н. Бобылев и др.; Под ред. Ю. М. Осипова.— М.: Изд-во МГУ, 1993.— 141 с.
152. Пушкарь А. И., Тридед А. Н., Колос А. Л., Антикризисное управление: модели, стратегии, механизмы. Науч. изд.— Х.: ООО «Модель вселенной», 2001.— 452 с.
153. Рассказов Е. А. Управление свободными ресурсами банка.— М.: Финансы и статистика, 1999.— 96 с.
154. Ривуар Ж. Техника банковского дела.— М.: Прогресс; Универсал, 1993.— 160 с.
155. Рид Э., Коттер Р., Гилл Э. и др. Коммерческие банки.— М.: СП «Космополис», 1991.— 480 с.
156. Рогальский Ф. Б., Курилович Я. Е., Цокурено А. А. Математические методы анализа экономических систем. Кн. 1. Теоретические основы.— К.: Наук. думка, 2001.— 423 с.
157. Рогальский Ф. Б., Цокурено А. А. Математические методы анализа экономических систем. Кн. 2. Методы и алгоритмы решения трудноформализуемых задач.— К.: Наук. думка, 2001.— 435 с.
158. Рогов М. А. Риск-менеджмент.— М. Финансы и статистика, 2001.— 120 с.

159. Рогов М. А. Синтез теории хаоса и нейроматематики в портфельном риск-менеджменте и перспективы синергетического подхода // www.finrisk.ru/article/this/id_4.asp
160. Руководство пользователя REUTERS Terminal [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://www.Iscreen.Ru/files/Terminal_Zipped.Zip
161. Русинов В. Н. Финансовый рынок: Инструменты и методы прогнозирования.– М.: Эдиториал УРСС, 2002.– 216 с.
162. Рябинин И. А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем.– СПб.: Политехника, 2000.
163. Садовский В. Н. Системный подход и общая теория систем: статус, основные проблемы и перспективы развития // Системные исследования.– М., 1987.– С. 29 – 54.
164. Сапожников Н. В. Валютные операции коммерческих банков. Правовое регулирование. Практ. пособие.– М.: Юристъ, 1999 // www.cfin.ru/press/black/2001-1/02_02_stepanyan9.shtml.
165. Севрук В. Т. Банковские риски.– М.: Дело Лтд, 1995.– 72 с.
166. Синергетика в современном мире // Сб. докл. Междунар. науч. конф.– Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2000.– 320 с.
167. Системные исследования: Методол. проблемы. Ежегодник.– 2001. Вып. 30.– М.: Эдиториал УРСС, 2003.– 400 с.
168. Словник сучасної економіки Макмілана: Пер. с англ.– К.: Изд-во «АртЕк», 2000.– 640 с.
169. Словник термінів ринкової економіки / За ред. В. І. Науменко.– К.: Глобус, 1996.– 1600 с.
170. Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов.– М., 1992.– 332 с.
171. Смит В. Происхождение центральных банков.– М.: Ин-т нац. модел. экономики, 1996.– 284 с.
172. Смыслов Д. В. Международный валютный фонд: современные тенденции и наши интересы.– М., 1993.
173. Современные деньги и банковское дело: Пер. с англ. / Миллер Р. Л. Ван-Хуз Д. Д.– М.: ИНФРА-М, 2000.– 856 с.

174. Соловьев С. Правовое регулирование валютных операций в РФ // soloviev.sergey@rambler.ru
175. Соложенцев Е. Д., Карасев В. В., Соложенцев В. Е. Логико-вероятностная оценка банковских рисков и мошенничеств в бизнесе.– СПб., 1996.
176. Соложенцев Е. Д., Карасев В. В. Идентификация логико-вероятностных моделей риска структурно-сложных систем с группами несовместных событий // Автоматика и телемеханика.– 2002.– № 3.– С. 97 – 113.
177. Соложенцев Е. Д., Карасев В. В. Логико-вероятностные модели риска в бизнесе с группами несовместных событий // Экономика и математические методы.– 2003.– № 1.– С. 90 – 105.
178. Соложенцев Е. Д., Карасев В. В., Соложенцев В. Е. Логико-вероятностные модели риска в банках, бизнесе и качестве.– СПб.: Наука, 1999.
179. Сотрудничество России с МВФ и Всемирным банком // Общество и экономика.– 1996.– № 7.– С. 140 – 175; № 8.– С. 83 – 123.
180. Сурен Лизелотт Валютные операции. Основы теории и практика. Пер. с нем.– М.: Дело, 1998.– 176 с.
181. Сценарное логико-вероятностное управление риском в бизнесе и технике.– СПб.: Бизнес-пресса, 2004.– 432 с.
182. Тронин Ю. Н. О понятии «банковский менеджмент» // <http://www.bizcom.ru/arhive/2000/jun.html>.
183. Уайтинг Д. П. Осваиваем банковское дело: Пер. с англ. / Под ред В. А. Микрюкова.– М.: Банки и биржи; ЮНИТИ, 1996.– 240 с.
184. Уемов А. И. Системный подход и общая теория систем.– М.: Мысль, 1982.– 246 с.
185. Украинское общество: от выборов до выборов (Социологический мониторинг 1994, 1998, 2002).– К.: Ин-т социологии НАН Украины, 2002.– 104 с.
186. Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика.– М.: Наука, 2000.– 431 с.
187. Усоскин В. М. Современный коммерческий банк: управление и операции.– М.: Новости, 1993.– 224 с.

188. Устенко О. Л. Теория экономического риска: Монография. – К.: МАУП, 1997. – 164 с.
189. Федер Е. Фракталы: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 254 с.
190. Федоров Е. Г., Шамша Б. В. Оценка эффективности моделей прогноза риска в дилинговых информационных системах // Вісник Східноукр. нац. ун-ту ім. Володимира Даля. – 2007. – № 4(110). – Ч. 2. – С. 201 – 206.
191. Федоров Е. Г. Информационная технология прогнозирования валютного риска в дилинговых информационных системах // Восточно-Европ. журн. передовых технологий. – 2007. – № 6/2(30). – С. 48 – 51.
192. Федоров Е. Г. Обеспечение заданной эффективности прогнозирования валютного риска в дилинговых информационных системах // 36. наук. пр. Харк. ун-ту Повітряних Сил. – 2007. – Вип. 3(15). – С. 141 – 146.
193. Федоров Е. Г. Прогнозирование валютного риска в дилинговых информационных системах с учетом фундаментальных факторов // Системи обробки інформації. – 2007. – Вип. 2(60). – С. 128 – 130.
194. Федоров Е. Г., Аль-Гули Абед, Б. В. Шамша. Статистические методы построения моделей прогноза курса валют в дилинговых информационных системах // Нові технології. – 2003. – № 2(3). – 2003. – С. 78 – 84.
195. Федоров Е. Г., Шамша Б. В., Гуд А. Ю. Прогнозирование рыночных рисков в условиях гетероскедастичности финансовых временных рядов // Вестник Нац. техн. ун-та «ХПИ». – 2007. – № 6. – С. 134 – 143.
196. Федоров Е. Г., Шамша Б. В. Прогнозирование валютного риска в дилинговых информационных системах // Нові технології. – 2007. – № 1-2. – С. 138 – 144.
197. Федоров М. В. Валюта, валютные системы и валютные курсы. – М.: ПАИМС, 1995. – 148 с.
198. Финансовый менеджмент / Под ред. Е. С. Стояновой. – М.: Перспектива, 1993. – 268 с.

199. Финансовый учет и отчетность в соответствии со стандартами ГААР. 4-е изд. / Качалин В. В. – М.: Дело, 2000. – 432 с.
200. Фундаментальный анализ финансовых рынков. – СПб.: Питер, 2005. – 288 с.: ил. – (Серия «Школа валютных трейдеров»).
201. Хайек Ф. Конкуренция как процедура открытия // Мировая экономика и междунар. отнош. – 1989. – № 12. – 257 с.
202. Хакен Г. Информация и самоорганизация: Макроскопический подход к сложным системам. – М.: Мир, 1991. – 240 с.
203. Хакен Г. Синергетика. – М.: Мир, 1980. – 328 с.
204. Харатян А. Ж. Валютные ценности как объекты гражданских прав // Право и экономика. – 1997. – № 7-8. – С. 15.
205. Холопов А. Валютный курс как инструмент макроэкономического регулирования // Мировая экономика и междунар. отнош., 2004. – № 12. – С. 25 – 33.
206. Хэррис Дж. Мэнвилл. Международные финансы. – 1996. – С. 411 – 479.
207. Цырков И. В. Валютный рынок в системе финансовых отношений: Автореф. дис... канд. экон. наук (08.00.01). – М., 2000. – 26 с.
208. Черкасов В. Е. Финансовый анализ в коммерческом банке. – М.: ИНФРА-М, 1995. – 272 с.
209. Черковец О. Становление валютного союза в Европе: от ЭКЮ к евро // Экономист. – 1996. – № 9. – С. 94 – 96.
210. Четыркин Е. М. Методы финансовых и коммерческих расчетов. – М.: Дело, 1992. – 320 с.
211. Шалашов В. П. Валютные расчеты и бухгалтерский учет валютных операций в РФ при экспортно-импортных и внутренних коммерческих сделках: (С прилож.). – М.: Интелсинтез, 1993. – 153 с.
212. Шамша Б. В., Гуржій А. М., Дудар З. В., Левикін В. М. Математичне забезпечення інформаційно-управляючих систем: Підручник для студ. вищ. навч. закл. – Х.: ТОВ «Компанія СМІТ», 2005. – 448 с.
213. Шевелева С. Кредитные соглашения. Учебное пособ. – М.: Менатеп-информ, 1996. – 96 с.

214. Шевченко В. Глобальна фінансова нестабільність: причини та впливи // Банківська справа. – 2004. – № 1(55). – С. 3 – 16.
215. Шеремет А. Д., Сайфулин Р. С. Методика фінансового аналізу. – М.: ИНФРА-М, 1996. – 176 с.
216. Шустер Г. Детерминированный хаос. – М.: Мир, 1991. – 240 с.
217. Экономическая кибернетика. – Донецк: Изд. Донецк. ун-та, 1999. – 256 с.
218. Экономическая теория на пороге 21 века / Под ред. Ю. М. Осипова, В. Т. Пуляева, В. Т. Рязанова, Е. С. Зотовой. – М.: Юрист, 1998. – 768 с.
219. Экономический анализ деятельности банка. – М.: ИНФРА-М, 1996. – 144 с.
220. Энг М. Мировые финансы. – М., 1998. – С. 81 – 122; С. 538 – 555.
221. Энциклопедия фінансового риск-менеджмента / Под ред. А. А. Лобанова и А. В. Чугунова. – 3-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – 878 с.
222. Ющенко В., Лисицкий В. Функции Национального банка Украины и экономическое прогнозирование // Вестник НБУ. – 1998. – № 5. – С. 4 – 6.
223. Abdelhamid El Bouhadi, 2003. «Conditional Volatility Of Most Active Shares Of Casablanca Stock Exchange», Finance 0305007, econwpa, revised 10 Oct 2003.
224. Ackoff R.L., Gharajedadhi J. Reflection on Systems and their Models // Systems Research. – 1996. – Vol. 13. – № 1. – P. 13 – 23.
225. Anatolyev, Stanislav & Gerko, Alexander, 2005. «A Trading Approach to Testing for Predictability», Journal of Business & Economic Statistics, American Statistical Association, vol. 23, pages 455-461, October.
226. Bartolini L. Excess Volatility and the Asset-Pricing Exchange Rate Model//IMF Working Paper. – 1999. – № 71. – P. 1 – 20.
227. Baumol W.J., Benhabib J. Chaos: Significance, Mechanism, and Economic Applications// J. of Economic Perspective. – 1989. – Vol. 3, № 1. – P. 77 – 105.

228. Bradley B.O., Taquq M.S. (2001), Financial Risk and Heavy Tails. Preprint.– Boston University, 2001.
229. Catherine Kyrtou & Michel Terraza, 2000. «Is It Possible To Study Jointly Chaotic And Arch Behaviour. Application Of A Noisy Mackey-Glass Equation With Heteroskedastic Errors To The Paris Stoc», Computing in Economics and Finance 2000 Z226, Society for Computational Economics.
230. Checkland P. The Emergent Properties of SSM in Use: A Symposium by Reflective Practitioners // Systemic Practice and Action Research.– 2000.– Vol. 13, № 6.– P. 799 – 823.
231. Christian Bauer Value at risk using hyperbolic distributions Journal of Economics and Business.– 2000.– Vol. 52, issue 5.– P. 455 – 467.
232. Christoffersen P. Interest Rate Arbitrage in Currency Baskets: Forecasting Weights and Measuring Risk // IMF Working Paper.– 1999.– № 16.– P. 1 – 30.
233. Clarke R. G., Wilson B. D., Dairies Ft. H., Nadauld S. D. Strategic financial management.– Home wood: Irwin.– 1988.– Vol. 9.– 240 p.
234. Dajiang Guo. Dynamic Volatility Trading Strategies in the Currency Option Market // Review of Derivatives Research, Springer.– 2000.– Vol. 4(2).– P. 133 – 154 (May).
235. Darryll Hendricks Evaluation of Value-at-Risk Models Using Historical Data // Economic Policy Review.– 1996.– Vol. 2.– Number 1.– P. 39 – 69.
236. Diamond D. and Dybvig P.. Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity // Journal of Political Economy.– June 1983.– P. 401 – 419.
237. Goyal, Amit Predictability of Stock Return Volatility from GARCH Models Paper Number: GBS-FIN-2000-001 Goizueta Department: Finance, 2000.
238. Harvey D.L., Reed M. Social Science as the Study of Complex Systems // Chaos Theory in the Social Sciences / Ed.by L.D.Kiel and E.Elliot Ann Arbor. The Univ. of Michigan Press, 1996.– P. 295 – 323.
239. International convergence of capital measurement and capital standards: http://www.bank.gov.ua/Bank_supervision/Risks/01e. Pdf, СВОБОДНЫЙ

240. J. Danielsson and C. De Vries. Value at risk and extreme returns. In P. Embrechts, editor, *Extremes and Integrated Risk Management*,— 2000.— P. 85-106. Risk Books.

241. James Engel & Marianne Gizycki, 1999. Value at Risk: On the Stability and Forecasting of the Variance-covariance Matrix, RBA Research Discussion Papers rdp1999-04, Reserve Bank of Australia.

242. Juri Marcucci, 2005. «Forecasting Stock Market Volatility with Regime-Switching GARCH Models», *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, Berkeley Electronic Press. Vol. 9(4).— P. 1145 – 1145.

243. Kai Bartlmae, Folke A. Measuring DAX Market Risk: A Neural Network Volatility.— Bartlmae, Rauscher (2000) February 2, 2000.

244. Kenneth D. West & Dongchul Cho, 1994. The Predictive Ability of Several Models of Exchange Rate Volatility, *Journal of Econometrics*.— 1995.— Vol. 69.— P. 367 – 391.

245. Krugman. P. Currency crises//Mimeo.— October 1997.— P. 6.— <http://web.mit.edu/krugman/www/crises.html>

246. Leonardo Souza, Alvaro Veiga, Marcelo C. Medeiros Evaluating the forecasting performance of GARCH models using White's Reality Check // *Forthcoming Brazilian Review of Econometrics*.— 2005.— Vol. 25, n.1.

