



**СТОПАНСКА АКАДЕМИЯ „Д. А. ЦЕНОВ“**  
**КАТЕДРА „МАТЕМАТИКА И СТАТИСТИКА“**

---

**Евгени Яшков Овчинников**

**ПРОБЛЕМИ ПРИ СТАТИСТИЧЕСКИ АНАЛИЗ НА  
ДИНАМИЧНИ ЗАВИСИМОСТИ**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

**Дисертация за присъждане на образователна и научна  
степен „доктор“ по научна специалност  
„Статистика и демография“**

**Научен ръководител:  
Доц. д-р Любомир Иванов**

**Свищов  
2019**

Дисертационният труд е в обем от 217 страници, от които 178 основен текст. В структурно отношение включва въведение, изложение в три глави, заключение, списък с използвана литература – 213 източника (53 на кирилица и 160 на латиница), декларация за оригиналност и 17 приложения. В основния текст на дисертационния труд са включени 27 таблици и 23 фигури.

Заклучителното заседание на научното жури за защита на дисертационния труд ще се състои на 03.07.2019 г. от 11.30 часа в Заседателна зала Ректорат на Стопанска академия „Д. А. Ценов” – гр. Свищов.

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в офис „Докторантура и академично развитие” на Стопанска академия „Д. А. Ценов” – Свищов.

# I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

## 1. Актуалност на темата

Проблематиката в дисертационния труд се характеризира с двойствена теоретична природа. Методологическите ѝ основи са разработени в областта на статистическата наука, но съвременното ѝ развитие се свързва с научните постижения в областта на иконометрията. Статистическият анализ на динамични зависимости има за предмет изучаването на закономерностите, които се проявяват в динамиката на взаимнообвързани явления и процеси. На тази основа, статистическият анализ на динамични зависимости се разглежда като синтез на анализа на зависимости и анализа на развитие. Опознаването и разкриването на сложната природа на зависимостите в динамичен аспект между социално-икономическите процеси поражда необходимостта от разработването и прилагането на специфична методология за анализ на динамичните зависимости.

Изграждането на методология за статистически анализ на динамични зависимости има дълга история. Основите ѝ са положени през XVII в., когато с труда на Petty се развива политаритметическото направление в статистическата наука. В рамките на това направление се формулира Законът за търсенето въз основа на закономерност във връзката между реколтата от зърно и неговата цена. Стремелът на учените е да дефинират икономически закони, т.е. да се установят определени зависимости. Първите опити в тази посока се свързват със Закона на търсенето в трудовете на King и Davenant. Математическото направление в статистиката се свързва с имената на Bernoulli, Laplace, LeGendre, Gauss и е в областта на вероятностите, функциите на разпределение на вероятностите, Законът за големите числа, Централната гранична теорема, Теорията на случайните грешки и др. Възникването и развитието на иконометрията, приложението на вероятностния подход в иконометричните изследвания се свързва с трудовете на Havelmo, Tinbergen, Frisch и Fisher.

Качествено нов етап в развитието на статистическия анализ на динамични зависимости настъпва през 70-те и 80-те години на XX в. на базата на методологията за анализ на линейни стохастични модели, разработена от Box и Jenkins, векторната авторегресия на Sims и коинтеграционния анализ на Granger, Engle, Johansen и др. развитието на съвременните информационни технологии и възможностите за използване на статистически софтуер дават възможност за широко практическо приложение на теоретичните достижения в областта на моделирането на динамични зависимости, което е трудоемък процес, свързан с тежки изчислителни процедури, апроксимации, итеративни изчисления и т.н. Актуалността на темата се обуславя както от научните постижения в областта на статистическата теория, стояща в основата на методологията за анализ на

динамични зависимости, така и от последвалото ѝ интензивно прилагане при емпирични изследвания след 80-те години на XX в.

Като пресечна точка на анализа на развитие и анализа на зависимости, статистическият анализ на динамични зависимости среща поредица предизвикателства, породени от спецификата на причинно-следствените зависимости, когато са разгледани в динамичен аспект. Многобройните научни изследвания в тази област на статистическата наука дават възможност да се идентифицират редица проблеми при статистическия анализ на динамични зависимости, да се разработи адекватен и прецизен инструментариум, да се оценят и интерпретират връзките между социално-икономическите явления и процеси от нова гледна точка, да се обогатят статистическата методология и практика. Преобладаващата част от новите направления в анализа на динамични зависимости са съсредоточени в идентифицирането на нестационарността на социално-икономическите явления. Коинтеграционният анализ и свързаните с него модели с корекция на грешката са ключов момент на изследванията относно последствията от погрешното допускане за стационарност при приложението на статистическите методи.

## **2. Обект и предмет на изследването**

**Обект** на настоящето изследване е статистическият анализ на динамични зависимости в сечението между класическия анализ на зависимости и анализа на динамични редове.

**Предмет** на изследване са познавателната същност, специфичните изисквания и проблемите, които съпътстват приложението на конкретните модели за статистическия анализ на динамични зависимости.

## **3. Цел и задачи на дисертационния труд**

**Целта** на дисертационния труд е да се характеризират моделите за изучаване на динамични зависимости с оглед идентифициране на специфичните проблеми, свързани с използването им при емпиричните изследвания, и да се разкрият техните възможности за разширяване и задълбочаване на статистическия анализ.

За постигането на така формулираната цел е необходимо да се решат следните изследователски **задачи**:

**Първо**, да се характеризират концептуалните основи на статистическия анализ на зависимости и анализа на динамика.

**Второ**, да се изяснят специфичните особености на статистическия анализ на динамични зависимости като синтез между класическия анализ на зависимости и анализа на развитие.

**Трето**, да се обоснове мястото и ролята на предварителния анализ за предотвратяване на потенциалните проблеми при статистическия анализ на динамични зависимости.

**Четвърто**, да се представят теоретичните основи на моделирането на динамични зависимости чрез извеждане на предимствата и ограниченията на прилаганите модели.

**Пето**, да се апробират модели на динамични зависимости на основата на емпирични данни за конкретни показатели, характеризиращи социално-икономическото развитие на България за периода 2000-2017 г.

#### **4. Изследователска теза**

В настоящата разработка се отстоява **изследователската теза**, че при спазване на изискванията за коректното им приложение, статистическите модели на динамични зависимости предоставят възможности за разширяване и задълбочаване на статистическия анализ по отношение на **времената синхронизация, посоката на причинната обусловеност, разпределението на факторното влияние във времето и разграничаването между дългосрочни и краткосрочни зависимости.**

#### **5. Информационна база**

**Информационна база** на изследването са официалните издания на Националния статистически институт (НСИ) – „Статистически годишник“, „Бюджети на домакинствата“, „Наблюдение на работна сила“; електронни публикации на НСИ ([www.nsi.bg](http://www.nsi.bg)), на Европейска комисия по статистика (Eurostat, <https://ec.europa.eu/eurostat>) и на Международния валутен фонд (International Monetary Fund, <https://www.imf.org/>); научни публикации в специализираната литература, свързани с темата на дисертационния труд.

#### **6. Методология на изследването**

**Методологията на изследването** е подбрана съобразно дефинираните цел и задачи и включва използване на статистическия метод при изучаване на зависимостите в масовите явления, методите на логическия анализ, сравнителния анализ, индуктивния и дедуктивния подход, метода на анализа и синтеза. При разработването на емпиричната част на дисертацията са приложени конкретните статистически методи за анализ на динамични зависимости, регресионен и корелационен анализ, статистическо оценяване и проверка на хипотези. Емпиричният анализ е извършен с помощта на програмните продукти MS Excel, Gretl, R version 3.1.2., EViews 7.0.

## 7. Ограничителни условия на изследването

Настоящото изследване обхваща обширна предметна област, поради което се въвеждат следните **ограничителни условия**:

- Фокусът на проучването е насочен към два основни типа модели – въз основа на стационарни редове и въз основа на нестационарни редове, разграничени по свойството „стационарност“ на динамичните редове.

- Както е известно, според функционалната форма на връзката между явленията, моделите биват линейни и нелинейни, а според броя на включените фактори – единични, множествени и частни. Теоретичното изследване е фокусирано върху линейните модели, като извън обхвата му остават различните видове нелинейни модели, както и обширната проблематика на променящите се във времето параметри и възможностите за структурен разрыв в отделните променливи или в моделите на зависимост между тях. Предмет на емпиричен анализ в настоящата разработка са само единичните линейни модели.

- При изследването на коинтеграционни зависимости се отчита само коинтеграция между променливи, интегрирани от еднакъв порядък. Поради тази причина извън обхвата на дисертационния труд остават възможностите за коинтеграционен анализ между: променливи, интегрирани от различен порядък, частично и сезонно интегрирани променливи.

