Софийски университет „Св. Климент Охридски“
Стопански факултет

АВТОРЕФЕРАТ

На дисертационен труд на тема:

ДИНАМИКА НА ОСНОВНИ МАКРОИКОНОМИЧЕСКИ ВЕЛИЧИНИ В УСЛОВИЯ НА ХЕТЕРОГЕННИ ОЧАКВАНИЯ

За придобиване на образователна и научна степен
доктор по научна специалност
3.8. Икономика: Политическа икономия

Докторант: **Антон Антонов Герунов**

Научен ръководител: **доц. д-р Георги Менгов**

София
2014 г.

Дисертационният труд на тема „Динамика на основни макроикономически величини в условия на хетерогенни очаквания“ се състои от 202 страници, от които 174 страници основен текст, библиография и четири приложения. Основният текст е разделен в уводна част, пет глави и заключение. Изследването е илюстрирано с 35 графики и 43 таблици с основни резултати. Използваната литература е цитирана в библиографската справка, която включва 198 източника на български и чуждестранни автори.

По темата на дисертацията са направени пет публикации в научни издания в България и чужбина. Резултатите са представени на 16-та Международна годишна конференция на Стопанския факултет, както и на два научни семинара, организирани от катедра „Икономика“. Основни резултати са обсъдени със специалисти по темата както от академичната общност, така и извън нея.

I. Обща характеристика на дисертационния труд

Моделирането на краткосрочната динамика на стопанската система е една от ключовите задачи на съвременната икономическа теория. Колебанията на основни макроикономически агрегати влияят значително върху потреблението, инвестициите и цените на активи, с което и предопределят настоящия стандарт на живот, но и бъдещата траектория на икономическата система. В този смисъл не е изненадващо, че теориите за бизнес цикъла са многообразни и базирани върху широк спектър от теоретични и емпирични съображения както на микроикономическо, така и на макроикономическо ниво (Romer, 1996). Доминиращите макроикономически модели както в неокласическата, така и в неокейнсианската традиция отчитат ролята на индивидуалните очаквания като важно влияние върху динамиката на основните макроикономически величини, но често моделират тези очаквания като рационални. Настоящият дисертационен труд приема различен подход, като изследва възможностите за обогатяване на допускането за рационални очаквания за целите на макроикономическото моделиране.

Това може да стане като се използват основни изводи от интердисциплинарни изследвания на човешкото поведение и се разгледа в детайли процесът на формиране на икономическите очаквания – както на индивидуално, така и на макроикономическо ниво. След като изследваме начина, по който агентите[1] формират прогнозите си, можем да моделираме и по какъв начин агрегираните им очаквания ще влияят върху динамиката на някои основни макроикономически величини като производството, инфлацията и лихвените проценти.

1. Актуалност на изследването

Стъпвайки върху интелектуалната основа на Теорията на полезността и оптимизационното поведение на индивидите, много съвременни теории и произтичащите от тях макромодели постулират поведението на агентите като решаване на дадена оптимизационна задача при определени ограничения[2] – обективни номинални и реални негъвкавости или субективни когнитивни ограничения (Gali, 2008). Подобен тип поведение предполага малки отклонения на реализациите на макроикономическите агрегати от техните фундаментално определени стойности и по-ограничено значение на бизнес циклите. Класът модели, базирани на индивидуална рационалност и динамична оптимизация, се използва успешно за моделиране на краткосрочните икономически колебания, за прогнозиране на непосредствената динамика и за нуждите на политиката. Макар широко приети, те имат и своите проблемни страни (de Grauwe, 2012). По време на глобалната икономическата и финансова криза, започнала през 2007-2008 г., се наблюдава разминаване между прогнозите на моделите и наблюдаваните реализации, а микроикономическите им основи за рационално индивидуално поведение стават все по-

[1] Тук и в рамките на дисертацията под „агенти“ се разбира икономически агенти, които формират очаквания или предприемат действия в стопански контекст.