247. Mandelbrot B. Statistical Methodology for Non-Periodic Cicles: From the Covariance to R/s Analysis // *Annals of Economic Social Measurement* 1, 1972.— P. 788 – 813.

248. Markowitz H M. Portfolio selection: efficient diversification of investments.

249. McConnell C. J., Brue S. L. *Economics: Principles, Problems, and Policies*.— 11th ed.— McGraw-Hill Publ. Co., 1990.— 866 p.

250. Merrill Lynch «Currency Forecasting: Theory & Practice» // *Global fixed income research*.— August 1996.— 55 p.

251. Milton Friedman, Rose Friedman. *Free to Choose*.— New York: Harcourt Brace Jovanovich, 1980.— 577 p.

252. Milton Friedman. *Capitalism and Freedom*. Chicago: The University of Chicago Press.— 1962.— 634 p.

253. Modis T. Fractal Aspects of Natural Growth// Technological Forecasting and Social Change.–1994.– Vol. 47, № 1.– P. 63 – 73.
254. Monica Billio, Lorian Pelizzon Value-at-Risk: a multivariate switching regime approach //Journal of Empirical Finance.– 2000.– Vol. 7, issue 5.– P. 531 – 554.
255. New York: Wiley, 1959.
256. Nicolas Van praag Gestion pratique et risque de change.– Ed. Economica.– 1997.– P. 25 – 43; 47 – 56.
257. Oliva T. A. Information and Probability Estimates: Modelling the Firm's Decision to Adopt a New Technology// Management Science.– 1991.– Vol. 37, № 5.– P. 607 – 623.
258. Peter F. Christoffersen & Francis X. Diebold, 2000. «How Relevant is Volatility Forecasting for Financial Risk Management», The Review of Economics and Statistics, MIT Press.– Vol. 82(1) .– P. 12 – 22 (February).
259. Peter Reinhard Hansen & Asger Lunde & James M. Nason, 2003. «Choosing the Best Volatility Models: The Model Confidence Set Approach», Oxford Bulletin of Economics and Statistics, Department of Economics, University of Oxford.– vol. 65(s1).– P. 839-861, December.
260. Podobnik, Boris; Ivanov, Plamen Ch.; Grosse, Ivo; Matia, Kaushik; Eugene Stanley, H. ARCH-GARCH approaches to modeling high-frequency financial data // Physica A.– 12/2004.– Vol. 344, Issue 1 – 2, P. 216 – 220.
261. Rahman, Shafiqur & Lee, Cheng-few & Ang, Kian Ping, 2002. Intraday Return Volatility Process: Evidence from NASDAQ Stocks, Review of Quantitative Finance and Accounting, Springer.– Vol. 19(2).– P. 155 – 80 (September).
262. Ryabinin I. A. Reliability of Engineering Systems. Principles and Analysis. Moscow: Mir, 1976.
263. Simon Benninga and Zvi Wiener Value-at-Risk (var) // 1998.– Vol. 7 № 4.– mathematicaineducationandresearch Pages1-8/
264. Stefan Lundbergh & Timo Teräsvirta, 1999. Evaluating GARCH Models, Tinbergen Institute Discussion Papers 99-008/4, Tinbergen Institute.

265. Supervisory Framework for The Use of «Backtesting» in Conjunction with The Internal Models Approach to Market Risk Capital Requirements // Basle Committee on Banking Supervision, January, 1996.
266. Tony Guida Olivier, Matringe. (2005) Application of garch models in forecasting the volatility of agricultural commodities. Economics Working Paper Archive at WUSTL / Finance.— 17 p.
267. Triennial Central Bank Survey of Foreign Exchange and Derivatives Market Activity in April 2007 – Preliminary global results // <http://www.bis.org/publ/rpfx07.pdf>
268. Vaga T. The Coherent Market Hypotheses.— Financial Analysts Journal, December/January 1991.— P. 375-399.
269. Van den Goorbergh, (1999). Value-at-Risk analysis and least squares tail index estimation De Nederlandsche Bank, Research memorandum 578.
270. World Book Encyclopedia.— World Book, Inc. a Scott Fetzer co.— 1994.— Vol. 10.— 526 p.
271. World Book Encyclopedia.— World Book, Inc. a Scott Fetzer co.— 1994.— Vol. 15.— 922 p.
272. Архів курсів валют УМББ // http://fargo.com.ua/finance/arc_umvb/
273. Державний комітет статистики України // <http://www.ukrstat.gov.ua/>
274. Національний банк України // <http://bank.gov.ua/>
275. Служба тематических толковых словарей // <http://www.glossary.ru/>
276. [http:// www.consulting.colocall.com/files/download/Extra%20fxrisk.doc](http://www.consulting.colocall.com/files/download/Extra%20fxrisk.doc)
277. [http:// www.sas.com/offices/europe/russia/software/risk_dimensions/index.html](http://www.sas.com/offices/europe/russia/software/risk_dimensions/index.html)
278. [http:// mfdinfocenter. Ru/DBC. HTM](http://mfdinfocenter.Ru/DBC.HTM)
279. [http:// www. Iscreen. Ru/files/Reuters%20Kobra%20Manual. Zip](http://www.Iscreen.Ru/files/Reuters%20Kobra%20Manual.Zip)
280. [http://www. Forex-kiev. Narod. Ru/soft/soft_osn. Html#REUTERS](http://www.Forex-kiev.Narod.Ru/soft/soft_osn.Html#REUTERS)
281. [http://www. Iscreen. Ru/files/Graphics_Zipped. Zip](http://www.Iscreen.Ru/files/Graphics_Zipped.Zip)

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1

Щомісячні об'єми валютних операцій на УМВР* 1995 – 2007 рр. (млн дол. США)*

Рік місяць	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
січень	461,40	87,28	91,62	140,63	95,24	102,50	859,10	1040,20	569,1	2128,4	2272,7	2796,2	3335,1
лютий	404,31	85,02	124,69	162,06	108,85	203,00	924,80	969,10	1433,1	2345,9	2653,8	2487,3	3365,4
березень	355,52	101,35	82,53	118,88	110,30	245,00	1001,30	1126,80	1608,7	2549,9	3224,6	3840,6	4507,83
квітень	334,34	120,75	83,95	82,14	**120,00	340,00	1054,20	1248,90	1429,09	2179,5	3292,8	2875,4	4783,39
травень	224,29	84,02	136,84	114,81	**187,00	560,00	1146,00	1080,10	1615,49	2207,5	2360	3223,4	4706,3
червень	244,04	137,29	144,08	110,25	**138,00	504,00	1015,10	1026,70	1729,1	3020,5	2213,5	3344,6	4405,3
липень	214,66	83,34	103,49	130,06	**76,40	580,00	1183,90	1416,90	1969,9	2774,2	2548,8	3407,8	5198,27
серпень	203,70	51,58	156,93	110,93	**109,00	610,00	1152,40	1291,70	1758,9	2475,6	3048,3	3642,9	5529,7
вересень	157,93	70,06	184,06	150,47	**58,00	603,00	1079,30	1352,00	2032,2	2657,9	2840,1	3796,5	
жовтень	125,67	111,47	208,43	142,00	**0,22	678,00	1278,90	1587,40	2282,6	3493,7	2770,2	3814,1	
листопад	90,94	58,64	151,99	147,28	**58,00	640,00	1179,60	1331,20	1849,1	3437	7500,1	3926,5	
грудень	74,31	62,41	150,80	150,59	66,00	690,00	1158,40	1696,20	2668,9	2852,8	3316,1	4542	
Усього	2891,12	1053,22	1619,41	1560,09	1127,02	5755,50	13033,00	15167,20	20946,18	32122,9	38041	41697,3	

*http://fargo.com.ua/finance/arc_umvb/

**www.kontrakty.com.ua/show/ukr/archive/331999.html

Таблиця Б.1

Щомісячні валютні курси долара США до гривні на УМВР* 1995 – 2007 рр.

Рік місяць	*1995	*1996	*1997	*1998	*1999	**2000	**2001	**2002	***2003	***2004	***2005	***2006	***2007
січень	1,093	1,835	1,890	1,912	3,427	4,527	5,432	5,063	5,341	5,331	5,310	5,076	5,057
лютий	1,220	1,882	1,842	1,960	3,471	4,618	5,429	5,321	5,343	5,331	5,300	5,060	5,038
березень	1,328	1,892	1,837	2,035	3,711	4,703	5,420	5,195	5,349	5,330	5,314	5,063	5,036
квітень	1,312	1,867	1,848	2,040	3,823	4,792	5,417	5,328	5,346	5,329	5,174	5,059	5,033
травень	1,305	1,844	1,844	2,050	3,835	4,805	5,411	5,329	5,352	5,327	5,039	5,048	5,024
червень	1,423	1,816	1,857	2,059	3,972	4,965	5,394	5,330	5,354	5,327	5,048	5,014	5,032
липень	1,440	1,780	1,857	2,106	4,221	5,012	5,366	5,328	5,341	5,318	5,019	5,031	5,010
серпень	1,611	1,760	1,855	2,183	4,003	5,253	5,345	5,329	5,345	5,314	4,976	5,031	
вересень	1,656	1,760	1,860	2,833	4,351	5,297	5,340	5,329	5,348	5,309	5,010	5,027	
жовтень	1,752	1,777	1,871	3,422	4,458	5,357	5,307	5,330	5,332	5,307	5,039	5,045	
листопад	1,779	1,862	1,880	3,427	4,473	5,439	5,283	5,340	5,332	5,306	5,027	5,046	
грудень	1,795	1,885	1,895	3,427	4,500	5,435	5,053	5,341	5,332	5,306	5,032	5,038	
Середнє за рік	1,476	1,830	1,861	2,454	4,005	5,017	5,350	5,297	5,343	5,320	5,107	5,045	

* – info.ukrdealing.com

** – http://fargo.com.ua/finance/arc_umvb/ (Щомісячні валютні курси дол. США до гривні на УМВР)

*** – <http://www.ufs.com.ua/>

Додаток В

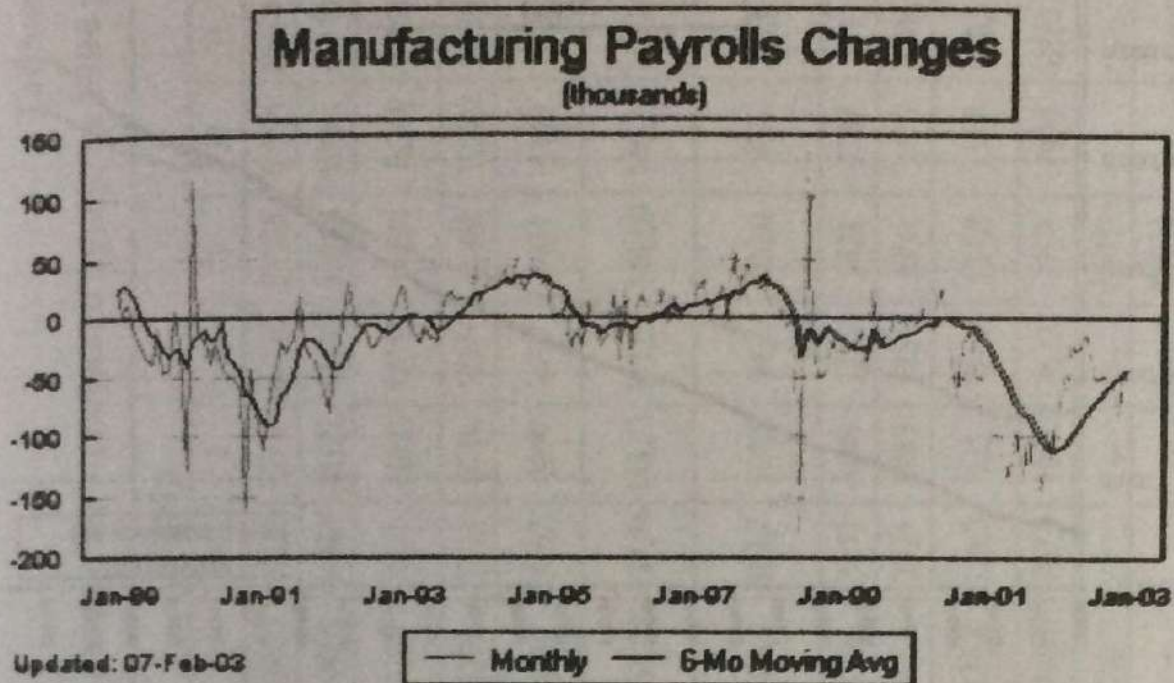


Рис. В.1. Динаміка показників зайнятості у фабричному виробництві США з 1989 по 2004 рр.*

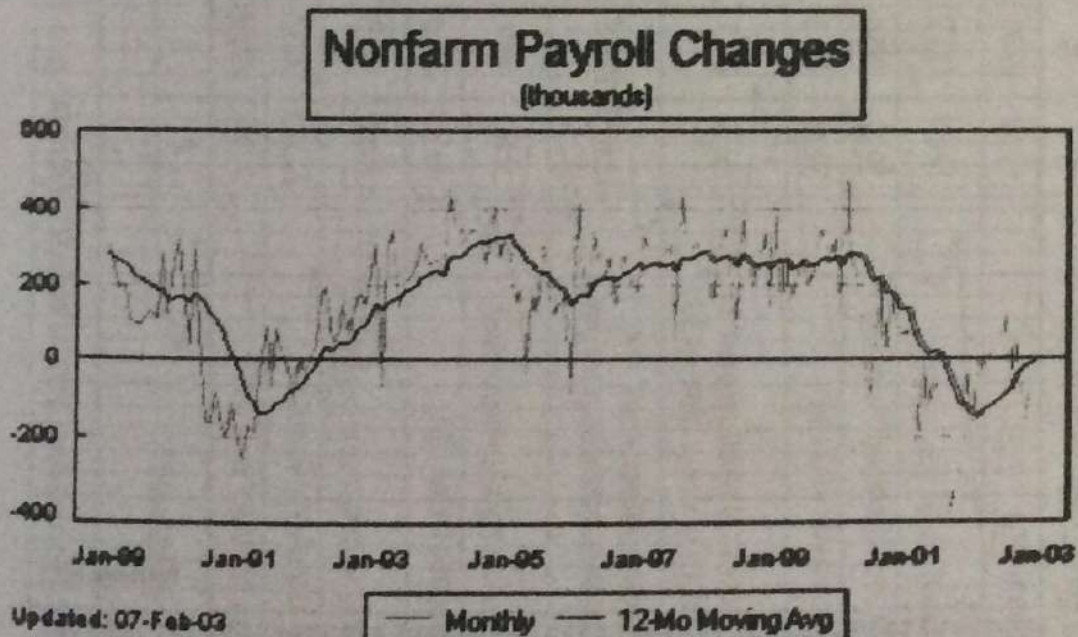


Рис. В.2. Динаміка показників знов створених робочих міст (не враховуючи сільське господарство) США з 1989 по 2004 рр.*