- Времевият обхват на емпиричния анализ в дисертацията е ограничен в рамките на тримесечни данни за периода 2000 – 2017 г. поради спецификата на информационното осигуряване и необходимостта от спазване на изискванията за съпоставимост в методологично отношение.

Авторът счита за уместно да изкаже благодарност на научния си ръководител за оказаната подкрепа при написването на дисертацията, на колегите от катедра “Математика и статистика” – за полезните мнения и консултации, и на СА “Д. А. Ценов” Свищов – за съдействието и подкрепата.

## **II. СТРУКТУРА И СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

Дисертационният труд е в обем от 217 страници, от които 178 основен текст. В структурно отношение включва въведение, изложение в три глави, заключение, списък с използвана литература – 213 източника (53 на кирилица и 160 на латиница), декларация за оригиналност и 17 приложения. В основния текст на дисертационния труд са включени 27 таблици и 23 фигури.

Структурата на дисертационния труд е следната:

### **ВЪВЕДЕНИЕ**

#### **Първа глава. КОНЦЕПТУАЛНИ ОСНОВИ НА СТАТИСТИЧЕСКИЯ АНАЛИЗ НА ДИНАМИЧНИ ЗАВИСИМОСТИ**

- 1.1. Основни принципи на статистическия анализ на зависимости
- 1.2. Основни характеристики на статистическия анализ на динамика
- 1.3. Специфика на статистическия анализ на динамични зависимости

#### **Втора глава. ТЕОРЕТИЧНИ АСПЕКТИ НА МОДЕЛИРАНЕТО НА ДИНАМИЧНИ ЗАВИСИМОСТИ**

- 2.1. Предварителен анализ на динамични зависимости
- 2.2. Моделиране на динамични зависимости въз основа на стационарни редове
- 2.3. Моделиране на динамични зависимости въз основа на нестационарни редове

#### **Трета глава. ПРИЛОЖНИ АСПЕКТИ НА СТАТИСТИЧЕСКИЯ АНАЛИЗ НА ДИНАМИЧНИ ЗАВИСИМОСТИ**

- 3.1. Анализ на динамичната зависимост между инфлацията и безработицата в България
- 3.2. Анализ на динамичната зависимост между доходите и разходите на домакинствата в България

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**Декларация за оригиналност**

**Използвана литература**

**Приложения**

### III. КРАТКО ИЗЛОЖЕНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

#### ПЪРВА ГЛАВА КОНЦЕПТУАЛНИ ОСНОВИ НА СТАТИСТИЧЕСКИЯ АНАЛИЗ НА ДИНАМИЧНИ ЗАВИСИМОСТИ

В първа глава на дисертацията се изследват природата, познавателното значение и ограниченията на статистическия анализ на динамични зависимости. Тъй като явленията в действителността не са неизменни, а се развиват с течение на времето, зависимостите между тях се проявяват не като статични, а като динамични зависимости – като закономерни връзки във времето, както в краткосрочен, така и в дългосрочен аспект. Тези зависимости могат да имат сравнително постоянен характер, но могат и да се променят като форма, посока и интензивност. Именно поради това, те могат да се изучават като зависимости само на базата на данни за развитието на явленията във времето, т.е. само на основата на статистически динамични редове. В този аспект, анализът на динамичните зависимости може да се разглежда като пресечна точка на анализа на зависимости и анализа на динамични редове.

В първия параграф се разглеждат принципите на статистическия анализ на зависимости като основна изследователска задача в различни сфери на научното познание. Задълбоченият преглед на методологичните аспекти на класическия анализ на зависимости в изследванията на Съйкова (1981, 1991, 1997), Гатев (1995, 2002), Павлова и Чипева (2012), Ангелова (2017), Петков (2010), Мишев и Цветков (2013), Дрейпер и Смит (1986), McClave & Venson (1988), Kazimier&Pohl (1984), Maddala (1988) и други са основание в рамките на настоящото изследване да приемем анализа на зависимости като *основно средство за разкриване и опознаване на комплексния механизъм на взаимна обусловеност между елементите на социално-икономическата система с цел изработване на научно-обосновани предписания за управление на тяхното проявление*. Зависимостите, изучавани чрез статистическия подход, в съдържателно отношение са с корелационен характер, количествено измерими и конкретни по време и място.

Съгласно статистическата теория изследователските задачи, които се решават при анализа на зависимости, могат да се обособят в три направления: да се установи и разкрие наличието на обективна, закономерна зависимост между изследваните явления; да се конструира модел на взаимодействието между явленията и да се определят количествените съотношения между изследваните явления; да се измери силата на зависимостта, както общо, така и по отношение на влиянието на отделните фактори. В тази връзка, накратко са представени



основни акценти от същността и провеждането на дисперсионния анализ, чрез който се реализира първата задача; на регресионния анализ, чрез който се конструира модела на зависимостта; на корелационния анализ, чрез който се установява нейната сила.

Представено е многообразието на корелационните зависимости, които са систематизирани в следните направления: *в зависимост от характера на връзката* – с причинно-следствен характер (каузални) и без причинна обусловеност; *в зависимост от начина, по който се изследва факторното влияние* – единични, множествени и частни; *в зависимост от функционалната форма на модела* – линейни и нелинейни; *според посоката на ефектите от промените* – прави (еднопосочни), обратни (разнопосочни) и смесени; *в зависимост от аспекта, в който се характеризират явленията* – статични и динамични и др.

В процеса на изложението са представени *обективните трудности*, които съпътстват решаването на задачите на статистическия анализ на зависимости, като е акцентирано на отражението им върху етапите на практическото му приложение – подготвителен етап, спецификация, решаване и диагностична проверка на модела. Проблемите, които възникват при изследването на връзките между социално-икономическите явления и процеси, могат да се систематизират в три групи. В първата група попадат трудностите, породени от сложната същност на взаимодействията между социално-икономическите явления и недостатъчното равнище на познанието за обуславящите ги закономерности. Втората група трудности са в резултат от практическото прилагане на статистическите методи за анализ на зависимости. Трудностите от третата група произтичат от качеството на статистическата информация, въз основа на която се извършва анализът.

През *подготвителния етап на анализа* се пораждаат проблеми при конкретното формулиране на статистико-иконометричните модели. От една страна, недостатъчната степен на единодушие относно теоретичните концепции за зависимостите между явленията в социално-икономическата сфера е предпоставка за затруднения при избора на адекватен икономически модел на зависимостта. От друга страна, дори когато е осигурен прецизен икономически модел, изборът на конкретни измерители се затруднява поради липсата на операционализирани показатели, които да бъдат точни статистически аналози на абстрактно-теоретичните показатели от икономическия модел.

*Спецификацията на модела* представлява преход от икономически към статистико-иконометричен модел. През този етап проблемите обхващат както избора на променливите, които участват в зависимостта, така и избора на функционалната форма на зависимостта, тъй като за последната не винаги съществува изчерпателна информация в икономическия модел.

Количествените съотношения между променливите в статистическия модел се характеризират чрез получените при *решаването на модела* оценки на търсените параметри. Решаването на модела се осъществява чрез избран от изследователя статистически метод за оценка на параметрите въз основа на конкретните статистически данни. Както е известно в емпиричните изследвания най-широко приложими са методът на максималното правдоподобие (ММП), методът на моментите (ММ) и методът на най-малките квадрати (МНК). Всеки от тях има специфични условия и изисквания за прилагане, а правилният им избор гарантира коректни резултати.

*Диагностичната проверка на модела* гарантира, че моделът адекватно отразява съществуващата в действителността обективна зависимост и оценките на параметрите притежават необходимите свойства. С негова помощ се установява наличието (отсъствието) на проблеми в модела, въз основа на което се обосновава неговата адекватност. Отклоненията от изискванията могат да се проявят в следните направления: *мултиколинеарност, хетероскедастичност и нормалност на разпределението на остатъчните елементи*, чиято същност и критерии за проверка са представени накратко в изложението. Несъобразяването със специфичните изисквания на методите за оценка е предпоставка за извършването на несполучливи анализи и формулирането на некоректни изводи. Поради това диагностичният анализ се извършва многократно – докато се установи, че моделът е адекватен и изискванията са изпълнени или моделът не може да се реши коректно при наличните данни и трябва да се отхвърли изцяло.