[2] Например домакинствата решават задача за максимизиране на полезност при дадени бюджетни ограничения, а фирмите – задача за максимизиране на печалба при определена производствена технология и т.н. (Gali, 2008).

трудно защитими. Световната икономическа криза по особено ясен начин открои, че настоящите икономически модели и политики следва да бъдат преосмислени предвид показаните от тях резултати (Blanchard et al., 2010; Colander et al., 2009; Kirman, 2010). Тези развития проправят пътя за разширяването на психологическия елемент и прецизирането на поведенческите уравнения в сега съществуващите макроикономически модели.

Всичко това дава основание за търсене на нов клас модели, включващи по-реалистично поведение на индивидите като предпоставка за увеличена прогностична точност. Развитията в областта на поведенческата икономика могат да послужат като стабилна основа за обогатяване на инструментариума на макроикономическото моделиране. Изследвания в тази област описват индивидуалното поведение в икономически контекст (Camerer, 2003), като очертават набор от относително стабилни и предвидими отклонения от рационалността. Растящият обем изследвания в областта на поведенческите и социални науки дава стабилна теоретична и методологична основа за обогатяване и разширяване на начина, по който икономическата теория формализира индивидуалните избори и поведение (Camerer, 2003a). Опити за включване на поведенчески елементи с цел постигане на по-голяма реалистичност в моделите са особено видими през последните две десетилетия и се смятат за необходими от разширяващ се кръг признати икономисти (Akerlof, 2002).

Ключова характеристика на макроикономическите модели е механизмът, по който се формират очакванията на индивидуалните агенти – чрез структурите на съвкупното търсене и предлагане очакванията имат значителен ефект върху реализираната икономическа динамика и определят курса на формираните икономически политики (Gurkaynak et al., 2007; Clark & Nakata, 2008; Cooper & Willis, 2010). На този етап реалистични поведенчески очаквания са включени в ограничен набор от макроикономически модели на общото равновесие (de Grauwe, 2012), като тези очаквания са аксиоматично зададени. В същото време редица експерименти изследват в лабораторни условия части от процеса на формиране на очакванията при взимане на икономически решения (Camerer, 2003; Duffy, 2008).

В този смисъл е необходимо да се изследва процесът на формиране на очаквания както на макроикономическо, така и на микроикономическо ниво и с помощта на получените резултати да се обогати аналитичната рамка на съществуващите макроикономически модели, така че да се достигне до реалистичен поведенчески модел на общото равновесие с ясно изведени микрооснови. Това е и основният фокус на настоящата дисертация. Използвайки ключови изследвания от областта на поведенческата икономика като отправна точка, дисертационният труд предлага алтернативна формулировка за формиране на икономическите очаквания – тази на хетерогенните очаквания, която включва рационалността като частен случай. Подобно разширение води не само до по-добро разбиране на процесите, които стоят в основата на стопанските цикли, но и позволява по-прецизно моделиране на икономическата система за целите на прогнозирането или провеждането на политика.

2. Обект и предмет на изследването

Обект на изследването е динамиката на основни макроикономически величини в рамките на икономически модел на общо равновесие при формирани ограничено рационални хетерогенни очаквания на стопанските агенти. В рамките на дисертацията ще изследваме движението на два ключови агрегата: производствен разрив и инфлация. Производственият разрив е мярка за отклонението на реализирания в настоящия период брутен вътрешен продукт от неговата потенциална стойност при пълна заетост на икономиката. В този смисъл производственият разрив е естествена мярка за динамиката на бизнес цикъла: положителен разрив характеризира периодите на подем, а отрицателен – на спад. Другият ключов агрегат, който разглеждаме, е индикатор за инфлацията като промяна на общото ценово равнище.