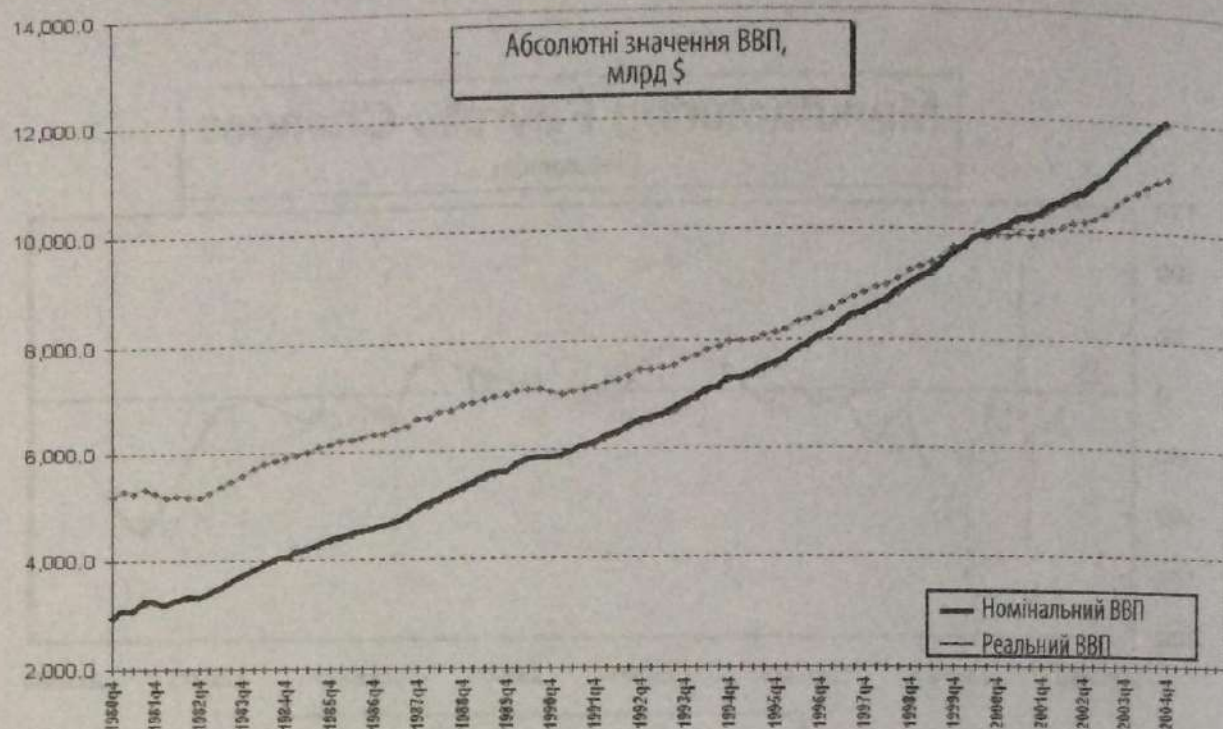


Рис. В.3. Динаміка показників номінального та реального ВВП США з 1980 по 2004 рр.*

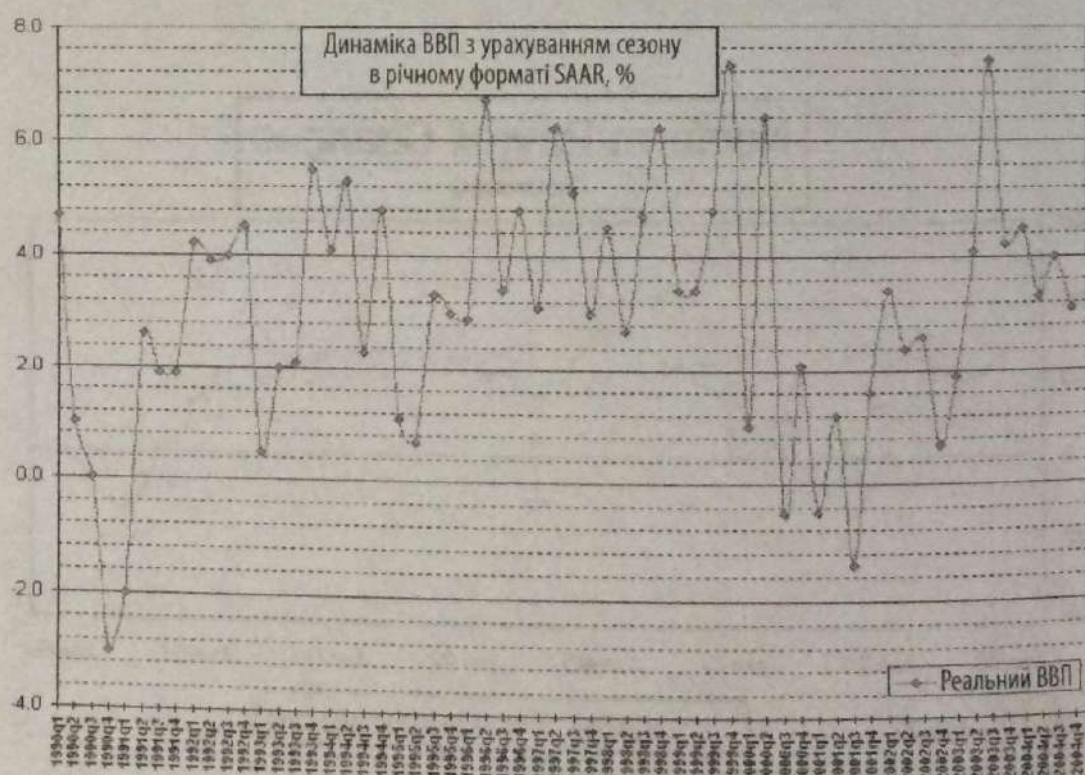


Рис. В.4. Динаміка показників ВВП США з урахуванням сезону в річному форматі з 1980 по 2004 рр.*

* – <http://www.viac.ru/>

Таблиця Г.1
Динаміка макроекономічних показників, що впливають на динаміку валютного курсу, за 1996 рік*

Додатки

№ з/п	Показник	1996 р.											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Валовий внутрішній продукт, млн грн	5060	10200	16688	21750	27480	34555	39710	46450	57065	61875	69404	81519
2	Обсяг промислової продукції, млн грн	55712	11532	18006	24426	30863	36487	42382	48140	53838	60081	66155	73321
3	Виробництво товарів народного споживання, млн грн	1318	2813	4455	6070	7703	9331	11003	12515	14104	16780	19194	22939
4	Роздрібний товарооборот, млн грн	1122	2299	3577	4884	6110	7322	8744	10146	11480	12880	14223	17344
5	Обсяг реалізації платних послуг населенню, млн грн	435	980	1550	2085	2618	3267	4099	4707	5404	6140	6835	7635
6	Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн*	114,52	120,93	129,33	129,59	132,10	137,74	143,73	143,05	146,09	148,21	144,76	163,69
7	Індекс реальної заробітної плати працівників народного господарства, % до попереднього місяця	79,2	98,2	102,3	98,6	100,3	103,7	104,4	94,1	100,0	99,6	96,6	111,8
8	Грошові доходи населення, млн грн	2539	3022	2953	3300	3200	3049	3849	3358	3422	3787	3311	4521
9	Грошові витрати та заощадження, млн грн	2581	2824	2953	3067	3051	2919	3485	3839	3394	3476	3304	4068
10	Індекс цін споживчого ринку (до грудня попереднього року)	109,4	117,5	121	123,9	124,8	124,9	125	132,2	134,8	136,8	138,5	139,7
11	Грошова маса (агрегат М3)	6594	6891	7184	7331	7484	7672	7987	7672	7759	7999	8187	9364
12	Експорт товарів та послуг, млн доларів США	...	...	-	...	...	-	...	...	15061	...	...	20346
13	Імпорт товарів та послуг, млн доларів США	...	...	-	...	...	-	...	...	15613	...	...	21468
14	Коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, % (відносно обсягів експорту товарів та послуг)			8,07			5,3			6,11			6,6

Таблиця Г.2

Динаміка макроекономічних показників, що впливають на динаміку валютного курсу, за 1997 рік*

№ з/п	Показник	1997 р.											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Валовий внутрішній продукт, млн грн	5920	12027	18728	26221	33219	39213	47596	55099	65289	71873	80078	93365
2	Обсяг промислової продукції, млн грн	5551	11037	17340	23340	29372	35197	41162	46918	53085	60288	67109	75061
3	Виробництво товарів народного споживання, млн грн	1236	2537	3913	5350	6810	8381	10093	11761	13610	16393	19014	22669
4	Роздрібний товарооборот, млн грн	1164	2370	4040	5532	7014	8582	10308	11940	13654	15276	16779	18933
5	Обсяг реалізації платних послуг населенню, млн грн	643	1338	2079	2761	3455	4226	5112	5946	6787	7570	8321	9279
6	Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн*	139,50	138,90	147,73	146,75	153,39	158,33	165,06	159,92	163,36	162,92	160,24	178,32
7	Індекс реальної заробітної плати працівників народного господарства, % до попереднього місяця	84,6	98,1	105,7	98,2	103,7	102,9	104,0	96,9	100,8	98,6	97,6	109,2
8	Грошові доходи населення, млн грн	3283	3462	3938	4144	3885	4140	4844	5005	4655	4398	3811	5199
9	Грошові витрати та заощадження, млн грн	3220	3403	3704	3699	3824	3880	4407	4366	4826	4566	4003	4766
10	Індекс цін споживчого ринку (до грудня попереднього року)	102,2	103,4	103,5	104,4	105,2	105,3	105,4	105,4	106,7	107,6	108,6	110,1
11	Грошова маса (агрегат М3)	9359	9335	9795	10215	10410	11102	11539	12380	12355	11869	11669	12541
12	Експорт товарів та послуг, млн доларів США	...	...	4656	...	...	9651	...	...	14935	...	...	20355
13	Імпорт товарів та послуг, млн доларів США	...	...	5403	...	...	10890	...	...	16186	...	...	21181
14	Коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, % (відносно обсягів експорту товарів та послуг)			8,4			7,5			7,3			7,5

Таблиця Г.3
Динаміка макроекономічних показників, що впливають на динаміку валютного курсу, за 1998 рік*

№ з/п	Показник	1998 р.											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Валовий внутрішній продукт, млн грн	6544	13055	20871	28060	35700	44238	52500	61094	73146	80847	90752	102593
2	Обсяг промислової продукції, млн грн	5889	11748	18538	24803	31000	37076	44204	50649	57542	65966	74145	82889
3	Виробництво товарів народного споживання, млн грн	914	1844	2887	3955	5052	6272	7459	8648	10006	11785	13235	17538
4	Роздрібний товарооборот, млн грн	1261	2537	4073	5625	7293	8846	10499	12070	13833	15644	17247	19317
5	Обсяг реалізації платних послуг населенню, млн грн	683	1391	2145	3023	3785	4664	5596	6603	7526	8440	9330	9845
6	Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн*	152,17	153,73	165,82	161,58	163,71	172,98	173,33	166,43	169,8	171,01	170,54	188,30
7	Індекс реальної заробітної плати працівників народного господарства, % до попереднього місяця	84,5	100,5	107,0	96,1	101,3	105,5	101,0	96,3	98,2	93,4	97,4	106,4
8	Грошові доходи населення, млн грн	3210	3796	4848	4295	3923	4523	4929	4448	4536	4936	4819	6116
9	Грошові витрати та заощадження, млн грн	3603	3755	4269	4297	3995	4414	4733	4646	4613	4726	4766	5556
10	Індекс цін споживчого ринку (до грудня попереднього року)	101,3	101,5	101,7	103	103	103	102,1	102,3	106,2	112,8	116,2	120
11	Грошова маса (агрегат М3)	12074	12238	12960	12971	13305	13458	13880	13756	14325	14414	14845	15718
12	Експорт товарів та послуг, млн доларів США	...	...	4242	...	...	8930	...	...	12967	...	...	17621
13	Імпорт товарів та послуг, млн доларів США	...	...	4918	...	...	9720	...	...	14078	...	...	18828
14	Коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, % (відносно обсягів експорту товарів та послуг)			6,2			8,4			12,5			12,5

Таблиця Г.4

Динаміка макроекономічних показників, що впливають на динаміку валютного курсу, за 1999 рік*

№ з/п	Показник	1999 р.											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Валовий внутрішній продукт, млн грн	8017	15977	24980	34298	44341	54176	66349	78329	91809	103653	116504	127126
2	Обсяг промислової продукції, млн грн	7662	15177	23988	32276	40589	49467	57119	66371	76186	86596	96454	107537
3	Виробництво товарів народного споживання, млн грн	...	2140	3463	4753	6125	7683	9236	10897	12790	14960	16769	20996
4	Роздрібний товарооборот, млн грн	1377	2798	4471	6120	7784	9580	11481	13429	15495	17655	19715	22151
5	Обсяг реалізації платних послуг населенню, млн грн	789	1526	2390	3169	3962	5214	6323	7634	8797	9904	10970	11625
6	Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн*	148,16	152,03	166,61	165,53	168,87	180,76	183,27	180,91	186,44	186,85	190,39	218,88
7	Індекс реальної заробітної плати працівників народного господарства, % до попереднього місяця	86,7	100,8	107,6	97,2	99,6	106,9	102,4	97,7	101,4	99,1	98,4	110,3
8	Грошові доходи населення, млн грн	3359	4091	4839	4950	4541	5189	5204	5483	5833	5935	5260	7092
9	Грошові витрати та заощадження, млн грн	3825	4058	4837	4328	4251	4904	5181	5185	5396	5492	5676	6577
10	Індекс цін споживчого ринку (до грудня попереднього року)	101,5	102,5	103,5	105,9	108,5	108,6	107,5	108,6	110,1	111,3	114,5	119,2
11	Грошова маса (агрегат М3)	15185	15366	15937	16680	17496	18579	18816	19694	20468	20899	21042	22079
12	Експорт товарів та послуг, млн доларів США	...	...	3698	...	...	7745	...	...	11822	...	...	16234
13	Імпорт товарів та послуг, млн доларів США	...	...	3817	...	...	7143	..	...	10835	...	...	15237
14	Коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, % (відносно обсягів експорту товарів та послуг)			17,8			15,3			17			16,1

Динаміка макроекономічних показників, що впливають на динаміку валютного курсу, за 2000 рік*