**Вторият параграф** е посветен на изясняването на същността на статистическия анализ на динамика. Информационната база, необходима за провеждането на статистически анализ на динамични зависимости, се формира от динамични редове, поради което изясняването на тяхната същност, характерни черти и изисквания за построяване е особено важно в контекста на изследователските задачи. В статистическата теория методологическите аспекти на статистическия анализ на динамика са подробно и задълбочено разработени в изследванията на Величкова (1981), Иванов (2009), Гатев, К. (1995), Vox, G., Jenkins, G. и Reinsel, G. (1994), Koopmans (1957), Patterson (2000) и други.

Представена е същността на динамичните редове като *редове от първични или производни статистически величини, подредени в хронологична последователност, които изразяват изменението в дадено явление, настъпващо с течение на времето*. Динамичните редове притежават специфични характеристики, които могат да се систематизират в две основни групи: *априорни* и *апостериорни*. Априорните произтичат от начините и изискванията за построяване на динамичните редове и към тях се отнасят *конкретност, количествена оценка, подреденост и честота на регистрация*. Апостериорните характеристики са свързани с конкретни свойства на динамичните редове, които

се установяват в процеса на анализа въз основа на статистически тестове и към тях се отнасят *стационарност, ергодичност, цикличност, случайност, сезонност, праволинейност, памет, условна хетероскедастичност* и т.н.

Посочено е, че статистическият анализ на динамични редове е *комплексен способ за изследване развитието на явленията* от социално-икономическата сфера, който протича в четири основни направления – описателно, диагностично, прогностично и номографско. Акцентирано е, че за целите на настоящето изследване се приема като основна цел на анализа *разкриване на закономерностите в развитието на реда посредством задълбочено изучаване на миналите му проявления*. Установените закономерности в количествените изменения на динамичния ред от своя страна могат да послужат както за прогнозиране на бъдещото развитие на реда, така и при оценяване на взаимодействието му с други динамични редове.

Разгледани са два подхода за анализ на динамичните редове. Първият подход се основава на разлагане на развитието на съставни компоненти, а вторият – на времево представяне на базата на автоковариационната функция на реда.

*Първият подход* е насочен към определяне на количествените изменения, които настъпват в реда с течение на времето, като резултат от действието на систематични и несистематични причини. Влиянията, в резултат на които настъпват измененията в динамичните редове, могат да бъдат класифицирани в четири основни категории – тенденция на развитието (тренд), сезонни вариации, циклични движения и случайни движения. Взаимодействията между компонентите могат да се характеризират с адитивна или мултипликативна връзка. Когато развитието се разлага на компоненти, всеки от тях се подлага на изследване сам за себе си, независимо от останалите.

*Вторият подход* за анализ на динамични редове чрез времево представяне се основава на взаимната обвързаност между членовете на реда и цели разкриването на механизма, пораждащ вътрешно присъщите закономерности в развитието му. При приложението на този подход конкретният динамичен ред се разглежда като реализация на стохастичен процес, който по дефиниция е подредена последователност от случайни величини, всяка от които притежава свое вероятностно разпределение. На основата на този подход се изгражда цял клас от модели, известни в теорията като линейни стохастични модели.

Изяснена е същността на линейните стохастични модели, като е обосновано значението им при анализа на развитие чрез възможностите, които предоставят за филтрация на реда, за имитация на миналото му развитие, за управление на явленията, за определяне на оптималните характеристики на неговото развитие, за прогнозиране. Освен това, чрез тях може да се оцени силата на зависимостта на този процес от факторите, които обуславят неговото развитие, и да се изследва функцията на фазата на отместването (лага) при взаимодействието между процеса

и факторите. Класът съдържа авторегресионните модели, моделите на плъзгащи се средни и смесените модели на авторегресия и плъзгащи се средни.

Особено внимание в този параграф е отделено на осигуряването на изискванията за *съпоставимост* при построяването на динамичните редове с цел осигуряване на точност и обективност на резултатите от статистическия анализ. Обоснована е необходимостта от съпоставимост *по време, по място, по обхват, по методология, по мащаб на измерването и по стойностно изразжение*.

Изяснени са *обективните трудности* на статистическия анализ на динамични редове, които произтичат както от специфичните особености на социално-икономическите явления, така и от природата на емпиричните данни. Проблемите при анализа на динамични редове могат да се обособят в три групи: проблеми, произтичащи от *ограничената информационна база*, проблеми, произтичащи от *специфичното развитие на редовете*, и проблеми от *взаимната обвързаност* между явленията.

Проблемите, свързани с ограничената информационна база, могат да са породени от високата агрегираност на данните, ограничената им продължителност или тяхната липса. Поради поверителния характер на информацията, много често данните за макроикономическите показатели се публикуват във високо агрегирана форма, което затруднява анализа. Осигуряването на необходима и достатъчна дължина на редовете е проблем, тъй като достатъчно дълги редове са необходими по няколко причини: желаните свойства на оценките по ММП да са асимптотични; за прилагането на някои статистически методи, оценяващи лаговата структура (кроскорелация, разпределени лагове); за оценка на динамични зависимости в дългосрочен план и др. При изследване на икономическите явления във времето често се установява липса на данни за показателите за едни или други периоди. Статистическите методи изискват да се разполага с данни за последователни периоди без прекъсвания, което налага липсващите значения да се попълнят чрез някои от методите на интерполацията.

Проблемите, произтичащи от специфичното развитие на редовете, са свързани с наличието на *тенденция* и *автокорелация*. В иконометричната практика за моделиране на тенденцията в развитието на динамичните редове съществуват два алтернативни подхода. Различията между тях се обуславят от спецификацията на механизма, пораждащ систематичния компонент на тенденцията в развитието на моделирания ред. При първия подход развитието на динамичния ред се представя като детерминистичен процес, описващ тенденцията на развитието чрез детерминистична функция, най-често на времето, и случайни колебания около теоретичната крива. При втория подход тенденцията в развитието на реда се обуславя от специфична параметризация (редукция) на стохастичен процес.

Причина за наличието на автокорелация в динамичните редове е, че икономическите явления и процеси са еволюционни по своята същност, като текущото им състояние е зависимо от състоянието им в предходни периоди. Наличието на статистически значима автокорелация в динамичния ред предоставя специфична информация за обективните вътрешни закономерности, на които е подчинено развитието на изучаваното явление във времето. Едновременно с това, автокорелацията създава редица трудности при приложението на статистическите методи за анализ на зависимости.

Проблемите, свързани с *наличието на взаимна обвързаност* между явленията, имат значение при анализ на динамиката на всяко от тези явления, изследвани поотделно. В същото време, взаимната обвързаност между явленията е в основата на изучаването на динамичните зависимости.

**В третия параграф** са представени специфичните особености на статистическия анализ на динамични зависимости като синтез на анализа на зависимости в статичен аспект и анализа на динамика. За целите на настоящето изследване приемаме, че динамични са тези зависимости, *при които измененията във времето в едно или повече явления-фактори (причини) водят до промяна в друго явление-резултат (следствие)*. Динамичните зависимости наследяват основните характеристики на статистическите зависимости, т.е. *те са корелационни, конкретни и количествено измерими*. Едновременно с това, те се характеризират със своя специфика, която произтича от това, че се изследва взаимната обвързаност между две или повече явления, които се променят с течение на времето. Според нас, динамичните зависимости се отличават със следните *специфични характеристики*:

- *времева вариация* (разсейване във времето);
- *времева синхронизация* (изоставане или избързване);
- *времево разпределение* (натрупване или изчезване на ефектите);
- *времева устойчивост* (стабилност).

*Времева вариация.* При изследване на зависимости в статичен аспект се установяват обективните закономерности между единиците в рамките на една конкретно определена по време и място съвкупност. В динамичен аспект наблюдаваната съвкупност се променя с течение на времето. Статичните зависимости намират проявление в значенията на признаците и тяхната вариация в рамките на изучаваната съвкупност, докато динамичните зависимости се проявяват в промените на наблюдаваните признаци, в тяхната вариация във времето.

*Времева синхронизация.* В социално-икономическата сфера динамичните зависимости между явленията могат да се проявяват както незабавно, така и с известно закъснение. В резултат от действието на различни психологически, технологични, институционални или други причини ефектът от въздействието на

едно явление върху друго може да се реализира с известно закъснение, т.е. реакцията да се забави във времето.

*Времево разпределение.* Ефектът от влиянието на един динамичен ред върху друг може както да настъпва мигновено, така и да се разпределя с течение на времето. В зависимост от вида на динамичните редове – стационарни или нестационарни, ефектите се проявяват по различен начин. При стационарните редове ефектът от влиянието на фактора „затихва“ след определен период от време, докато при нестационарните се проявява безкрайно дълго във времето („къса и дълга памет“).