№ з/п	Показник	2000 р.											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Валовий внутрішній продукт, млн грн	9934	20821	32309	45166	57871	70198	87441	104005	121436	137384	154046	170070
2	Обсяг промислової продукції, млн грн	9657	20368	32022	43221	54701	65547	77694	90173	102865	117129	130686	144483
3	Виробництво товарів народного споживання, млн грн	1501	3258	5250	7270	9433	11719	14035	16514	19087	22633	25492	29762
4	Роздрібний товарооборот, млн грн	1800	3749	5925	8069	10297	12601	15027	17571	20196	22957	25581	28757
5	Обсяг реалізації платних послуг населенню, млн грн	...	...	3234	...	...	6781	...	...	...	...	...	15766
6	Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн*	180,97	190,62	210,67	205,35	213,21	228,78	238,49	247,44	249,04	254,11	257,58	296,26
7	Індекс реальної заробітної плати працівників народного господарства, % до попереднього місяця	80,0	100,8	107,8	95,4	101,7	103,0	104,1	103,8	97,7	100,5	100,2	112,2
8	Грошові доходи населення, млн грн	4500	5775	6731	7121	6293	7397	7608	8456	7386	7737	7907	9983
9	Грошові витрати та заощадження, млн грн	5322	5530	6202	5967	6393	7040	6972	7875	7878	8457	7884	8257
10	Індекс цін споживчого ринку (до грудня попереднього року)	104,6	108,1	110,2	112,1	114,4	118,7	118,6	118,6	121,6	123,3	123,8	125,8
11	Грошова маса (агрегат M3)	22048	22970	24211	25097	26032	28127	27098	29485	28975	28866	29395	32084
12	Експорт товарів та послуг, млн доларів США	...	...	4445	...	...	8901	...	...	14109	...	...	19248
13	Імпорт товарів та послуг, млн доларів США	...	...	4468	...	...	8421	...	...	12396	...	...	18116
14	Коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, % (відносно обсягів експорту товарів та послуг)			16,5			23,8			18,1			14,3

Таблиця Г.6
Динаміка макроекономічних показників, що впливають на динаміку валютного курсу, за 2001 рік*

№ з/п	Показник	2001 р.											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Валовий внутрішній продукт, млн грн	13616	27336	39201	58584	74688	85682	111225	132613	144681	170427	188548	204190
2	Обсяг промислової продукції, млн грн	12234	24372	37473	50188	63198	75952	89081	102097	114795	129079	142620	155891
3	Виробництво товарів народного споживання, млн грн	2072	4187	6691	9224	12018	14834	17689	20751	23773	27575	30733	33524
4	Роздрібний товарооборот, млн грн	2288	4566	7202	9881	12703	15461	18476	21499	24533	27725	30696	34050
5	Обсяг реалізації платних послуг населенню, млн грн	2072	4187	6691	9224	12018	14834	17689	20751	23773	27575	30733	33524
6	Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн*	253,39	263,66	281,03	288,93	302,96	317,81	327,31	329,33	326,34	335,75	334,44	378,45
7	Індекс реальної заробітної плати працівників народного господарства, % до попереднього місяця	86,4	103,0	105,1	100,7	104,6	104,6	104,5	100,8	98,8	102,1	98,9	111,2
8	Грошові доходи населення, млн грн	6182	7397	8345	8540	8184	9020	9323	10039	9249	10241	10040	12275
9	Грошові витрати та заощадження, млн грн	7002	7053	7867	7728	8231	8045	8959	9335	8632	9671	9416	10340
10	Індекс цін споживчого ринку (до грудня попереднього року)	101,5	102,1	102,7	104,2	104,7	105,3	103,5	103,3	103,7	103,9	104,5	106,1
11	Грошова маса (агрегат М3)	30817	31638	33026	34092	35159	36952	37020	38275	39640	40750	41500	45580
12	Експорт товарів та послуг, млн доларів США	...	...	4945	...	...	10319	...	...	15524	...	...	21086
13	Імпорт товарів та послуг, млн доларів США	...	...	4749	...	...	9833	...	...	14863	...	...	20473
14	Коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, % (відносно обсягів експорту товарів та послуг)			15,2			13,9			13,8			14,5

Таблиця Г.7

Динаміка макроекономічних показників, що впливають на динаміку валютного курсу, за 2002 рік*

№ з/п	Показник	2002 р.											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Валовий внутрішній продукт, млн грн	14128	27540	44132	58544	75624	94249	112818	136292	159316	174036	192659	225810
2	Обсяг промислової продукції, млн грн	12154	24320	37699	51085	64320	78069	92309	106848	121923	138396	154705	171207
3	Виробництво товарів народного споживання, млн грн	2420	4860,9	7689	10827	13821	16891	20268	23605	27007	30984	34616	37933
4	Роздрібний товарооборот, млн грн	2631	5259	8206,6	11328	14468	17520	20958	24432,1	27833	31595	35077	39192
5	Обсяг реалізації платних послуг населенню, млн грн	2365	2629	2907	2869	3001	3049	3329	3195	3078	3081	2986	3245
6	Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн*	320,76	328,70	354,81	355,78	358,88	377,41	398,10	390,07	391,14	397,49	395,70	442,88
7	Індекс реальної заробітної плати працівників народного господарства, % до попереднього місяця	84,5	103,7	107,8	98,6	101,4	107,2	106,8	98,1	100,0	100,5	99,0	109,7
8	Грошові доходи населення, млн грн	10401	11966	13715	14825	13673	14395	19999	18653	18371,0	18146,0	17591	20215
9	Грошові витрати та заощадження, млн грн	11726	13201	14951	16967	14382	14890	18203	17745	17947,0	18098,0	17679	20946
10	Індекс цін споживчого ринку (до грудня попереднього року)	101	99,6	98,9	100,3	100	98,2	96,7	96,5	96,7	97,4	98,1	99,4
11	Грошова маса (агрегат М3)	43619	45030	47400	48400	48800	51200	53900	56300	57700	58700	59600	61766
12	Експорт товарів та послуг, млн доларів США			5061			10583			16618			23351
13	Імпорт товарів та послуг, млн доларів США			4664			9896			15526			21494
14	Коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, % (відносно обсягів експорту товарів та послуг)			14			12,3			12,5			12

Таблиця Г.8

Динаміка макроекономічних показників, що впливають на динаміку валютного курсу, за 2003 рік*

№ з/п	Показник	2003 р.											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Валовий внутрішній продукт, млн грн	15021	30583	51535	67249	85758	111499	125642	151123	187080	201684	226338	264165
2	Обсяг промислової продукції, млн грн	14824	30154	47487	65052	81820	99257	117741	136636	156274	177707	198413	220605
3	Виробництво товарів народного споживання, млн грн	2791	5679	9027	12647	16459	20471	24896	29267	33981	39254	43785	48336
4	Роздрібний товарооборот, млн грн	3079	6225	9895	13557	17430	21209	25590	29847	34338	39190	43546	48914
5	Обсяг реалізації платних послуг населенню, млн грн	2786	3022	3248	3447	3466	3657	3956	3960	4067	4048	4065	4277
6	Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн*	400,59	391,20	415,49	422,58	439,26	476,16	489,50	479,16	498,27	498,34	489,52	550,92
7	Індекс реальної заробітної плати працівників народного господарства, % до попереднього місяця	89,8	96,6	104,3	101,0	103,9	108,6	102,6	99,6	102,9	98,6	96,4	110,6
8	Грошові доходи населення, млн грн	12802	13227	14138	14977	15331	16553	18814	20464	21460	20443	19936	23777
9	Грошові витрати та заощадження, млн грн	12802	13227	14138	14977	15331	16553	18814	20464	21460	20443	19936	23777
10	Індекс цін споживчого ринку (до грудня попереднього року)	101,5	102,6	103,7	104,5	104,5	104,6	104,5	102,7	103,3	104,7	106,6	108,2
11	Грошова маса (агрегат М3)	62900	64900	69700	72500	73900	79000	80800	83048	86495	86856	88295	95043
12	Експорт товарів та послуг, млн доларів США			6297			13082			20559			28953
13	Імпорт товарів та послуг, млн доларів США			5573			11985			19238			27665
14	Коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, % (відносно обсягів експорту товарів та послуг)			13,1			12			12,2			11,3

Таблиця Г.9
Динаміка макроекономічних показників, що впливають на динаміку валютного курсу, за 2004 рік*

№ з/п	Показник	2004 о.											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Валовий внутрішній продукт, млн грн	19099	38330	64115	86645	109870	142704	169120	202402	242708	266448	297789	345113
2	Обсяг промислової продукції, млн грн	17433	35642	56415	76566	95648	115039	135049	156312	178777	201875	225000	248181
3	Виробництво товарів народного споживання, млн грн	3182	6474	10291	14418	18763	23337	28381	33364	38738	44750	49915	55103
4	Роздрібний товарооборот, млн грн	3843	7895	12599	17526	22805	27905	33814	39550	45527	52523	58656	67556
5	Обсяг реалізації платних послуг населенню, млн грн	3723	4028	4423	4462	4512	5129	5371	5463	5531	5502	5436	59372
6	Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн*	499,66	510,06	545,06	547,9	554,96	601,45	607,97	604,19	630,82	636,21	644,27	703,77
7	Індекс реальної заробітної плати працівників народного господарства, % до попереднього місяця	96,1	101,6	105,9	99,8	100,3	107,6	101,1	99,5	102,9	98,6	96,6	106,7
8	Грошові доходи населення, млн грн	14819	15940	17444	19333	19142	20055	22524	24818	26717	25963	27070	30557
9	Грошові витрати та заощадження, млн грн	14819	15940	17444	19333	19142	20055	22524	24818	26717	25963	27070	30557
10	Індекс цін споживчого ринку (до грудня попереднього року)	101,4	101,8	102,2	102,9	103,6	104,4	104,4	104,3	105,6	107,9	109,7	112,3
11	Грошова маса (агрегат М3)	92643	96049	101151	105104	109435	113971	117130	121476	130277	126224	125251	125801
12	Експорт товарів та послуг, млн доларів США			8717			18656			28712			39719
13	Імпорт товарів та послуг, млн доларів США			7408			15580			24404			34846
14	Коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, % (відносно обсягів експорту товарів та послуг)			12,4			10,5			10,9			11,1

Таблиця Г.10

Динаміка макроекономічних показників, що впливають на динаміку валютного курсу, за 2005 рік*

№ з/п	Показник	2005 р.											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Валовий внутрішній продукт, млн грн	24278	50064	79356	110137	140601	173482	213934	252562	297584	327650	363163	39482
2	Обсяг промислової продукції, млн грн	18897,4	38350,8	60420	81696	101578	120791	140316	161782	184498	208133	231525	255874
3	Виробництво товарів народного споживання, млн грн	3564	7251	11526	16148	21015	26137	31787	37368	43387	50120	55905	61715
4	Роздрібний товарооборот, млн грн	5265	10807	17382	24396	31532	38684	46915	55483	64070	73307	81772	91904
5	Обсяг реалізації платних послуг населенню, млн грн	4916	9924	15519	21147	26917	33310	39914	46989	53958	60926	67950	75676
6	Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн*	640,86	666,76	722,01	733,73	764,29	823,1	837,45	831,06	856,02	882,10	896,58	1019,71
7	Індекс реальної заробітної плати працівників народного господарства, % до попереднього місяця	90,3	103,0	106,5	100,8	103,5	106,9	101,4	99,2	102,5	102,0	100,6	112,6
8	Грошові доходи населення, млн грн	21023	43602	67946	95518	123413	153713	186347	220435	257310	288521	322995	365923
9	Грошові витрати та заощадження, млн грн	21023	43602	67946	95518	123413	153713	186347	220435	257310	288521	322995	365923
10	Індекс цін споживчого ринку (до грудня попереднього року)	101,7	102,7	104,4	105,1	105,7	106,4	106,7	106,7	107,1	108,1	109,4	110,3
11	Грошова маса (агрегат М3)	125726	130942	140107	146495	147896	156339	159139	164780	171011	174830	180061	194071
12	Експорт товарів та послуг, млн доларів США			10172			20757			30640			41820
13	Імпорт товарів та послуг, млн доларів США			8864			19322			28560			39720
14	Коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, % (відносно обсягів експорту товарів та послуг)			14,5			13,6			12,6			11,7

Таблиця Г.1.1
Динаміка макроекономічних показників, що впливають на динаміку валютного курсу, за 2006 рік*

№ з/п	Показник	2006 р.											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Валовий внутрішній продукт, млн грн	29844	60470	102027	128711	166587	206099	253715	300765	350558	400627	452939	535860
2	Обсяг промислової продукції, млн грн	97,1	99,4	100,2	100,4	102,4	103,6	104,8	105,4	105,5	105,3	105,6	106,2
3	Виробництво товарів народного споживання, млн грн												
4	Роздрібний товарооборот, млн грн	7582	15287	24157	33912,9	43803,9	53651,2	64547	75757,7	86864	99081	110168	123668
5	Обсяг реалізації платних послуг населенню, млн грн	6813	13584	21332	28805,7	36889,3	45687,1	55041	64499	74198	83614	93281	103812
6	Середньомісячна номінальна заробітна плата працівників народного господарства, грн*	864,91	904,62	986,65	984,29	1002,88	1063,59	1078,86	1073,1	1086,58	1088,07	1103,9	1277,06
7	Індекс реальної заробітної плати працівників народного господарства, % до попереднього місяця	84,3	102,7	109,1	99,9	101,4	105,8	100,4	99,5	99,3	97,6	99,5	114,5
8	Грошові доходи населення, млн грн	27153	57381	90905	125694	161087	199961	243089	286857	331522	357380	420240	475200
9	Грошові витрати та заощадження, млн грн	27153	57381	90905	125694	161087	199961	243089	286857	331522	357380	420240	475200
10	Індекс цін споживчого ринку (до грудня попереднього року)	101,2	101,8	99,7	99,6	100,5	100,1	100,9	100	102	102,6	101,8	100,9
11	Грошова маса (агрегат М3)	188844	191283	195304	201214	207370	214136	221536	226376	234770	238461	244097	261063
12	Експорт товарів та послуг, млн доларів США			10373			22476			36603			50239
13	Імпорт товарів та послуг, млн доларів США			11485			24063			38074			53307
14	Коефіцієнт обслуговування зовнішнього боргу, % (відносно обсягів експорту товарів та послуг)			4,00			3,90			4,00			4,40

* – <http://bank.gov.ua/>

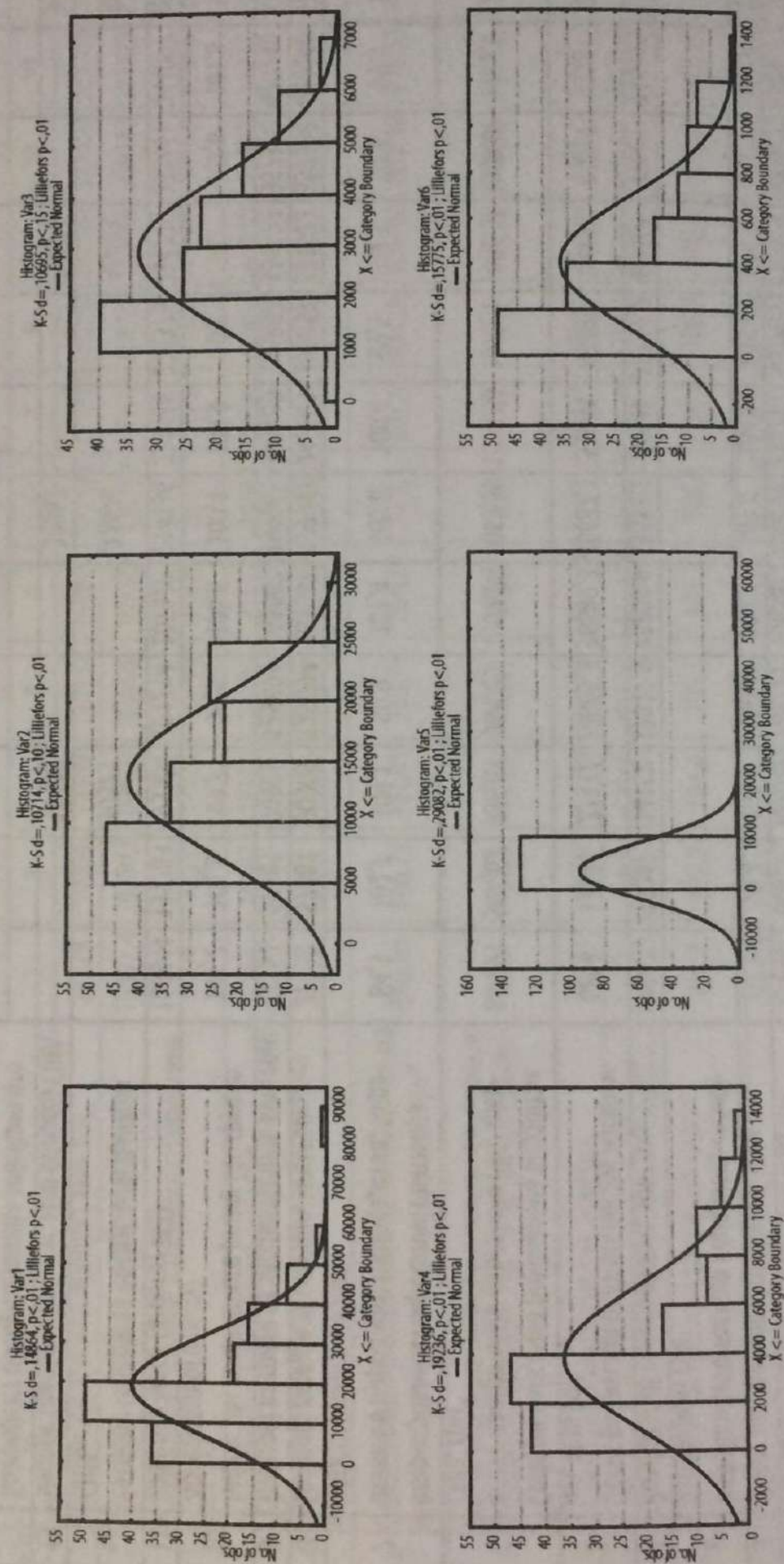


Рис. Д.1. Графік перевірки нормальності розподілу та оцінки кривих, що відображають динаміку кожного макроекономічного показника, за допомогою математичних залежностей

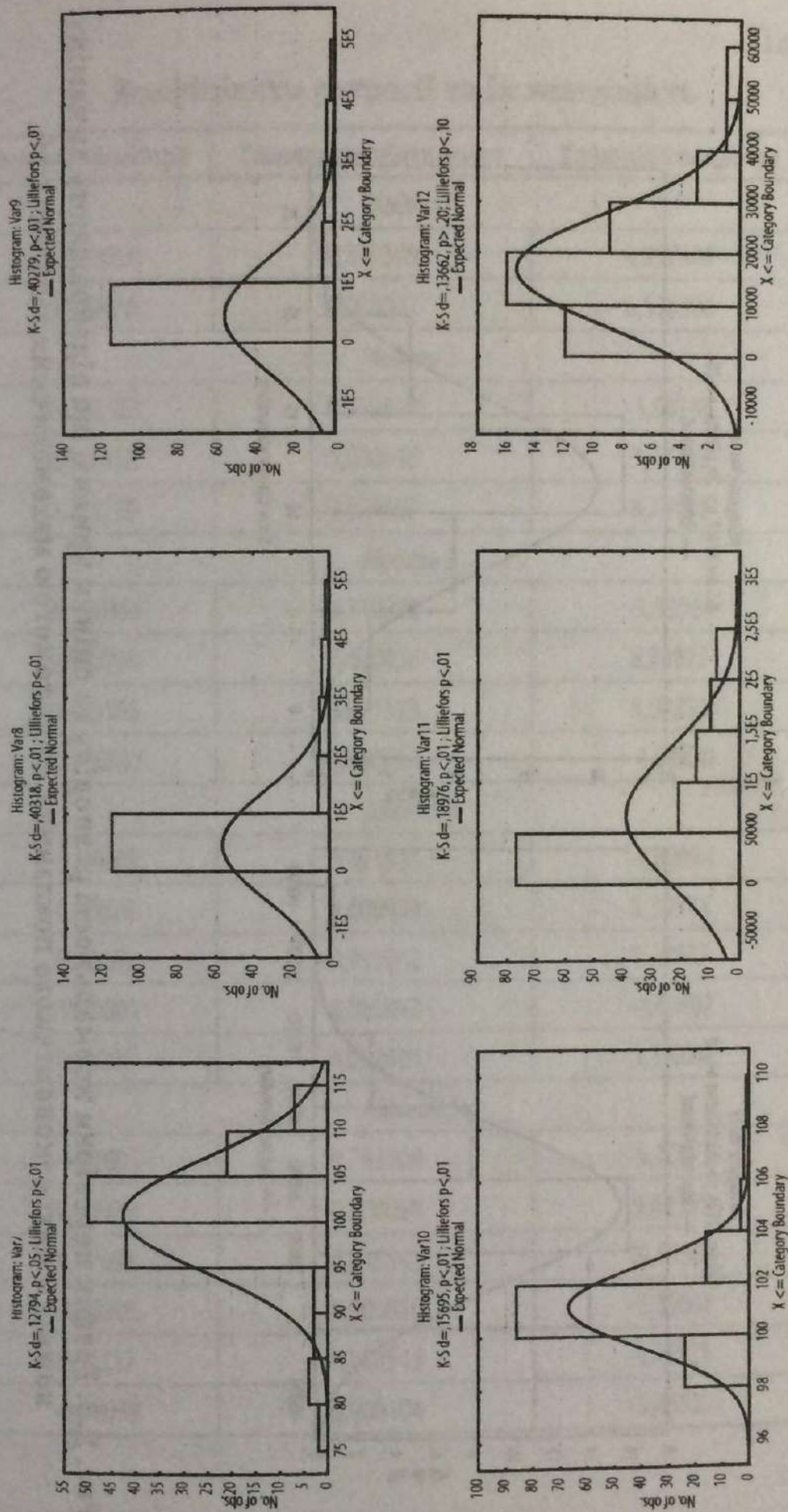


Рис. Д.2. Графік перевірки нормальності розподілу та оцінки кривих, що відображають динаміку кожного макроекономічного показника, за допомогою математичних залежностей

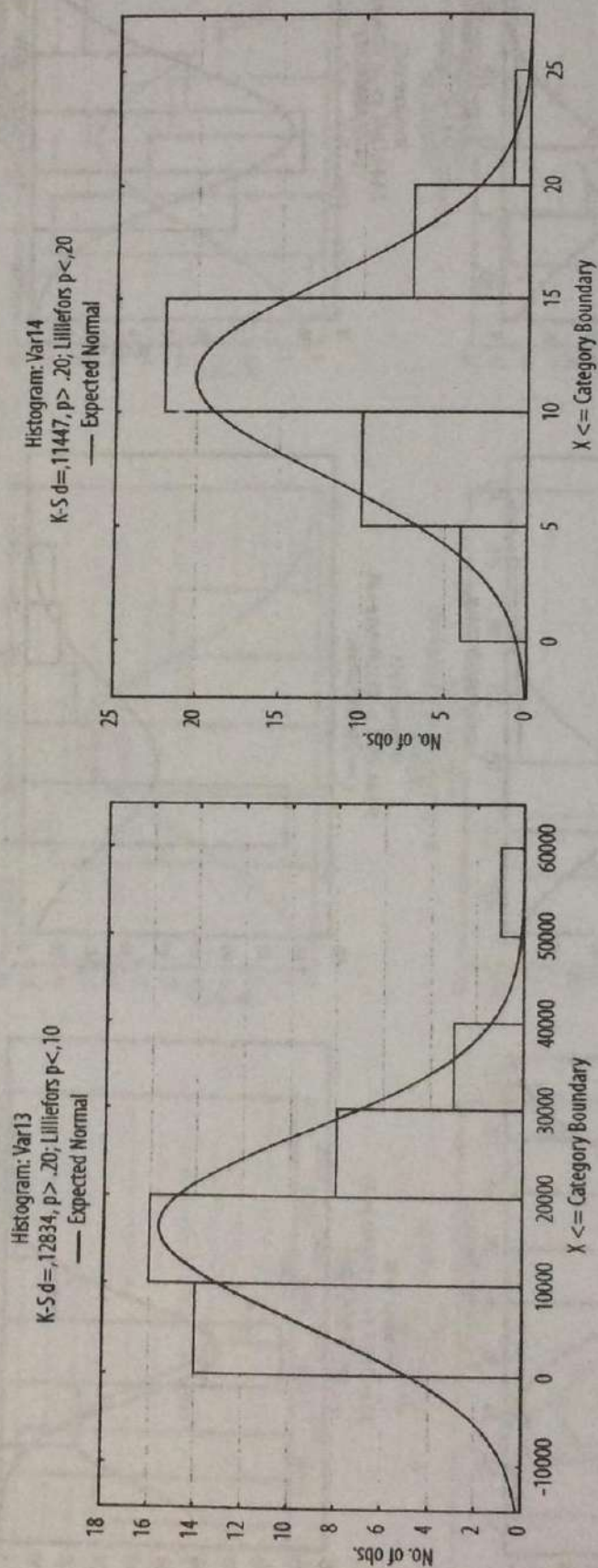


Рис. Д.3. Графік перевірки нормальності розподілу та оцінки кривих, що відображають динаміку кожного макроекономічного показника, за допомогою математичних залежностей

Додаток Ж

Таблиця Ж.1

Коефіцієнти регресії та їх значущість

	Оцінка параметра	Стандартне відхилення	Критерій Стюдента	Значущість
<i>Модель 1</i>				
Intercept	1,979537	0,399309	4,957409	0,000017
Var2	0,000178	0,000027	6,578306	0,000000
<i>Модель 2</i>				
Intercept	-0,381523	0,352653	-1,08186	0,286711
Var2	0,000153	0,000016	9,77223	0,000000
Var14	0,215750	0,024669	8,74591	0,000000
<i>Модель 3</i>				
Intercept	-0,970398	0,319248	-3,03964	0,004534
Var2	0,000298	0,000036	8,23927	0,000000
Var14	0,183565	0,021513	8,53291	0,000000
Var11	-0,000017	0,000004	-4,28930	0,000140
<i>Модель 4</i>				
Intercept	-1,84788	0,401630	-4,60094	0,000059
Var2	0,00028	0,000033	8,34374	0,000000
Var14	0,18681	0,019242	9,70837	0,000000
Var11	-0,00005	0,000012	-4,42402	0,000100
Var6	0,00836	0,002694	3,10220	0,003920
<i>Модель 5</i>				
Intercept	-1,77035	0,343108	-5,15975	0,000012
Var2	0,00028	0,000028	9,82995	0,000000
Var14	0,17901	0,016545	10,81961	0,000000
Var11	-0,00005	0,000010	-5,39668	0,000006
Var6	0,01237	0,002545	4,85921	0,000030
Var4	-0,00038	0,000104	-3,65927	0,000902

Додаток К

Таблиця К.1

Класифікація валютних рядів за допомогою показника Херста

Значення показника Херста	Назва ряду	Властивості системи, що відповідають ряду, який аналізується
$H = 0,50$	Випадковий ряд	Події випадкові та некорельовані. Права частина рівняння (2.5) обертається на нуль. Теперішній час не впливає на майбутнє. Функція щільності імовірності може бути нормальною кривою, але це не є обов'язковою умовою
$0 < H < 0,50$	Антиперсистентний ряд	Такий тип системи часто називають «повернення до середнього». Якщо система демонструє зростання в минулому, то, швидше за все, в наступному періоді почнеться спад. І навпаки, якщо було зниження, то можливий близький підйом. Сталість такої антиперсистентної поведінки залежить від того, наскільки H близьке до нуля. Чим ближче його значення до нуля, тим ближче C в рівнянні (2.5) до $-0,5$, або негативної кореляції. Такий ряд більш мінливий, або волатильний, ніж випадковий, оскільки складається з частих спадів і підйомів. Потрібно відзначити широке поширення концепції повернення до середнього в економічній і фінансовій літературі, але виявляється, що повернення до середнього властиве далеко не всім системам, а лише антиперсистентним часовим рядам
$0,50 < H < 1,0$	Персистентний або трендостійкий ряд	Якщо ряд зростає (убуває) в попередньому періоді, то, вірогідно, що він буде зберігати цю тенденцію якийсь час у майбутньому. Трендостійкість поведінки, або сила персистентності, збільшується при наближенні H до одиниці, або кореляції $C = 1$, у співвідношенні (2.5). Чим ближче H до $0,50$, тим більше зашумлений ряд і тим менш виражений його тренд. Персистентний ряд часто називають узагальненим броунівським рухом або зміщеним випадковим блуканням. Персистентні часові ряди не тільки в достатній кількості виявляються в природі (це відкриття належить Херсту), але і властиві ринкам капіталу, як показав Е. Петерс [88]

Додаток Л

АНКЕТА

Необхідно дослідити привабливість різних видів валютних операцій для чотирьох станів ринку.

Існує п'ять основних видів валютних операцій:

- операції з залучення та розміщення валютних коштів (Y_1);
- встановлення кореспондентських відносин з іноземними банками (Y_2);
- неторгові операції комерційного банку (Y_3);
- операції за міжнародними розрахунками (Y_4);
- конверсійні операції (Y_5);

Необхідно дослідити їх привабливість для таких ринків:

- 1) зростаючий ринок (R_1);
- 2) комбінаторний «падіння-зростання» ринок (R_2);
- 3) комбінаторний «зростання-падіння» ринок (R_3);
- 4) депресивний ринок (R_4).

Для дослідження привабливості необхідно для кожного виду операцій визначити ранги за таким критерієм:

- 1) найбільш приваблива операція отримує ранг рівний «1»;
- 2) якщо одна операція більш приваблива, ніж інша, вона має менший ранг.
- 3) при зменшенні привабливості ранг збільшується

Визначте, будь ласка, ранги для кожної операції

	R_1	R_2	R_3	R_4
Y_1				
Y_2				
Y_3				
Y_4				
Y_5				

Наведіть інформацію про себе:

стаж роботи в області валютних ринків _____;

освіта _____;

посада _____.