*Времева устойчивост.* За разлика от класическите зависимости, при динамичните зависимости с течение на времето може да настъпи промяна във вида, силата и характера на зависимостта.

Разработена е класификация на динамичните зависимости по няколко основни признаци: *според вида на динамичните редове*, с които се представят явленията – динамични зависимости при стационарни редове и при нестационарни редове; *според степента на синхронизация на зависимостта* – синхронизирани и несинхронизирани (изместени) зависимости; *в зависимост от характера на познанията, получени от анализа на динамични зависимости и икономическата теория* – зависимости с теоретичен или с идеографски характер.

Отчитането на динамиката в развитието на явленията разширява и задълбочава възможностите за анализ на зависимостите между тях. От методологична гледна точка, при статистическия анализ на динамични зависимости се решават както присъщите на класическия анализ на зависимости задачи, така и допълнителни, с които се увеличават познавателните възможности на анализа и полето за тълкуване на получените резултати.

Според нас, обхватът на изследователските задачи може да се разшири в *няколко насоки* – идентифициране на времевата синхронизация между свързаните помежду си явления; определяне посоката на причинно-следствената зависимост (ролята на променливите фактор и резултат); установяване величината на влиянието на фактора върху резултата и неговото разпределение във времето; усъвършенстване възможностите за прогнозиране на бъдещото развитие.

Представени са накратко методите, чрез които могат да се реализират поставените специфични задачи при анализа на динамика и зависимости, които могат да се систематизират по следния начин:

- *Методи за установяване на времевата синхронизация между явленията*, към които се отнасят тестовете за причинност, кроскорелационният анализ и кроспектралният анализ. Използват се кроскорелационната функция и теста за причинност по Грейнджър.

- *Методи за изучаване на разпределението на ефекта във времето.* Тук се включват моделите на разпределени лагове (модели на трансферни функции),

симултанните уравнения, векторните авторегресионни модели. Чрез тях се измерва промяната в резултата при промяна на фактора с единица, като се установява моментът на настъпване на ефекта, неговото разпределение във времето, сумарният ефект, оценяват се ефектите в краткосрочен и дългосрочен план.

- *Методи за изучаване на зависимостите между нестационарни явления*, към които се включват моделите на коинтеграция и моделите с корекция на грешката. Чрез тях се установява както дългосрочната равновесна зависимост между изследваните явления, така и краткосрочните зависимости.

- *Методи за оценка на параметрите на моделите*, характеризиращи динамичните зависимости. Тук се използват редица модификации на методите на най-малките квадрати, на моментите и на максималното правдоподобие. Проблемите, съпътстващи практическото приложение на анализа на динамични зависимости, произтичат от специфичните изисквания на методите за оценка на параметрите. Несъобразяването със специфичните изисквания на методите за оценка е предпоставка за извършване на несполучливи анализи и формулиране на некоректни изводи.

Наличието на комплексни връзки, на взаимозависимост между явленията и на времеви изоставяния или избързания поражда редица проблеми в процеса на построяването на моделите, тяхната оценка и последващата диагностика. Най-често срещаните проблеми са породени от ограниченията на информационната база, наличието на фалшива регресия, трудната спецификация на модела на динамичната зависимост, наличието на автокорелация. За решаването на специфичните изследователски задачи не могат да се използват директно методите на класическия анализ на зависимости и специализирания инструментариум за анализ на динамика, поради което, за да бъде коректен и изчерпателен анализът на динамични зависимости, е необходимо да се отчитат особеностите при двете направления. Класическите методи за анализ следва да се адаптират по такъв начин, че статистическите изисквания на иконометричното моделиране да бъдат спазени, когато моделът на зависимостта се базира на динамични редове.

## ГЛАВА ВТОРА

### ТЕОРЕТИЧНИ АСПЕКТИ НА МОДЕЛИРАНЕТО НА ДИНАМИЧНИ ЗАВИСИМОСТИ

Във втората глава на дисертационния труд са разгледани теоретични аспекти на моделирането на динамични зависимости на основата на стационарни и на нестационарни редове. Акцентът на разграничаването на база на наличието на тенденция се основава на множеството теоретични, методологични и емпирични изследвания в научната литература относно проблемите, които нестационарността поражда при статистическия анализ на динамични зависимости.

В **първия параграф** е обоснована съществената роля на предварителния анализ като изследователски процес, при който се прилагат редица статистически методи, техники и процедури, чрез които да се диагностицират и предотвратят много от потенциалните съпътстващи проблеми, свързани със спецификата на динамичните зависимости и методите за тяхното установяване, оценка и интерпретация.

Предварителният анализ на динамичните зависимости предхожда построяването на конкретните модели. Чрез него се открояват тези съществени характеристики на зависимостите, които следва да се отчетат при последващия същински анализ с оглед на осигуряването на вярна спецификация на модела. Той се състои в изследване на статистическите свойства и емпиричните закономерности в динамичните редове и може да протече в *две направления* – изследване на вътрешните закономерности в развитието на динамичните редове и идентифициране на времевата им синхронизация.

Основен инструмент за анализ на *вътрешните закономерности в развитието* на явленията е автокорелационната функция. Тя е измерител на зависимостта между елементите му при определено изместване във времето (лаг), което определя порядъка на автокорелационните коефициенти. Основният проблем при статистическия анализ на зависимости въз основа на динамични редове се състои в разграничението на редовете по отношение на свойството *стационарност*. Конвенционалните методи за анализ на динамични зависимости се основават на допускането за стационарност на динамичните редове, които участват в изследваната връзка. Инерционната природа на социално-икономическите явления е предпоставка динамичните редове, които ги описват, да са нестационарни. За стационарните динамични редове е присъщо съществуването на вътрешно равновесие, което се характеризира от средната му величина, като динамичният ред се колебае около нея. Автокорелационните коефициенти, оценени въз основа на стационарни редове, намаляват и клонят към



нула при увеличаване на лаговия порядък, т.е. текущото значение на реда е слабо повлияно от далечни предходни значения.

За нестационарните редове не е присъщо вътрешно равновесие и, следователно, не могат да се оценят средната величина и дисперсията. Автокоределационните коефициенти, оценени въз основа на нестационарни редове, са статистически значими дори при дълги отмествания във времето. Идентифицирането на характера на тенденцията в развитието на динамичните редове има важно познавателно значение при анализа на динамични зависимости, тъй като е свързано с построяването, решаването, оценката, диагностиката и интерпретацията на получените резултати. За да се идентифицира тенденцията на динамичните редове, се използват различни статистически методи, които могат да се групират на параметрични и непараметрични. Към параметричните методи се включват тестовете за единичен корен, коефициентите на автокорелация и спектралните оценки, а към непараметричните – коефициентите на корелация на ранговете, броя на сериите на отклоненията около средната и др.

Според нас, основното предимство на тестовете за единичен корен е, че с тяхна помощ се установява порядъкът на интегрираност на динамичните редове, т.е. чрез тях се проверява за наличието на стохастичен тренд. В зависимост от начина, по който е дефинирана нулевата хипотеза, чиято валидност се проверява, тестовете за единичен корен могат да се систематизират в две основни групи: тестове, при които се проверява нулевата хипотеза за нестационарност, например тестовете на Дики-Фулър и на Филипс-Перон, и тестове, при които се проверява нулевата хипотеза за стационарност, в т.ч. тестът на Квятковски-Филипс-Шмит-Шин и някои негови разновидности.

Акцентирано е, че проверката за единичен корен налага да се отчетат някои потенциални проблеми, свързани с: а) избор на броя на лаговете в тестовия модел, от което зависи осигуряването на независимост на остатъците и респективно – неизместеността и ефективността на тестовата характеристика; б) наличието в реда на компонент на плъзгащи се средни, който трудно да се апроксимира с краен брой авторегресионни компоненти; в) установяването на порядъка на интегрираност, който може да е по-висок от единица, докато тестовете са приложими за проверка на хипотезата, че редът е интегриран от първи порядък; г) наличието на единичен корен при сезонните честоти, което причинява изместване на оценките на тестовите характеристики; д) структурните шокове, които предизвикват появата на отдалечени значения и изместване на оценките; е) избора на детерминистичните компоненти в модела на проверката, от което зависят и критични стойности.

*Идентифицирането на времевата синхронизация* става на базата на кроскорелационните коефициенти, които измерват силата на връзката между два или повече променливи при различни измествания във времето и позволяват да се

установи посоката на зависимостта – да се определят ролята на фактора и резултата.