ДОДАТОК М

Функція оцінки параметрів і прогнозування ризику за допомогою методів історичного моделювання (функція `estim_HS`), EGARCH(1,1) (функція `estim_EGARCH`), моделей постійної дисперсії (функція `estim_homo`), GARCH(1,1) (функція `estim_GARCH`), експоненційного згладжування (функція `estim_RM`), «наївної» моделі (функція `estim_HS`)

Функція оцінки параметрів і прогнозування ризику за допомогою методу історичного моделювання

```
function rezultat=estim_HS(eur,okno,kvantile)
%наприклад, kvantile=0.99
%clc;
clear sig_hs;
DL=length(eur);
k=1;
for j=okno:DL
eur1=sort(abs(eur(k:j)));
%st(j,1)=round(kvantile*( j-k+1));
sig_hs(j+1,1)= abs(eur1(round(kvantile*( j-k+1))));
k=k+1;
end;
rezultat=sig_hs(1:DL,1); % сигми HS_window
```

Функція оцінки параметрів і побудови прогнозу ризику за допомогою моделі EGARCH(1,1)

```
function rezultat=estim_EGARCH(TS_ret)
global coeff errors FORECAST_EGARCH;
clear sig_mas;
DL=length(TS_ret);
sig_mas=zeros(DL,1);
spec = garchset('VarianceModel','EGARCH','P',1,'Q',1,...
'Display','off');
[coeff,errors,LLF,innovations,sigmas,summary] = ...
garchfit(spec,TS_ret);
[sigmaForecast,meanForecast,sigmaTotal] = garchpred(coeff,TS_ret(1:DL),1);
FORECAST_EGARCH=sigmaForecast;
```



```
garchdisp(coeff,errors);
rezultat=sigmas(1:DL);
```

Функція оцінки параметрів і побудови прогнозу ризику за допомогою моделі постійної дисперсії

```
function rezultat=estim_Homo(eur)
clc;
clear sig_homo1;
DL=length(eur);
for j=30:DL
sig_homo1(j,1)=std(eur(1: j-1));
end;
rezultat=sig_homo1(1:DL,1);
```

Функція оцінки параметрів і побудови прогнозу ризику за допомогою моделі GARCH

```
function rezultat=estim_GARCH(TS_ret)
%sig_mas=estim_GARCH(y(:,1))
global coeff errors FORECAST_GARCH;
clear sig_mas;
DL=length(TS_ret);
sig_mas=zeros(DL,1);
spec = garchset('VarianceModel','GARCH','P',1,'Q',1,...
'Display','off');
[coeff,errors,LLF,innovations,sigmas,summary] = ...
garchfit(spec,TS_ret);
[sigmaForecast,meanForecast,sigmaTotal] = garchpred(coeff,TS_ret(1:DL),1);
FORECAST_GARCH=sigmaForecast;
garchdisp(coeff,errors);
rezultat=sigmas(1:DL);
```

Функція оцінки параметрів і побудови прогнозу ризику за допомогою моделі RM

```
function rezultat=estim_RM(eur,lambda)
clear sig_RM1;
DL=length(eur);
```



```

ma=mean(abs(eur(1:10,1)));
sig_RM1(11,1)=ma;
for j=12:DL
    sig_RM1(j,1)=sqrt((1-lambda)*eur(j-1)*eur(j-1)+lambda*sig_RM1(j-1,1)*sig_
RM1(j-1,1));
end;
rezultat=sig_RM1(1:DL,1);

```

*Функція оцінки параметрів і побудови прогнозу ризику за допомогою
«наївної» моделі*

```

function rezultat=estim_naive(eur)
DL=length(eur);
sig_blu(299,i)=sqrt(eur(299)*eur(299));
for j=300:DL
    sig_blu(j,i)=sqrt(eur(j-1)*eur(j-1));
end;
rezultat=sig_blu(1:DL,1);

```


ДОДАТОК Н

% тест моделі GARCH

% на стабілізацію параметрів (Т-критерію значущості параметрів)

% залежно від обсягу вибірки

```

clc;
%told=cputime;
clear sigmas;
clear sig_mas;
clear sig_RM;
clear eur;
clear DL_MIN;
clear T_values;
clear coef_mas1;
EXPER=1;
%DL_max=200;
%T_values=zeros(4,DL);
DL_max=length(y);
%lambda=0.97;
lambda=0.99;
%EXPER=MY_EXPER;
REAL_EXPER=0;
sig_mas=zeros(DL_max,EXPER);
sig_RM=zeros(DL_max,EXPER);
i=1;
spec = garchset('VarianceModel','GARCH','Distribution','Gaussian','P',1,'Q',1,'D
isplay','off');
%for i=1:EXPER
% eur – це згенерований ряд
%
for DL_min=30:10:DL_max
eur=y(1:DL_min);
kurt(i)=kurtosis(eur);
REAL_EXPER=REAL_EXPER+1;

[coef,errors,LLF,innovations,sigmas,summary] = ...
garchfit(spec,eur);

```



```

coef_mas1(i,1)=coeff.GARCH;
coef_mas1(i,2)=coeff.ARCH;
%Вручну
%T_values(1,i)=coeff.GARCH/errors.GARCH;
%T_values(2,i)=coeff.ARCH/errors.ARCH;

% Одержимо коефіцієнти моделі:
f=garchdisp(coeff,errors);
% одержуємо значення Т-критерію для оцінки значущості параметрів
T_values(:,i)=f(:);
sig_mas(1:DL_min,i)=sigmas(1:DL_min); % сигми garch(1,1)
s0=std(eur);
sig_RM(1,i)=s0;
for j=2:DL_min
    sig_RM(j,i)=sqrt((1-lambda)*eur(j-1)*eur(j-1)+lambda*sig_RM(j-1,i)*sig_
RM(j-1,i));
end;
DL_MIN(i)=DL_min;
i=i+1;
end;
DL_MIN=DL_MIN';
kurt=kurt';
T_values=T_values';
%t= cputime-told;

function rezultat=estim_RM_MA(eur,lambda)
% середнє за період 10
%sig_RM=estim_RM_std(y,0.99)
clc;
clear sig_RM1;
DL=length(eur);
ma=mean(abs(eur(1:10,1)));
sig_RM1(11,1)=ma;
for j=12:DL
    sig_RM1(j,1)=sqrt((1-lambda)*eur(j-1)*eur(j-1)+lambda*sig_RM1(j-1,1)*sig_
RM1(j-1,1));

```



```
end;  
rezultat=sig_RM1(1:DL,1);  
  
function rezultat=estim_RM_std(eur,lambda)  
%sig_RM=estim_RM_std(y,0.99)  
clc;  
clear sig_RM1;  
DL=length(eur);  
sig_RM1(1:10,1)=0;  
sig_RM1(11,1)=std(abs(eur(1:10)));  
for j=12:DL  
sig_RM1(j,1)=sqrt((1-lambda)*eur(j-1)*eur(j-1)+lambda*sig_RM1(j-1,1)*sig_  
RM1(j-1,1));  
end;  
rezultat=sig_RM1(1:DL,1);  
  
function rezultat=estim_RM(eur,lambda)  
clc;  
clear sig_RM1;  
DL=length(eur);  
sig_RM1(1)=abs(eur(1));  
for j=2:DL  
sig_RM1(j,1)=sqrt((1-lambda)*eur(j-1)*eur(j-1)+lambda*sig_RM1(j-1,1)*sig_  
RM1(j-1,1));  
end;  
rezultat=sig_RM1(1:DL,1)
```


ДОДАТОК П

Процедура modelling1 ексцес 2.7 – 3.6 % моделювання даних

```
clear y;  
clear kurt;  
clear y_sum;  
clear y_kurt;
```

```
%параметри:
```

```
%1) DL - обсяг вибірки;
```

```
%2) kurt - ексцес вибірки;
```

```
%coeff_P=0.25;
```

```
%coeff_Q=0.7;
```

```
%3) гетероскедастичність;
```

```
%
```

```
%Білий шум
```

```
%randn('state',0)
```

```
%y=randn(1000,100);
```

```
EXPER=100;
```

```
DL=2000;
```

```
%coeff_P=0.25;
```

```
%coeff_Q=0.7;
```

```
coeff_P=0.05;
```

```
coeff_Q=0.9;
```

```
%coeff_P=0.3;
```

```
%coeff_Q=0.3;
```

```
for i=1:EXPER
```

```
y1=myarch(0,0.2,coeff_P,coeff_Q,DL);
```

```
% поки y < 10-повторювати щоб був y > 10
```

```
while (kurtosis(y1) < 2.7 | kurtosis(y1) > 3.6)
```



```

y1=myarch(0,0.2,coeff_P,coeff_Q,DL);
end;
y(:,i)=y1;
y_kurt(i)=kurtosis(y(:,i));
i
end;

```

Процедура modelling1 ексцес 3.6-6

```
% моделювання даних
```

```
clear y;
```

```
clear kurt;
```

```
clear y_sum;
```

```
clear y_kurt;
```

```
%параметри:
```

```
%1) DL - обсяг вибірки;
```

```
%2) kurt - ексцес вибірки;
```

```
%coeff_P=0.25;
```

```
%coeff_Q=0.7;
```

```
%
```

```
%Білий шум
```

```
%randn('state',0)
```

```
%y=randn(1000,100);
```

```
EXPER=100;
```

```
DL=2000;
```

```
coeff_P=0.25;
```

```
coeff_Q=0.7;
```

```
%coeff_P=0.05;
```

```
%coeff_Q=0.9;
```

```
%coeff_P=0.3;
```



```
%coeff_Q=0.3;

for i=1:EXPER

y1=myarch(0,0.2,coeff_P,coeff_Q,DL);
% поки y < 10-повторювати щоб був y > 10
while (kurtosis(y1)<3.6 | kurtosis(y1)>6)
y1=myarch(0,0.2,coeff_P,coeff_Q,DL);
end;
y(:,i)=y1;
y_kurt(i)=kurtosis(y(:,i));
i
end;

%процедура modelling1 ексцес >6
% моделювання даних
clear y;
clear kurt;
clear y_sum;
clear y_kurt;

%параметри:
%1) DL - обсяг вибірки;
%2) kurt - ексцес вибірки;
%coeff_P=0.25;
%coeff_Q=0.7;
%

%Білий шум
%randn('state',0)
%y=randn(1000,100);
EXPER=100;
DL=2000;

coeff_P=0.25;
```



```

coeff_Q=0.7;

%coeff_P=0.05;
%coeff_Q=0.9;

%coeff_P=0.3;
%coeff_Q=0.3;

for i=1:EXPER

y1=myarch(0,0.2,coeff_P,coeff_Q,DL);
% поки y < 10-повторювати щоб був y > 10
while kurtosis(y1)<6
y1=myarch(0,0.2,coeff_P,coeff_Q,DL);
end;
y(:,i)=y1;
y_kurt(i)=kurtosis(y(:,i));
i
end;

% Функція моделювання GARCH-процесу
function y=myarch(y0,const,alpha1,alpha2,T)
%y=myarch(y0,const,alpha1,Garch_alpha2,T)Returns a first
%order ARCHprocessy,withparametersy0,
%alpha0,alpha1,fort=1,...,T.Andgivesa
%plot of the evolution of the process.
%Example:
%y=myarch(0,0.2,0.05,0.9,1000);
%Create a vector of normal random errors
e=randn(1,T);
%Initialize the vector for y and the
%variance
y=zeros(1,T);
var=zeros(1,T+1);
%Create the initial value for the variance

```



```
%at t=1
var(1)=const+alpha1*y0;
%Obtain the value of y for Tsteps
for t=1:T
y(t)=e(t)*sqrt(var(t));
var(t+1)=const+alpha1*y(t)^2+alpha2*var(t);
end
%Resize the var vector so it has only Tvalues
var=var(1:T);
%Make a plot for the y process
%x=0:T;%Indexesfortheaxis
%y=[y0 y];%Includethevalueforyatt=0
%ymax=max(abs(y));%Limitsfortheyaxis
%plot(x,y)axis([0 T-1.2*ymax1.2*ymax])
y=y'; % транспонування для подальшого використання
```


ДОДАТОК Р

```
function rezultat=WindowOptimizationHS(eur,kvantile)
```

```
%clc;
```

```
%N=251;
```

```
N=26;
```

```
REAL_EXPER=1;
```

```
clear sig_HS;
```

```
clear K1_LF1q_95;
```

```
clear Lambdas;
```

```
clear okno_s;
```

```
clear opt_lambda2;
```

```
flag=0;% перше оптимальне значення знайдене
```

```
Lambdas(1:N,1)=0;
```

```
K1_LF1q_95(1:N,1)=0;
```

```
DL=length(eur);
```

```
i=1;
```

```
for okno=50:10:300
```

```
%оцінювання
```

```
sig_HS=estim_HS(eur,okno,kvantile);
```

```
%тест за критеріями
```

```
for j=200:DL
```

```
if abs(eur(j))>abs(sig_HS(j,i))
```

```
% K4_PrevRM95(REAL_EXPER,1)=K4_PrevRM95(REAL_EXPER,1)+1;
```

```
K1_LF1q_95(REAL_EXPER,1)=K1_LF1q_95(REAL_EXPER,1)+(abs(eur(j))-  
abs(sig_HS(j,i)));
```

```
% K2_LF2q_95(REAL_EXPER,1)=K2_LF2q_95(REAL_EXPER,1)+(abs(eur(j))-  
abs(sig_HS(j,i)))/(abs(sig_HS(j,i)));
```

```
end;
```

```
%невикористаний капітал
```



```

% if abs(eur(j))<abs(sig_HS(j,i))
%   K3_LF3q_95(REAL_EXPER,1)=K3_LF3q_95(REAL_EXPER,1)+(abs(sig_
HS(j,i))-abs(eur(j)));
% end;

end;%Тестування

okno_s(REAL_EXPER,1)=okno;
REAL_EXPER=REAL_EXPER+1;
end;

min_LF1=min(K1_LF1q_95);
opt_lambda2=okno_s(find(K1_LF1q_95==min_LF1));
if length(opt_lambda2)>1
    opt_lambda2=opt_lambda2(1);
end;
%opt_lambda2;
rezultat=opt_lambda2;
function rezultat=LambdaOptimization(TS_ret1,k_real1)
%optimizing RM; ver.1.0
%clc;
clear opt_lambda2;
clear sig_RM1;
clear K1_LF1q_95;
clear K2_LF2q_95;
clear K3_LF3q_95;
clear K4_PrevRM95;
clear K5_Prirost_LF1;
clear K6_Prirost_LF3;
clear Lambdas;
clear K7_rmse2_RM;
clear opt_lambda2;
%global K1_LF1q_95;
REAL_EXPER=1;
flag=0;% перше оптимальне значення знайдене

```



```

N=90;
%K7_rmse2_RM=zeros(1:N,1);
mse2_RM=0;
Lambdas(1:N,1)=0;
K1_LF1q_95(1:N,1)=0;
K2_LF2q_95(1:N,1)=0;
K3_LF3q_95(1:N,1)=0;
K4_PrevRM95(1:N,1)=0;
K5_Priost_LF1(1:N,1)=0;

eur=TS_ret1;
DL=length(eur);
i=1;
%n1= DL-200+1;
%забрати коментар у випадку використання k.
%k_real1=1.6448;
%Вибір оптимального коеф. lambda
lambda_opt=0;
for lambda=0.1:0.01:0.99

    ma=mean(abs(eur(1:10,1)));
    sig_RM1(11,1)=ma;
    %оцінювання
    for j=12:DL
        sig_RM1(j,i)=sqrt((1-lambda)*eur(j-1)*eur(j-1)+lambda*sig_RM1(j-1,i)*sig_RM1(j-1,i));
    end;

    %тест за критеріями
    for j=100:DL
        if abs(eur(j))>abs(sig_RM1(j,i)*k_real1)
            %K4_PrevRM95(REAL_EXPER,1)=K4_PrevRM95(REAL_EXPER,1)+1;
            K1_LF1q_95(REAL_EXPER,1)=K1_LF1q_95(REAL_EXPER,1)+(abs(eur(j))-abs(sig_RM1(j,i)*k_real1));
            %K2_LF2q_95(REAL_EXPER,1)=K2_LF2q_95(REAL_EXPER,1)+(abs(eur(j))-abs(sig_RM1(j,i)*k_real1))/(abs(sig_RM1(j,i)*k_real1));