**Вторият параграф** разглежда основните характеристики на моделирането на динамични зависимости въз основа на *стационарни редове*. Тези модели се представят с едно уравнение или със система от уравнения. В първия случай се изучава зависимостта между едно явление-резултат и един или повече фактори, а във втория се анализират сложни зависимости от системен характер, когато има преплитане между явленията и процесите или когато наличните зависимости между показателите са двупосочни.

Направена е констатацията, че при построяването на моделите се използват два подхода, които в крайна сметка водят до един и същи резултат. Първият подход представя текущото значение на резултативната величина като линейна комбинация (линеен филтър) на текущото и предхождащите значения на факторните променливи. Този вид модели са известни в практиката като *трансферни функции* или *модели на разпределени лагове*. Вторият подход представя обусловеността на текущото значение на резултата от текущото значение на факторите и от предходните значения както на резултата, така и на факторните променливи. Този вид модели се обозначават като *смесени модели на регресия и авторегресия*.

*Моделите на разпределени лагове* са разработени, за да се идентифицира и оцени разпределението във времето на влиянието на факторите, обуславящи зависимата променлива. Извеждането им се основава на тезата, че даден динамичен ред, чиито стойности са автокорелирани, може да се третира като ред от независими случайни „шокове”, трансформирани посредством линеен филтър.

Обстойният преглед на различните подходи за спецификация и решаване на моделите на разпределени лаговете, които се срещат в научната литература, е основание те да се систематизират в *две направления*. При първото броят на лаговете на независимата променлива се ограничава до определена дължина, отговаряща на момента, след който се допуска, че ефектът е нула. При второто се използва функционална форма, която позволява лаговото разпределение да затихва до нула постепенно.

Към *първото направление* се отнася подходът „от частното към общото“, състоящ се в процедура за последователно оценяване на лаговите коефициенти чрез метода на най-малките квадрати, като се започва с регресионен модел между текущите значения на изследваните показатели, а впоследствие се добавят лагове на обясняващата променлива. Освен това, в практиката е използвано и директно оценяване на трансферната функция. Към *второто направление* се отнасят подходите, при които редицата на параметрите се представя като: аритметична прогресия с намаление след определен период; като намаляваща геометрична

прогресия; апроксимация с полином от определена степен; отношение на два крайни полинома на лаговия оператор.

Акцентирано е, че основно средство за идентификация на модела е *кроскорелационната функция*, като процесът преминава последователно през: изчистване на автокорелацията в реда на факторната променлива; конструиране на линейен филтър, с който се трансформира резултативната променлива; оценяване на кроскорелационните коефициенти; оценяване на лаговите тегла.

Решаването на модела на трансферната функция става с помощта на метода на максималното правдоподобие, като остатъчните елементи в модела се приемат за независими и нормално разпределени случайни величини с равни дисперсии. Когато линейният филтър има сравнително опростена форма, е възможно функцията на максималното правдоподобие да се максимизира аналитично. В останалите случаи се налага числово оптимизиране за установяване на нейния максимум, като за целта се използва специализиран статистически софтуер.

При изследване на множествени зависимости на основата стационарни редове се използва система от уравнения, наречена в статистическия анализ на зависимости *система от симултанни уравнения* (Feldman, 1928; Tinbergen, 1939, 1956; Klein & Goldberger, 1955; Liu T. , 1960; Zellner & Palm, 1974; Sims C. , 1980; Величкова, 1981; Съйкова и др., 2002). Идентификацията на симултанните уравнения е проблем, който предшества оценката на параметрите и се свързва най-общо с възможността да се получат състоятелни оценки. Един модел е точно идентифициран, само когато е възможно да се получат оценки за структурните коефициенти въз основа на коефициентите, получени при решаването на модела в редуцирана форма. Ако това е възможно за конкретно уравнение в системата, то се определя като идентифицирано, а ако не е възможно – уравнението не е идентифицирано. Необходимо условие за идентификация на едно уравнение е условието, че броят на променливите, които не са включени в уравнението трябва да бъде по-голям или равен на броя на ендогенните променливи в уравнението минус единица.

Методите за оценка на параметрите на симултанните уравнения се разделят на две основни групи – решаване на всяко уравнение поотделно и решаване на всички уравнения едновременно, като система. Едновременното решаване на системата е сложен и ресурсно тежък процес, дори и с развитието на информационните технологии, тъй като се базира на твърде много предположения относно случайните компоненти в системата. В практиката са получили развитие голям брой методи за оценка уравнение по уравнение: косвен, двустъпков и тристъпков метод на най-малките квадрати; инструментални променливи; метод на максималното правдоподобие при ограничена информация и при пълна информация.

Друга възможност за анализ на сложни взаимовръзки между множество променливи е *векторната авторегресия* (Quenouille, 1957; Sims, 1980; Cooley & LeRoy, 1985; Watson, 1994; Edelstein & Kilian, 2009; Lütkepohl, 2011; Baumeister & Kilian, 2012). Всеки показател зависи от миналата история на всички редове през съответните лагове. Моделът на векторна авторегресия включва  $m$  променливи, всяка от които е представена като линейна функция на  $p$  свои лага и на останалите променливи и остатъчни елементи. Тъй като динамиката на зависимостта се обхваща чрез лаговете променливи, основните детерминанти са броят на променливите и броят на лаговете. При избора на променливите, които участват в модела, трябва да се държи сметка за природата на анализирания икономически явления и теоретичните постановки на икономическата наука, както и да се използват емпиричните резултати от анализите на други изследователи. При определяне на броя на включените лагове в модела се използват тестове за причинност, оценка на функцията на реакцията на променливите и вариацията на шоковете в модела.

Тъй като моделът на векторна авторегресия в своята редуцирана форма може да се разглежда като многомерен вариант на авторегресионните модели, то при определени предположения за независимост и идентичност на остатъчните елементи оценката на параметрите се извършва с методът на най-малките квадрати за всяко уравнение поотделно. Ако остатъчните елементи освен това са нормално разпределени, оценките по метода на най-малките квадрати съвпадат с оценките по метода на максималното правдоподобие – те са неизместени, състоятелни и ефективни.

**В третия параграф** на втора глава се разглежда моделирането на динамични зависимости при *нестационарни редове* на основата на идеята за коинтеграция (Sargent, 1964; Hendry & Mizon, 1978; Granger, 1981; Granger & Weiss, 1983; Granger & Wise, 1983; Granger & Engle, 1987; Stock, 1987; Johansen, 1988; Stock & Watson, 1988; Sims, Stock & Watson, 1990; Campbell & Perron, 1991; Park & Ogaki, 1991; Boswijk, 1992). *Коинтеграцията* най-общо представлява специфична особеност на група (два или повече) нестационарни динамични редове, когато тяхна линейна комбинация представлява стационарен ред.

В основата на приложението на моделите на коинтеграция лежи идеята за равновесното състояние между социално-икономическите явления. Устойчиво е това равновесие, при което съществува механизъм за възстановяване на равновесното състояние, ако последното е нарушено вследствие на определено въздействие. За редица икономически показатели е характерно да са в постоянна пропорция помежду си в дългосрочен аспект, т.е. да следват обща тенденция в динамичното си развитие. Краткосрочните им отклонения от общия тренд, които са следствие от различни външни или вътрешни фактори, се неутрализират в дългосрочен план от действието на пазарен, регулаторен или друг механизъм.

Изведено е заключението, че най-важно предимство на подхода на коинтеграцията е, че използването на тези модели позволява да се изследват едновременно дългосрочни и краткосрочни зависимости и по този начин се обогатяват възможностите за анализ на зависимостите между социално-икономическите явления и процеси в динамичен аспект, създават се нови предпоставки за тяхното прогнозиране, управление и контрол.

Обоснована е ролята на процедурата за проверка за наличие на коинтеграция като съществена част от процеса на построяване на модела. Тестовете за коинтеграция могат да се разграничат според размерността си на две групи. Първата обхваща проверка на остатъчните елементи от коинтеграционната зависимост между две променливи в един модел, респективно проверява се един коинтеграционен вектор.

*Процедурата на Енгъл и Грейнджър* е най-ранният тест за коинтеграция, при който се преминава последователно през следните етапи: а) извършва се предварителен тест за порядъка на интегрираност на отделните променливи; б) оценка на дългосрочната коинтеграционна зависимост под формата на линеен регресионен модел чрез метода на най-малките квадрати; в) получаване на остатъчните елементи от модела и прилагане на тест за единичен корен върху тях; г) анализират се и се интерпретират получените оценки на параметрите, при условие, че линейното регресионно уравнение характеризира дългосрочната равновесна зависимост между показателите.