```



```

end;
%невикористаний капітал
%if abs(eur(j))<abs(sig_RM1(j,i)*k_real1)
    % K3_LF3q_95(REAL_EXPER,1)=K3_LF3q_95(REAL_EXPER,1)+(abs(sig_
RM1(j,i)*k_real1)-abs(eur(j)));
%end;

end;%Тестування

%for j=200:DL
    %mse2_RM=mse2_RM+power((sig_RM1(j,i)*sig_RM1(j,i)-eur(j)*eur(j)),2);
%end
%mse2_RM=mse2_RM/n1;

%K7_rmse2_RM(REAL_EXPER,1)=power(mse2_RM,0.5);

%if lambda>0.1 & flag==0
    %if K1_LF1q_95(REAL_EXPER,1)<K1_LF1q_95(REAL_EXPER-1,1) lambda_
opt=lambda;
    % if K1_LF1q_95(REAL_EXPER,1)>K1_LF1q_95(REAL_EXPER-1,1) lambda_
opt= lambda-0.01;
    % flag=1;
    % lambda_opt
    % end;
    %if (K7_rmse2_RM(REAL_EXPER,1)>K7_rmse2_RM(REAL_ EXPER-1,1))
lambda_opt= lambda-0.01;
    % flag=1;
    % lambda_opt
    % end;
%end;

    %K2_LF2q_95(REAL_EXPER,1)=K2_LF2q_95(REAL_EXPER,1)/K4_
PrevRM95(REAL_EXPER,1);
    Lambdas(REAL_EXPER,1)=lambda;
    REAL_EXPER=REAL_EXPER+1;
end;

```



```

%Lambdas
%Прирости двох критеріїв
% for i=2:N
%   K5_Prirost_LF1(i-1,1)=K1_LF1q_95(i,1)-K1_LF1q_95(i-1,1);
%   K6_Prirost_LF3(i-1,1)=K3_LF3q_95(i,1)-K3_LF3q_95(i-1,1);
% end;
%min_RMSE=min(K7_rmse2_RM);
%opt_lambda=Lambdas(find(K7_rmse2_RM==min_RMSE));
%disp('index min_RMSE');
%find(K7_rmse2_RM==min_RMSE)
%disp('min_RMSE');
%opt_lambda
min_LF1=min(K1_LF1q_95);
opt_lambda2=Lambdas(find(K1_LF1q_95==min_LF1));
%opt_lambda2
rezultat=opt_lambda2;

```

Функція оптимізації за критерієм Real

```
function rezultat=OptimizingRiskModel2S(eur5,sig_RM5,alfa5,begin1)
```

```
%global k_Real5 k_mas;
```

```
%Optimizing Real5 %.Одержуємо реальне значення k.
```

```
%alfa=0.05 і т.д.
```

```
%eur5=
```

```
Real_EXPER=1;
```

```
clear y_modul;
```

```
clear y_sum_all;
```

```
clear LF1q_95;
```

```
clear Real5;
```

```
clear k_mas;
```

```
LF1q_95(1:10000,1)=0;
```

```
y_sum_all=0;
```

```
%eur5=y(:,1);
```

```
DL=length(eur5);
```



```

%begin1=100;
%begin1=1000;
%Розрахунок суми модулів
y_modul=abs(eur5);
y_sum=0;
%for ij=400:DL
for ij=begin1:DL
    y_sum=y_sum+y_modul(ij);
end;
y_sum_all=y_sum_all+y_sum;
i=1;
%пошук оптимального k
%Від 1 до 5
step=0.1;
for k=0:step:10
    %Розрахунок критерію LF1
    for j=begin1:DL
        if abs(eur5(j))>abs(sig_RM5(j)*k)
            LF1q_95(Real_EXPER,1)=LF1q_95(Real_EXPER,1)+(abs(eur5(j))-abs(sig_
RM5(j)*k));

        end;
    end;%DL
    %step=0.1;
    %Розрахунок реального значення %
    Real5(Real_EXPER,1)=LF1q_95(Real_EXPER,1)/y_sum_all;
    k_mas(Real_EXPER,1)=k;

    if Real5(Real_EXPER,1)<alfa5 k_Real5=k_mas(Real_EXPER,1);
        %k_Real5
        %Real5
        rezultat=k_Real5;
        %Real_EXPER
        break; end;

```



```

Real_EXPER=Real_EXPER+1;
end;
Real_EXPER=1;
clear LF1q_95;
clear Real5;
clear k_mas;
LF1q_95(1:10000,1)=0;
%Dругий прохід
step=0.01;
k_Real5=k_Real5-0.1;
for k=k_Real5:step:10
    %Розрахунок критерію LF1
    for j=begin1:DL
        if abs(eur5(j))>abs(sig_RM5(j)*k)

            LF1q_95(Real_EXPER,1)=LF1q_95(Real_EXPER,1)+(abs(eur5(j))-abs(sig_
RM5(j)*k));

        end;
    end;%DL
    %step=0.1;
    %Розрахунок реального значення %
    Real5(Real_EXPER,1)=LF1q_95(Real_EXPER,1)/y_sum_all;
    k_mas(Real_EXPER,1)=k;
    %k_mas
    % перевірка
    %спуск - з найбільшого значення до реального
    %Real_EXPER-1 буде значення 0.05, небагато більше

    if Real5(Real_EXPER,1)<alfa5 k_Real5=k_mas(Real_EXPER,1);
        %k_Real5
        %Real5
        rezultat=k_Real5;
        %Real_EXPER
        break; end;

```



```
Real_EXPER=Real_EXPER+1;
end;
```

```
%третій прохід
```

```
Real_EXPER=1;
```

```
clear LF1q_95;
```

```
clear Real5;
```

```
clear k_mas;
```

```
LF1q_95(1:10000,1)=0;
```

```
step=0.001;
```

```
k_Real5=k_Real5-0.01;
```

```
for k=k_Real5:step:10
```

```
    %Розрахунок критерію LF1
```

```
    for j=begin1:DL
```

```
        if abs(eur5(j))>abs(sig_RM5(j)*k)
```

```
            LF1q_95(Real_EXPER,1)=LF1q_95(Real_EXPER,1)+(abs(eur5(j))-abs(sig_
RM5(j)*k));
```

```
        end;
```

```
    end;%DL
```

```
%Розрахунок реального значення %
```

```
Real5(Real_EXPER,1)=LF1q_95(Real_EXPER,1)/y_sum_all;
```

```
k_mas(Real_EXPER,1)=k;
```

```
% перевірка
```

```
%спуск - з найбільшого значення до реального
```

```
%Real_EXPER-1 буде значення 0.05, небагато більше
```

```
if Real5(Real_EXPER,1)<alfa5 k_Real5=k_mas(Real_EXPER-1,1);
```

```
    rezultat=k_Real5;
```



```

    return; end;
Real_EXPER=Real_EXPER+1;
end;
Функція оптимізації за рівнем значущості
function                                rezultat=OptimizingRiskModel_oneside(eur5,sig_
RM5,alfa5,level,begin)
    % level=1.6448
    %global k_Real5 k_mas;
    %Optimizing Real5 %.Одержуємо реальне значення k.
    %alfa=0.05 і т.д.
    %eur5=
    Real_EXPER=1;
    clear y_modul;
    clear y_sum_all;
    clear LF1q_95;
    clear Real5;
    clear k_mas;
    clear R_conf;
    LF1q_95(1:20000,1)=0;
    flag=0;
    y_sum_all=0;
    k_Real5=0;
    %eur5=y(:,1);
    DL=length(eur5);
    %begin=100;
    %begin=1000;
    %Розрахунок суми модулів
    y_modul=abs(eur5);
    y_sum=0;
    %for ij=400:DL
    for ij=begin:DL
        y_sum=y_sum+y_modul(ij);
    end;
    y_sum_all=y_sum_all+y_sum;
    i=1;

```



```

%пошук оптимального k
%від 1 до 5
step=0.1;
itogprev=0;
for k=0:step:10
    %Розрахунок критерію LF1
    itogprev=0;
    for j=begin+1:DL
        if eur5(j)>0
            if abs(eur5(j))>abs(sig_RM5(j)*k)

                %LF1q_95(Real_EXPER,1)=LF1q_95(Real_EXPER,1)+(abs(eur5(j))-abs(sig_
RM5(j,i)*k));
                itogprev=itogprev+1;
            end;
        end;
    end;%DL
    %LF1q_95(Real_EXPER,1)=LF1q_95(Real_EXPER,1)+popravka;
    %step=0.1;
    %Розрахунок реального значення %
    Real5(Real_EXPER,1)=itogprev/(j-begin);
    k_mas(Real_EXPER,1)=k;

    if Real5(Real_EXPER,1)<alfa5 k_Real5=k_mas(Real_EXPER,1);
        %k_Real5
        %Real5
        rezultat=k_Real5;
        flag=1;
        %Real_EXPER
        break; end;
    Real_EXPER=Real_EXPER+1;
end;
%Real5(Real_EXPER,1);
if flag==0 k_Real5=level; end;

```



```

step=0.01;
flag=0;
itogprev=0;
k_Real5=k_Real5-0.1;
for k=k_Real5:step:10
    %Розрахунок критерію LF1
    itogprev=0;
    for j=begin+1:DL
        if eur5(j)>0
            if abs(eur5(j))>abs(sig_RM5(j)*k)

                %LF1q_95(Real_EXPER,1)=LF1q_95(Real_EXPER,1)+(abs(eur5(j))-abs(sig_
RM5(j,i)*k));
                itogprev=itogprev+1;
            end;
        end;
    end;%DL
    %LF1q_95(Real_EXPER,1)=LF1q_95(Real_EXPER,1)+popravka;
    %step=0.1;
    %Розрахунок реального значення %
    Real5(Real_EXPER,1)=itogprev/(j-begin);
    k_mas(Real_EXPER,1)=k;
    %k_mas
    if Real5(Real_EXPER,1)<alfa5 k_Real5=k_mas(Real_EXPER,1);
        %k_Real5
        %Real5
        rezultat=k_Real5;
        flag=1;
        %Real_EXPER
        break; end;
    Real_EXPER=Real_EXPER+1;
end;
%Real5(Real_EXPER,1);
if flag==0 k_Real5=level; end;

```



```

step=0.001;
flag=0;
itogprev=0;
k_Real5=k_Real5-0.01;
for k=k_Real5:step:10
    %Розрахунок критерію LF1
    itogprev=0;
    for j=begin+1:DL
        if eur5(j)>0
            if abs(eur5(j))>abs(sig_RM5(j)*k)

                %LF1q_95(Real_EXPER,1)=LF1q_95(Real_EXPER,1)+(abs(eur5(j))-abs(sig_
RM5(j,i)*k));
                itogprev=itogprev+1;
            end;
        end;
    end;%DL
    %LF1q_95(Real_EXPER,1)=LF1q_95(Real_EXPER,1)+popravka;
    %step=0.1;
    %Розрахунок реального значення %
    Real5(Real_EXPER,1)=itogprev/(j-begin);
    k_mas(Real_EXPER,1)=k;
    if Real5(Real_EXPER,1)<alfa5 k_Real5=k_mas(Real_EXPER,1);
        %k_Real5
        %Real5
        rezultat=k_Real5;
        flag=1;
        %Real_EXPER
        break; end;
    Real_EXPER=Real_EXPER+1;
end;
%Real5(Real_EXPER,1);
if flag==0 k_Real5=level; end;
return;

```


ДОДАТОК С

Таблиця С.1

Результати оцінки ефективності моделей і методів прогнозу ризику
для даних з ексцесом k [2,75; 3,6]

	%	GARCH	RM	Номо	Bluzhd	HS
LF1	95	8280,9	8817,1	9038,9	43246	7230,6
	97,5	3738,7	4153,9	4398,6	36998	3726,3
	99	1333,3	1617,2	1790,6	31608	1780,6
	99,5	610,2	831,79	939,06	28734	1287,5
	99,75	288,05	439,39	513,64	26464	710,67
	середнє	2850,23	3171,876	3336,16	33410	2947,134
LF2	95	0,25212	0,26665	0,27421	12,099	0,2191
	97,5	0,19257	0,20662	0,21542	11,617	0,18401
	99	0,14196	0,16454	0,16756	11,221	0,15933
	99,5	0,12156	0,14333	0,14816	11,031	0,15121
	99,75	0,11116	0,13	0,13761	10,858	0,13939
	середнє	0,163874	0,182228	0,188592	11,3652	0,170608
LF3	95	176750	175910	177750	145820	377080
	97,5	234940	233520	235890	189680	465670
	99	305430	303580	306230	242520	564210
	99,5	354280	351590	354990	279240	609600
	99,75	400150	396830	400790	313870	698940
	середнє	294310	292286	295130	234226	543100
ItogPrev	95	100,38	105,16	100,92	346,12	89,8
	97,5	49,84	54,45	52,47	298,08	48,52
	99	20,33	22,91	23,13	256,15	24,1
	99,5	9,83	12,54	12,39	233,22	17,79
	99,75	4,66	6,82	6,69	215,66	9,87
	середнє	37,008	40,376	39,12	269,846	38,016
Real	0,05	0,05202	0,055388	0,056782	0,27166	0,028327
	0,025	0,023486	0,026095	0,027632	0,23242	0,014598
	0,01	0,008376	0,010159	0,011248	0,19856	0,006976
	0,005	0,003833	0,005225	0,005899	0,18051	0,005044
	0,0025	0,00181	0,00276	0,003227	0,16625	0,002784
	середнє	0,017905	0,019925	0,020958	0,20988	0,011546

Результати оцінки ефективності моделей і методів прогнозу ризику
для даних з екссесом k [3,6; 6]

	%	GARCH	RM	Homo	Bluzhd	HS
LF1	95	7258,4	8826,1	10504	34334	9380,7
	97,5	3312,4	4443,6	6261,1	28973	5279,2
	99	1204,9	1919,5	3485,2	24482	2690,6
	99,5	580,22	1082,8	2352	22124	1973,6
	99,75	288,05	620,86	1639,8	20303	1122,7
	середнє	2528,794	3378,572	4848,42	26043,2	4089,36
LF2	95	0,25709	0,30443	0,36883	14,343	0,29368
	97,5	0,1953	0,24359	0,31593	13,945	0,25044
	99	0,14952	0,19167	0,27319	13,613	0,21593
	99,5	0,12898	0,17145	0,24632	13,464	0,20923
	99,75	0,11639	0,15266	0,23065	13,372	0,19043
	середнє	0,169456	0,21276	0,286984	13,7474	0,231942
LF3	95	155310	152980	170580	124080	360630
	97,5	206380	201180	223660	162560	458760
	99	268200	260780	287490	209020	583240
	99,5	311050	302840	331650	241310	644190
	99,75	351270	342340	373150	271770	767110
	середнє	258442	252024	277306	201748	562786
ItogPrev	95	99,9	115,16	96,36	337,27	99,08
	97,5	50,52	64,4	56,42	287,54	56,39
	99	20,27	31,54	30,69	245,12	29,3
	99,5	10,2	18,51	20,79	222,19	21,15
	99,75	5,11	11,25	14,22	203,92	11,73
	середнє	37,2	48,172	43,696	259,208	43,53
Real	0,05	0,05211	0,063364	0,075409	0,24649	0,042181
	0,025	0,023781	0,031902	0,04495	0,20801	0,023738
	0,01	0,00865	0,01378	0,025021	0,17576	0,012098
	0,005	0,004166	0,007774	0,016885	0,15883	0,008874
	0,0025	0,002068	0,004457	0,011773	0,14576	0,005048
	середнє	0,018155	0,024255	0,034808	0,18697	0,018388