*Процедурата на Йохансен* се основава на представяне на коинтеграционните зависимости с многомерен модел, сходен с векторната авторегресия, който се нарича векторна регресия с коинтеграция или коинтегрирана векторна авторегресия. Оценките на параметрите се извеждат по метода на максималното правдоподобие. Методът получава широко разпространение в научните изследвания и реализация в редица софтуерни продукти за анализ на динамични редове, тъй като позволява да се проверяват хипотези за множество от коинтеграционни вектори; дава възможности да се тестват ограничени версии на коинтеграционните вектори и скоростта на приспособяване; да се потвърдят или отхвърлят изводите на икономическата теория чрез емпирична проверка за конкретни стойности на съответните регресионни коефициенти.

*Моделът с корекция на грешката* е въведен като алтернатива на моделите на векторна авторегресия (Sargan, 1964; Davidson, Hendry, Srba, & Yeo, 1978; Bewley, 1979; Granger & Weiss, 1983; Bergstrom, 1988; Wickens & Breusch, 1988; Bårdsen, 1989; Alogoskoufis & Smith, 1991). Основните характеристики на модела с корекция на грешката в сравнение с векторната авторегресия е дългосрочното равновесие и включването на отклонението от равновесието като обясняваща променлива. Когато две променливи са коинтегрирани, съществува представяне

чрез модел с корекция на грешката, който съдържа два основни елемента: първо, настройка спрямо неравновесно предходно състояние, чрез която равновесието се постига плавно; второ, настройка към моментните изменения на променливите, която определя равновесието.

Интерпретацията на модел, който съдържа информация както за дългосрочната, така и за краткосрочната зависимост между две явления е, че промяна в първото явление настъпва или в резултат от нарушение на равновесието в предходния период, или поради изменение на другото явление през текущия период. Коефициентът пред коригиращия компонент се очаква да е отрицателен и в интервала  $-1 \leq \lambda \leq 0$ , тъй като ако в предходния период първото явление е надвишавало равновесното си равнище, то в текущия трябва да се намали, за да се възстанови равновесието. Обратно, ако в предходния период е имало недостиг в първото явление, в текущия то трябва да се увеличи. При условие, че коефициентът  $\lambda$  е равен на  $-1$ , то равновесието е напълно възстановено през текущия период. В противен случай, само част от отклонението от равновесното състояние е премахната. Колкото по-голям е параметърът  $\lambda$  по абсолютна стойност, толкова по-бързо се възстановява равновесието.

Важен момент при анализа на динамичните зависимости с коинтеграция и модел с корекция на грешката е проблемът за *фалшивата регресия* (Jevons, 1884; Hooker, 1901; Yule, 1926; Granger & Newbold, 1974; Phillips, 1986). Същността му е, че между всеки две интегрирани променливи се наблюдава силна корелационна зависимост, но само при някои от тях съществува зависимост под формата на коинтеграция. Ако няма коинтеграция, то наблюдаваната зависимост е фалшива. Редица изследвания показват, че когато двете променливи са интегрирани, но между тях не съществува връзка, разпределенията на съответните характеристики не съвпадат с теоретичното разпределение, оценките на регресионните коефициенти не са състоятелни по вероятност при увеличаване на извадката, разпределението на статистическите критерии за проверка на статистическа значимост не може да се установи, както и не могат да се изчислят съответните критични стойности. За да се извърши правилно разграничение между фалшивата регресия и коинтеграцията, е необходимо да се провеждат коректно тестовете за стационарност на остатъчните елементи в регресионното уравнение, описващо коинтеграционната зависимост. Когато тези елементи са стационарни – налице е коинтеграция, когато елементите са нестационарни – налице е фалшива зависимост.

## ГЛАВА ТРЕТА

### ПРИЛОЖНИ АСПЕКТИ НА СТАТИСТИЧЕСКИЯ АНАЛИЗ НА ДИНАМИЧНИТЕ ЗАВИСИМОСТИ

Трета глава на дисертационния труд е посветена на статистическия анализ на динамичните зависимости „инфлация – безработица“ и „доходи – разходи на домакинствата“, известни съответно като крива на Филипс и функция на потреблението. Зависимостите са изследвани за България през периода 2000 – 2017 г. на основата на тримесечни динамични редове. Анализът подкрепя изследователската теза чрез онагледяване както на проблемите, които могат да възникнат при практическото провеждане на статистически анализ на динамични зависимости, така и на някои възможни решения на тези проблеми.

В **първия параграф** е извършен анализ на динамичната зависимост между индекса на потребителските цени и коефициента на безработица в България, които са сред основните макроикономически индикатори за стабилност на националната икономическа система. Развитието на икономическата теория и усъвършенстването на статистическите методи са предпоставка за еволюцията в изследването на тази зависимост както в световен мащаб, така и на национално равнище.

Представено е развитието на *кривата на Филипс*, която в макроикономическата литература се възприема за основен аналитичен инструмент при изследването на зависимостта между инфлацията и безработицата. Показано е различието в мненията на учените по отношение характера на тази зависимост – от дългосрочна отрицателна, през зависимост, но само в краткосрочен план, до отсъствие на зависимост.

Теоретичните спецификации на статистико-иконометричните модели за зависимостта между инфлация и безработица са обобщени в *три основни направления* – класическа крива на Филипс, новокейнсианска крива на Филипс и хибридни модели. Класическата и новокейнсианската доктрина се различават по отношение третирането на инерционността в инфлацията. Според класическата теория инфлацията зависи от предишните си стойности, а според новокейнсианската – от очакванията за инфлацията. Хибридните модели се характеризират с това, че инфлацията зависи едновременно от миналите си стойности и очакваната инфлация.

*Основните източници на информация* за показателите, необходими за провеждането на статистическия анализ на динамичната зависимост между инфлация и безработица, са наблюденията на потребителските цени и на работната сила, провеждани от НСИ. На основата на показателите *индекс на потребителските цени* с постоянна база 1995 г. и *коефициент на безработица* са конструирани динамични редове с тримесечна честота за периода 2000 – 2017 г.

Показателите са преобразувани в *адитивни величини* посредством *логаритмична трансформация* (съответно  $p_t$  и  $u_t$ ).

При визуалната инспекция на индекса на потребителските цени е констатирана систематична тенденция към нарастване, като до 2008 г. това става по-бързо, отколкото след 2008 г. Тези изменения се свързват с началото на влиянието на световната финансова криза в България. Наличието на *монотонна статистически значима тенденция* към нарастване в реда е потвърдено и чрез коефициентите на корелация на ранговете на Спирман и Кендал. Чрез изследване на автокорелационната функция, чиито положителни значения намаляват бавно с нарастване на порядъка им, е изказано предположение за тенденция и във вторите моменти.

Показано е, че първите последователни разлики на индекса на потребителските цени ( $\Delta p_t$ ) имат вид на *стационарен процес*, като значенията на автокорелационните коефициенти при измествания от 4, 8, 12 и 16 тримесечия са индикация за наличие на сезонен компонент. Чрез теста на Фишер е доказано, че първите разлики са хетероскедастични, което е основание да се използва тестът за единичен корен на Филипс-Перон. При спецификацията му са използвани четири лага на променливата, за да се отчете наличието на сезонност, а в уравненията на теста са включени компонент на линеен тренд и константа – за първия порядък, и само константа – за втория порядък. Направен е *извод*, че редът на индекса на потребителските цени е интегриран точно от първи порядък, като за превръщането му в стационарен е необходимо да се използват първите последователни разлики.

Установена е *систематична тенденция към намаление* в динамичния ред на коефициента на безработица, която е по-слабо изразена в сравнение с индекса на потребителските цени. Безработицата намалява до края на 2008 г., след което първоначално нараства, а после възстановява движението си към намаление. Отчетливо се забелязва цикличен компонент в развитието на явлението. Наличието на тенденция е потвърдено и чрез коефициентите на корелация на ранговете.

Показано е, че първите последователни разлики на коефициента на безработица ( $\Delta u_t$ ) имат поведение на стационарен процес. Амплитудите на първите разлики на коефициента на безработица се променят след 2008 г., но за разлика от потребителските цени, първоначално вариацията е по-малка, а след 2008 г. нараства. Чрез теста на Фишер е направено заключение, че в реда *има хетероскедастичност*.

Чрез коефициентите на автокорелация при 4, 8, 12 и 16 измествания и модифицираната тестова характеристика на Бокс-Люнг е констатиран *силен сезонен компонент* в динамиката на първите разлики на коефициента на безработица. Промените в равнището и силният сезонен компонент са отчетени



чрез включване в модела на Филипс-Перон на четири лага, константа и линеен тренд – при първи порядък, и константа – при втори порядък. Стига се до заключение, че редът на коефициента на безработица е интегриран точно от първи порядък и чрез първи последователни разлики може да се приведе в стационарен вид.

Извършено е изследване за наличието на дългосрочна равновесна зависимост – коинтеграция, между редовете на индекса на потребителските цени и коефициента на безработица чрез процедурата на Енгъл и Грейнджър. Построено е коинтеграционно уравнение, което е решено по метода на най-малките квадрати. Между двата показателя *не е установена* коинтеграционна зависимост.

Установяването и моделирането на зависимостта между индекса на потребителските цени и коефициента на безработица в краткосрочен план е извършено чрез идентификация, решаване и диагностична проверка на *модел на трансферна функция* между първите последователни разлики на двата реда.

Идентификацията на модела е извършена чрез изследване на кроскорелационната функция. За елиминиране влиянието на сезонния компонент в инфлацията и безработицата е приложена процедура за филтриране на динамичните редове. Построен е модел на авторегресия и плъзгащи се средни на показателя, който се предполага да играе ролята на фактор –  $\Delta u_t$ . Разработеният модел отчита както наличието на сезонност, така и краткосрочната вътрешна динамика:

$$\Delta u_t = \varphi_4 \Delta u_{t-4} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}.$$

Не са открити проблеми при диагностичната проверка, което е основание остатъчните елементи  $\varepsilon_t$  на модела да се приемат за „бял шум“. Конструиран е линеен филтър, чрез който редът на индекса на потребителските цени  $\Delta p_t$  е трансформиран в нов ред  $e_t$ . В резултат на анализа на трансформираните редове чрез кроскорелационната им функция е констатирано, че цените не могат да бъдат резултат, а безработицата не може да е фактор, т.е. зависимостта е в обратната посока – цените са фактор, а безработицата е резултат. Това налага да се построи и оцени *смесен модел на авторегресия и плъзгащи се средни за показателя  $\Delta p_t$* . В него са отчетени тенденцията, сезонността и краткосрочната вътрешна динамика:

$$\Delta p_t = b + \varphi_4 \Delta p_{t-4} + e_t - \theta_1 e_{t-1}.$$

При диагностичната проверка на остатъчните елементи на модела е установен *проблем, свързан с нормалността*. Той е породен от наличието на една отдалечена стойност за третото тримесечие на 2007 г., която предизвиква силен положителен ексцес в разпределението на остатъците. След елиминирането ѝ, остатъците не се отличават от нормалното разпределение и могат да се приемат

за „бял шум“  $e_t$ . На базата на решението на модела е конструиран филтър, с който е трансформиран редът на коефициента на безработица  $\Delta u_t$  в ред  $\varepsilon_t$ .

Въз основа на кроскорелационната функция между  $\varepsilon_t$  и  $e_t$  е идентифициран видът на трансферната функция и са получени предварителни оценки на функцията на реакцията. Последните, от своя страна, са база за извеждане на предварителна оценка на шума. Чрез модел на авторегресия, в който е включено само отместване от четвърти порядък, са характеризирани вътрешните закономерности на шума в трансферната функция.

Изведен и решен е моделът на трансферната функция:

$$\Delta u_t = -1,6584 \cdot \Delta p_{t-1} + 2,5759 \cdot \Delta p_{t-8} + 0,6542 \cdot \Delta u_{t-4} + \omega_t,$$

диагностичната проверка на който не разкрива проблеми, свързани с независимостта, нормалността и хомоскедастичността на остатъчните елементи.

Построената трансферна функция е основание да се направи извод, че зависимостта между инфлацията и безработицата е положителна, т.е. при нарастване на единия показател, другият също нараства. Това става на два етапа, като ефектът през първото тримесечие е негативен ( $\beta_1 = -1,658$ ), което се компенсира от положителното изменение след осмото тримесечие ( $\beta_8 = 2,576$ ).

Във **втория параграф** е изследвана динамичната зависимост между потреблението и доходите в България за периода 2000 – 2017 г. чрез построяване на *комплексен модел*. Той характеризира едновременно дългосрочната равновесна зависимост между показателите чрез коинтеграция и краткосрочните отклонения около равновесието чрез динамичен модел с корекция на грешката.

Отбелязано е, че база за построяването на моделите на динамичната зависимост между потреблението и доходите е функцията на потреблението, която има фундаментално значение за макроикономическия анализ. Доходът е приет за *основен детерминиращ фактор* на потреблението като процес на придобиване и използване на блага за задоволяване на потребности, така че да се минимизират разходите и да се максимизират ползите. Посочено е, че потреблението се изучава и моделира в два аспекта: на обобщено ниво се изследва връзката между доходите на всички домакинства и тяхното потребление; в детайлизиран план се изследва потреблението на отделни стоки в зависимост от доходите.

Представени са основните икономически концепции, описващи динамичната зависимост между потреблението и доходите. Подчертано е, че според *теорията на Кейнс* за влиянието на разполагаемия доход, между потреблението и дохода има зависимост – относителният дял на потреблението намалява с нарастване на дохода. *Теорията за постоянния доход на Фридман* акцентира върху обстоятелството, че текущият доход може да се приеме за сума на два компонента – постоянен доход и случаен доход, а потреблението се обуславя само от постоянния доход. Потреблението, съгласно *теорията за*

*жизнения цикъл на Модилияни*, зависи не само от текущия доход, но и от очакванията за бъдещите доходи и натрупаното до момента богатство.

Като *основен източник на статистическа информация* за осъществяването на анализа на зависимостта между потреблението и доходите в България е посочено наблюдението на домакинските бюджети, осъществявано от Националния статистически институт. Конструирани са динамични редове с тримесечна честота за показателите *парични разходи средно на лице от домакинство* и *парични доходи средно на лице от домакинство*, представени в номинално изражение. За трансформирането им в реално изражение, показателите са дефлирани посредством индекса на потребителските цени при постоянна база 2015 г.

Обосновано е логаритмуването на реалните значения на показателите. Причина, от една страна, е формата на разпределението на доходите – то е логнормално с изявена дясна асиметрия. От друга страна се постига елиминиране на потенциалното наличие на хетероскедастичност в данните за доходите  $x_t$  и разходите  $y_t$ .

Констатирани са общи черти в динамиката на двете явления на базата на графичните образи на двата показателя. Тя се характеризира с *наличието на систематична тенденция* към нарастване и *ясно изразен сезонен компонент*. Сезонността се изразява в намаление през първото тримесечие, последвано от нарастване през второто, третото и четвъртото тримесечие. Детерминистичният характер на тенденцията е потвърден от коефициентите на корелация на ранговете на Спирман и Кендал.

Корелограмите на двата показателя са типични за редове със стохастична тенденция, тъй като значенията на автокорелационните коефициенти намаляват постепенно с нарастване на порядъка им. Първите последователни разлики на реалните парични разходи и реалните парични доходи на лице от домакинство имат вид на *стационарен процес*, което се обуславя от вида на автокорелационната им функция. Установено е, че автокорелационните коефициенти от порядък 4, 8, 12 и 16 са *статистически значими*, което е индикация за наличие на сезонен компонент.

Наличието на детерминистична тенденция в първите моменти на редовете на реалните разходи и доходи налага в теста на Дики и Фулър да се включи линеен тренд, сезонният компонент – сезонни изкуствени променливи, а броят на лаговете на зависимата променлива е определен, съобразно значенията на информационните критерии.

На основата на тестовите характеристики за двата реда е установено, че нулевата хипотеза не може да бъде отхвърлена – динамичните редове на разходите и на доходите на домакинствата са интегрирани поне от първи порядък. Проверката за интеграция от по-висок порядък става на базата на аналогичен

модел на Дики-Фулър, като единствената разлика е, че в него не е включена детерминистична тенденция. Получените тестови характеристики надвишават по абсолютна стойност граничните значения и при 1%, и при 5% риск от грешка, поради което нулевата хипотеза за наличие на интеграция от втори порядък в редовете трябва да бъде отхвърлена. Направено е заключение, че *двата реда са интегрирани от първи порядък*.

Тъй като и двата реда  $y_t$  и  $x_t$  са интегрирани от първи порядък, то между тях може да съществува дългосрочна равновесна зависимост. Проверката за коинтеграция е извършена с процедурата на Енгъл и Грейнджър, като е построено коинтеграционно уравнение, включващо константа и детерминистичен тренд. Проверката за интеграция в остатъчните елементи е извършена на основата на помощно уравнение, чиято спецификация съдържа сезонни изкуствени променливи и изкуствена променлива за отдалеченото значение през първото тримесечие на 2006 г. Получената тестова характеристика има голямо значение по абсолютна стойност и надвишава критичните значения и при 5%, и при 1% риск от грешка. Това дава основание нулевата хипотеза за интегрираност на остатъчните елементи да бъде отхвърлена в полза на алтернативата за стационарност. Така е доказано, че *двата реда – доходите и разходите, са коинтегрирани и зависимостта между тях е реална, а не фалшива*.