**Результати оцінки ефективності моделей і методів прогнозу ризику
для даних з ексцесом k [6; 18]**

	%	GARCH	RM	Homo	Bluzhd	HS
LF1	95	7884	10225	15785	34902	14105
	97,5	3589,3	5367,9	11589	29169	8732,4
	99	1259,4	2409,3	8413,5	24430	4901,1
	99,5	582,82	1415,6	6892	21994	3482,8
	99,75	264,35	807,26	5774,5	20131	2323,1
	середнє	2715,974	4045,012	9690,8	26125,2	6708,88
LF2	95	0,25744	0,31928	0,58934	8,7236	0,34693
	97,5	0,19444	0,25517	0,54997	8,4545	0,30105
	99	0,14446	0,20744	0,52069	8,2256	0,25327
	99,5	0,12311	0,18952	0,49766	8,1109	0,23437
	99,75	0,10303	0,16809	0,48015	8,0182	0,21976
	середнє	0,164496	0,2279	0,527562	8,30656	0,271076
LF3	95	163550	161240	215710	129890	406870
	97,5	217280	212170	278010	170550	531270
	99	282360	274260	352100	219720	672910
	99,5	327540	318900	403130	253950	793630
	99,75	369940	360100	450970	286240	1015600
	середнє	272134	265334	339984	212070	684056
ItogPrev	95	99,83	123,62	81,22	337,78	114,31
	97,5	50,54	71,3	53,7	286,58	68,61
	99	20,44	35,39	34,74	243,14	40,13
	99,5	10,09	21,1	26,91	219,98	27,04
	99,75	5,11	13,13	21,45	201,96	16,28
	середнє	37,202	52,908	43,604	257,888	53,274
Real	0,05	0,053498	0,069382	0,10711	0,23684	0,059855
	0,025	0,024356	0,036425	0,07864	0,19793	0,037058
	0,01	0,008546	0,016349	0,057091	0,16577	0,020799
	0,005	0,003955	0,009606	0,046767	0,14924	0,01478
	0,0025	0,001794	0,005478	0,039184	0,1366	0,009859
	середнє	0,01843	0,027448	0,065758	0,177276	0,02847

**Результати оцінки ефективності моделей і методів прогнозу ризику
для даних, що представляють собою білий шум**

	%	GARCH	RM	Homo	Bluzhd	HS
LF1	95	4266,2	4394,5	4318,1	22568	3299,2
	97,5	1953,4	2056,9	1986,7	19366	1621
	99	726,61	784,79	744,8	16580	744,8
	99,5	354,67	392,01	367,45	15098	544,64
	99,75	170,41	202,93	178,11	13935	267,56
	середнє	1494,258	1566,226	1519,032	17509,4	1295,44
LF2	95	0,25778	0,26655	0,25928	9,7863	0,20528
	97,5	0,1983	0,20389	0,1996	9,3277	0,17034
	99	0,15294	0,16005	0,15368	8,9632	0,1466
	99,5	0,12879	0,13726	0,13101	8,7883	0,13763
	99,75	0,10995	0,12199	0,11091	8,6397	0,12124
	середнє	0,169552	0,177948	0,170896	9,10104	0,156218
LF3	95	88970	89215	88746	74265	189250
	97,5	118250	118500	117950	96332	232920
	99	153730	153940	153350	122900	284020
	99,5	178320	178520	177900	141390	306610
	99,75	201390	201690	200930	158830	347230
	середнє	148132	148373	147775,2	118743,4	272006
ItogPrev	95	100,36	101,98	101,33	349,6	84,87
	97,5	50,14	52,59	50,85	302,22	44,49
	99	20,37	21,64	20,87	260,08	21,52
	99,5	10,66	11,44	10,91	236,88	16,35
	99,75	5,5	6,18	5,73	218,86	8,47
	середнє	37,406	38,766	37,938	273,528	35,14
Real	0,05	0,053145	0,054743	0,053792	0,28113	0,025745
	0,025	0,024334	0,025623	0,024749	0,24125	0,01265
	0,01	0,009052	0,009776	0,009278	0,20655	0,005812
	0,005	0,004418	0,004883	0,004578	0,18808	0,00425
	0,0025	0,002123	0,002528	0,002219	0,17359	0,002088
	середнє	0,018614	0,019511	0,018923	0,21812	0,010109

ДОДАТОК Т

%оцінка VaR за удосконаленим методом

%оптимізація для кожного ряду з вікном 250

% розподіл на новий sRM

clc;

%квантилі нормального розподілу

% kv95=1.6448;

% kv_level95=0.05;

% kv95=2.326;

% kv_level95=0.01;

% kv95=1.9599;

% kv_level95=0.025;

kv95=2.575;

kv_level95=0.005;

% kv95=2.807;

% kv_level95=0.0025;

clear sRM95;

clear var;

%сьогоднішні спостереження

begin=1500;

begin= begin-250;

%спостереження 250 днів назад - початок

%begin=1630;

%begin=1860;

%begin=2408;

begin=2000;

DL=length(eur);

okno=1500;


```
%lambda95=LambdaOptimization(eur(1:begin),kv95);
lambda95=0.99;
clear sRM95;
flagprev=0;
PopravkaRM=0;
%попередня оцінка sigma RM
%95
% для прискорення адаптації:
sRM95=0;
ma=mean(abs(eur(1:20)));
sRM95(21)=ma;
for j=22:(begin-1)
sRM95(j)=sqrt((1-lambda95)*eur(j-1)*eur(j-1)+lambda95*sRM95(j-1)*sRM95(
j-1));
%переоцінка lambda
%.....
end;
sum_mod_step=0;
Prev=0;
s3=0;
flag1=0;
flag2=0;
flag1_2=0;
LF1=0;
LF2=0;
LF3=0;
R_Conf=0;
var=0;
R_step=0;
LF2_mas=0;
LF1_mas=0;
Prev_NEED=0;
LF1_level_NEED=0;
R_Conf_step=0;
A_Kvantile=0;
```



```

r_i=1;
Popravka=0;
PopravkaRM=0;
PopravkaRM1=0;
cr_level_alfa=0;
cr_level=0;
j= begin-1;
LF1_level=0;
cr_level_alfa=0;
DEBUG_MAS=0;
cr_level=0;
flag_popravka=0;
% Оптимізація за рівнем помилок
kv95_3_1=OptimizingRiskModel2S(eur( j-1000;j-750),sRM95( j-1000;j-
750),kv_level95,1);
kv95_3_2=OptimizingRiskModel2S(eur( j-750;j-500),sRM95( j-750;j-500),kv_
level95,1);
kv95_3_3=OptimizingRiskModel2S(eur( j-500;j-250),sRM95( j-500;j-250),kv_
level95,1);
kv95_3_4=OptimizingRiskModel2S(eur( j-250;j),sRM95( j-250;j),kv_
level95,1);

% Оптимізація за рівнем значущості

%kv95_4_4=OptimizingRiskModel_oneside(eur(750:1000),sRM95(750:1000),
kv_level95,kv95,11);
kv95(1)=max([kv95_3_1,kv95_3_2,kv95_3_3,kv95_3_4]);
kv95_begin=kv95(1);

%kv95(1)=1.6448;
A_Kvantile(r_i,1)=kv95(1);

if kv95(1)<kv95 kv95(1)=kv95; end;

Popravka(1)=0;
PopravkaRM(1)=0;

```



```

PopravkaRM1(1)=0;
cr_level=0;
s1=0;
s2=0;
s1_2=0;
flag1_2=0;
flag555=0;
Kv95_new=0;
for i=begin:(begin+okno)
    sRM95(i)=sqrt((1-lambda95)*eur(i-1)*eur(i-1)+lambda95*sRM95(
i-1)*sRM95(i-1));
    r_i=r_i+1;

    i
    if flag_popravka==1
        kv95_1=(var(i-1)+Popravka(r_i-1)-Popravka(r_i-2))/sRM95(i);
        kv95(r_i-1)=kv95_1;
        flag_popravka=0;
    end;
    var(i)=mean(eur(i-okno:i))+(sRM95(i))*kv95(r_i-1);

    if var(i)>max(abs(eur(1:i)))
        var(i)=max(abs(eur(1:i)));
    end;
    % оцінка ефективності
    kv95(r_i)=kv95(r_i-1);
    sum_mod_step=sum_mod_step+abs(eur(i));

    if (eur(i)>0) | (eur(i)==0)

        if abs(eur(i))>abs(var(i))
            Prev=Prev+1;
            LF1=LF1+(abs(eur(i))-abs(var(i)));

            LF2=LF2+(abs(eur(i))-abs(var(i)))/(abs(var(i)));

```



```

LF2_mas(r_i)=(abs(eur(i))-abs(var(i)))/(abs(var(i)));

%   Поправка(r_i)=LF 1-1-(kv_level95/2)*(sum_mod_step);
LF1_level_NEED(r_i)=(kv_level95/2)*sum_mod_step;
flag_popravka=1;
flagprev=1;
if LF1<LF1_level_NEED(r_i)
%   % необхідна адаптація
Pоправка(r_i)=0;
flag_popravka=0;
end;

if i==begin
    R_Conf_step(r_i)=0;
else
    R_Conf_step(r_i)=Prev/( i-begin);
end;
    end;
    %невикористаний капітал
if abs(eur(i))<=abs(var(i))
LF3=LF3+(abs(var(i))-abs(eur(i)));
LF1_mas(r_i)=0;
end;
end;

%перевищення
R_Conf(r_i)=Prev/okno;
if i==begin
    R_Conf_step(r_i)=0;
else
    R_Conf_step(r_i)=Prev/( i-begin);
end;
%R_Conf_step(r_i)=Prev/( i-begin);
Prev_NEED(r_i)=kv_level95*r_i;
%рівень

```



```

LF1_level_NEED(r_i)=(kv_level95/2)*sum_mod_step;
LF1_level(r_i)=LF1;

Popravka(r_i)=LF 1-1-(kv_level95/2)*(sum_mod_step);

    if LF1<LF1_level_NEED(r_i)
%      % необхідна адаптація
        Popravka(r_i)=0;

    end;
%критерій реального рівня значущості

%мій критерій
R_step(r_i)=LF1/sum_mod_step;

cr_level(r_i)=((LF1*100)/LF1_level_NEED(r_i))-100;
%за рівнем значимості
cr_level_alfa(r_i)=((R_Conf(r_i)*100)/(Prev_NEED(r_i)/okno))-100;

if r_i>1
    if flagprev==1 & cr_level(r_i-1)<-50
        kv95(r_i)=kv95_begin;
    end;
end;

%*****8
    if kv95(r_i)<kv95_begin
        kv95(r_i)=kv95_begin;
        A_Kvantile(r_i,1)=kv95(r_i);
        A_Kvantile(r_i,2)=5;
    end;

    A_Kvantile(r_i,1)=kv95(r_i);

excess(r_i)=kurtosis(eur( i-100:i));
    
```



```

l1=r_i;
end;
LF2=LF2/Prev;
sum=0;
for i=1:r_i-1
sum=sum+power(R_step(i)-kv_level95/2,2);
end;
criterion_std=power(sum/(r_i-2),0.5);
Kv95_new=Kv95_new';
clear ALL_rezultat;
ALL_rezultat={'LF1' LF1; 'LF2' LF2; 'LF3' LF3; 'ItogPrev' Prev;
'Real_Need' kv_level95; 'LF1_level_NEED' [LF1_level_NEED', LF1_level'];
'cr_level' cr_level; 'cr_level_alfa' cr_level_alfa; 'excess' excess;
'R_Conf' R_Conf(r_i); 'My_Real_level' R_step(r_i);
'PopravkaRM' Popravka; 'Criterion_STD' criterion_std;
'LF1_mas' LF1_mas; 'LF2_mas' LF2_mas; 'R_Conf' [R_Conf', (Prev_NEED/
okno)']};
'R_Conf_step' R_Conf_step';
'My_Real_level' R_step'};

clear ALL_graphs;
kv95_begin
Popravka=Popravka';
ALL_graphs(1:DL,1)=eur(1:DL);
ALL_graphs(1:length(var),2)=var(1:length(var));
%ALL_graphs(1:DL,2)=sig_RM95_pred(1:DL);

```


Наукове видання

КОЛОДІЗЄВ Олег Миколайович

ПОГАСІЙ Сергій Сергійович

ФЕДОРОВ Євген Григорович

**ПРОГНОЗУВАННЯ ВАЛЮТНИХ КУРСІВ:
макро- та мікроекономічні аспекти**

Монографія

Підписано до друку 8.05.2008 р. Формат 60 x 84/16. Папір офсетний.

Гарнітура WaploskPro. Друк різнографічний. Ум.-друк. арк. 22,0.

Обл.-вид. арк.28,6. Наклад 300 прим. Зам. № 324.

Видавничий Дім «ІНЖЕК»

61001, Харків, пр. Гагаріна, 20. Тел. (057) 7034021, 7034001.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру України суб'єктів
видавничої діяльності ДК № 2265 від 18.08.2005 р.

Надруковано у ВД «ІНЖЕК», Харків, пр. Гагаріна, 20.

О. М. Колодізев, С. С. Погасій, Є. Г. Федоров

ПРОГНОЗУВАННЯ ВАЛЮТНИХ КУРСІВ

макро- та мікроекономічні аспекти

Монографію присвячено вирішенню проблеми забезпечення ефективного управління валютним курсом з метою його підтримання на оптимальному для економіки країни рівні в процесі розробки та реалізації валютно-курсової політики. Досліджено вплив валютного курсу як одного з основних комплексних індикаторів макроекономічної стабільності на соціально-економічний розвиток України.

У роботі приділено увагу розробці методів і моделей прогнозування валютного ризику, які забезпечують рівень помилок, не більше заданого користувачем, і враховують фактори фундаментального аналізу, які є причинами появи значних коливань курсів валют. Запропоновано вдосконалений метод прогнозування валютного ризику, який дозволяє забезпечувати задану ефективність і враховувати вплив фундаментальних факторів.

Монографію розраховано на студентів економічних спеціальностей, аспірантів, слухачів магістратури, інститутів післядипломної освіти, працівників банківських установ, науковців, які займаються проблематикою прогнозування динаміки валютного курсу і ефективності оцінки валютного ризику в системі міжнародних валютних відносин