*Краткосрочната динамика* между показателите за реалните доходи и разходи, т.е. динамиката на стационарните им части  $\Delta x_t$  и  $\Delta y_t$ , е оценена на основата на модел с корекция на грешката. Той включва сезонните изкуствени променливи, за да се отчете сезонността, както и изкуствената променлива, свързана с отдалеченото значение за първото тримесечие на 2006 г.

Моделът с корекция на грешката е адекватен. Диагностичната проверка на остатъчните елементи не открива статистически значима автокорелация или хетероскедастичност, както и отклонения от нормалното разпределение. Общият му вид е следният:

- Уравнение на дългосрочно равновесно състояние:

$$Y_t = 0,759 \cdot X_t^{1,0394} \cdot e^{-0,0016t};$$

- Отклонение от равновесното състояние:

$$\hat{U}_t = \frac{Y_t}{0,759 \cdot X_t^{1,0394} \cdot e^{-0,0016t}};$$

- Уравнение на краткосрочна динамика с възстановяване на равновесието:

$$\frac{Y_t}{Y_{t-1}} = S_t \cdot \left( \frac{X_t}{X_{t-1}} \right)^{0,9192} \cdot \hat{U}_{t-1}^{-0,3522} \cdot e^{-0,1148\Delta D_{2006}}.$$

Параметрите в уравнението на дългосрочната зависимост изразяват средната склонност към потребление и еластичността на разходите спрямо доходите. Разходите са силно еластични и всяко нарастване на доходите в

дългосрочен план с 1% води до нарастване на разходите на домакинствата с 1,0394%. В същото време на всеки лев доход има приблизително 0,759 лв. разходи. В краткосрочен аспект на всеки прираст в доходите от 1% за тримесечие съответства прираст от 0,9192% в разходите през същото тримесечие. Дългосрочната зависимост между доходите и разходите на домакинствата обуславя стабилно равновесие между тях. При нарушаване на равновесното състояние, се задействат социално-икономически фактори, които го възстановяват. Скоростта на възстановяването се изразява с регресионния параметър  $\gamma = -0,352$ . Отрицателният знак показва, че всяко отклонение в предходен период води до компенсиране в настоящия. Тъй като значението на параметъра (по абсолютна стойност) е относително малко, скоростта на възстановяването на равновесието е сравнително ниска – всяко отклонение изисква продължителен период, за да се компенсира напълно. Получените резултати показват, че след едно тримесечие се компенсират 35,2% от отклонението, но е необходимо да изминат шест тримесечия, за да се компенсира над 90% от отклонението.

### **Заключение**

В заключението на дисертационния труд в синтезиран вид са представени основните резултати от проведеното теоретико-приложно изследване съобразно изследователските цел и задачи. Основният извод, който се налага, е че при статистическия анализ на динамични зависимости моделирането на връзките между социално-икономическите явления среща редица предизвикателства и придобива ново познавателно измерение. Особено значение се отдава на проблемите, свързани с проверките за сезонна интеграция и коинтеграция, третирането на негативното въздействие на отдалечените значения, установяването на вида на нестационарността, наличието на структурни разриви, на променящи се във времето параметри и др. Всичко това налага разширяване на обхвата на съвременните научни изследвания в областта на динамичните зависимости и усъвършенстване на използваните статистико-иконометрични методи и модели.

#### IV. СПРАВКА ЗА ОСНОВНИТЕ НАУЧНИ ПРИНОСИ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Дефинирана е същността на статистическия анализ на динамични зависимости като синтез на класическия анализ на зависимости и анализа на развитието и са изяснени специфичните им. На тази основа са обогатени общите методологични задачи на анализа на зависимости и анализа на динамика и са идентифицирани трудностите и ограниченията, които са резултат от синтеза им.

2. Обоснована е важната роля на предварителния анализ като изследователски процес, при който се прилагат методи, техники и процедури за диагностициране и предотвратяване на проблеми при установяването, оценката и интерпретацията на динамичните зависимости. Обособени са две направления на предварителния анализ, от една страна – разкриване на вътрешно присъщите закономерности на динамичния ред чрез изследване на автокорелационната функция и определяне характера на тенденцията, а от друга – идентификация на времевата синхронизация чрез предварителна оценка на лаговата структура на зависимостта въз основа на кроскорелационния анализ.

3. Критичният анализ на теоретичните основи на моделирането на динамични зависимости дава основание моделите на трансферни функции да се приемат като инструмент за оценяване на единични зависимости при основа на стационарни редове, симултанните модели и векторната авторегресия – за анализ на множествените зависимости при стационарни редове, а моделите на коинтеграция и корекция на грешката – при нестационарни редове, като чрез тях се разкриват както дългосрочната равновесна зависимост между явленията, така и краткосрочните колебания и възстановяването на равновесието.

4. Представени и успешно приложени в настоящото изследване са решения за коригиране наличието на сезонност в динамиката на показателите и отдалечени значения в остатъчните елементи. Проблемите със сезонността могат да бъдат отстранени чрез коригиране на моделите с добавяне на достатъчно лагове на сезонните честоти или чрез сезонни изкуствени променливи, а сериозните измествания в оценките на параметрите и на автокорелационните коефициенти вследствие на отдалечени значения – чрез въвеждане в модела на специална изкуствена променлива, която неутрализира техния ефект.

5. Приложението на модели за анализ на динамични зависимости е илюстрирано чрез емпирично изследване на зависимостите „инфлация – безработица“ и „доходи – разходи на домакинствата“ в България за периода 2000-2017 г. За характеризиране на зависимостта „инфлация – безработица“ е апробиран модел на трансферна функция, чрез който са оценени нейната сила и посока, както и разпределението на факторното влияние във времето. Дългосрочната зависимост „доходи – разходи на домакинствата“ е представена с модел на коинтеграция, а краткосрочната – с модел на корекция на грешката.

## **ДЕКЛАРАЦИЯ** **за оригиналност**

от Евгени Яшков Овчинников,  
редовен докторант към катедра „Математика и статистика“  
при Стопанска академия „Д. А. Ценов“ – Свищов

Декларирам, че представеният от мен дисертационен труд на тема „Проблеми при статистически анализ на динамични зависимости“ за присъждане на образователната и научна степен „доктор“ по научна специалност „Статистика и демография“ е оригинална авторска разработка. Той съдържа резултати, които са получени при проведени от мен научни изследвания. Изводите, описани и публикувани от други учени, са надлежно цитирани в библиографията.

Настоящият дисертационен труд не е прилаган за придобиване на научна степен в друго висше училище или научен институт.

гр. Свищов

Декларатор:  
(Евгени Яшков Овчинников)

**СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ТЕМАТА  
НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД,  
разработен от докторант Евгени Яшков Овчинников**

**I. Студии**

1. Иванов, Л., Е. **Овчинников**. Приложни аспекти на иконометричното моделиране на динамични зависимости. Алманах научни изследвания. СА Д. А. Ценов – Свищов, 2018, с. 183-225.

**II. Статии**

1. **Овчинников, Е.** Статистически анализ на динамични зависимости - теоретични основи и възможности за приложение. Годишен алманах. Научни изследвания на докторанти на СА Д. А. Ценов – Свищов, 2015, с. 606-620.
2. **Овчинников, Е.** Аспекти на статистическия анализ на динамичната зависимост между инфлацията и безработицата в България (2000-2014 г.). Годишен алманах. Научни изследвания на докторанти на СА Д. А. Ценов – Свищов, 2014, с. 129-145.

**III. Доклади**

1. **Ovchinnikov, E., Imbrisca, C.** Application of transfer function analysis in evaluating Okun's law in Bulgaria. Статистиката като наука и практика - традиции и съвременни измерения: Научно-практическа конференция, 20.10.2017 г.: Посвещава се на 80 годишнината от началото на обучението по статистика в СА "Д. А. Ценов", Свищов, 2017, с. 391-397.
2. **Овчинников, Е.** Динамична зависимост между потребление и доходи – коинтеграция и модел с корекция на грешката. Икономическо благосъстояние чрез споделяне на знания: Международна научна конференция, 9-10 ноември 2016 г.: Т.1. Икономика, държава, общество. Свищов, 2016, с. 308-313.