Предмет на изследването е конкретният процес на формиране на икономически очаквания от страна на стопанските агенти (Hommes, 2011). За целите на дисертацията следваме стандартна дефиниция, че очакванията на икономическите агенти са тяхната субективна или обективна оценка за реализацията на определена променлива в бъдещ период (Honkapohja, 2001). Дисертацията се фокусира върху индивидуалните очаквания на потребителите за общата стопанска динамика и за инфлацията в дадена икономика. Предметът е изследван както на микроикономическо ниво, което позволява извеждане на микрооснови за моделирането, така и на макроикономическо ниво, което обезпечава валидността на основните получени резултати.

3. Изследователски хипотези

На базата на прегледа на литературата и събраните емпирични данни, дисертационният труд издига следните хипотези:

- Очакванията на икономическите агенти не са напълно рационални. Поведенчески подход, който предполага хетерогенност при формирането им, в по-голяма степен описва наблюдаемите емпирични данни. Тази теза е в съзвучие със съвременната литература в областта на хетерогенните очаквания[3] (Mankiw and Reis, 2002; Carroll, 2003; Branch & Evans, 2004).
- В поведението на агентите се забелязва набор от евристики[4], които те използват при формирането на своите прогнози (Brock and Hommes, 1997; Hommes, 2011). В този смисъл някои от агентите са рационални, докато други предпочитат да заложат на авторегресионно поведение или да се присъединят към мнението на околните.
- Макроикономическите модели, базирани върху тези поведенчески евристики, предполагат много по-богата динамика, отколкото моделите с рационални очаквания и описват по-коректно реално наблюдаемите реализации на ключови макроикономически величини (de Grauwe, 2012).

[3] Хетерогенните очаквания са формирани от различни индивиди, използващи различни прогностични методи. Съвкупните очаквания в този случай се формират като претеглена средна от различните (хетерогенни) прогнози. При хомогенните очаквания всички агенти използват един и същи подход (най-често рационални очаквания) и оттам съвкупните очаквания съвпадат с очакванията на всеки индивид.

[4] Прости правила, които агентите използват при формиране на мнение или взимане на решение.

На основа на някои съвременни виждания на световната икономическа мисъл, настоящият дисертационен труд извежда микроикономически основи на агрегиран макроикономически механизъм за формиране на очаквания и показва, че поведенческият макроикономически модел генерира собствени бизнес цикли, в които реализациите на основните величини са в много по-широки граници спрямо моделите с рационални очаквания. Това предполага по-внимателно провеждане на макроикономическата политика със засилен фокус върху пазарните настроения.

4. Цел и задачи на изследването

Целта на настоящият дисертационен труд е да се изследват поведенческите характеристики на процеса на формиране на основни икономически очаквания за стопанската динамика и ценовото равнище и те да бъдат включени в аналитичната рамка на съществуващи макроикономически модели. Това ще позволи да се обвържат пазарните настроения[5], формирани в резултат от съвкупните очаквания на икономическите агенти с общата динамика на стопанския цикъл.

За да бъде постигната целта на дисертационния труд са поставени следните задачи:

- Преглед и критичен анализ на теоретичните и емпирични разработки в сферата на икономическите очаквания.
- Преглед и статистически анализ на реални емпирични данни за формиране на очакванията на макроикономическо ниво.
- Иконометрично изследване на анкетни данни за очакванията на агентите.
- Провеждане на лабораторен микроикономически експеримент с цел изследване на процеса на формиране на икономическите очаквания.
- Извеждане на уравнения за формиране на хетерогенни икономически очаквания на базата на изследваните микроикономически и макроикономически данни и включването на тези уравненията в рамките на стандартен макроикономически модел на общо равновесие.
- Провеждане на компютърна симулация на получения поведенчески макроикономически модел с хетерогенни очаквания и сравнение на основните резултати между поведенческия модел и модел, базиран на рационални очаквания.
- Формулиране на конкретни изводи и препоръки за провеждане на макроикономическа политика.

Поставените изследователски задачи позволяват задълбочено опознаване на процесите на формиране на очакванията в техните стопански и психологически измерения и формализиране на основните изводи от тях. Стъпвайки върху изведените математически модели за формиране на очакванията и включвайки ги във формален модел на общо равновесие (de Grauwe 2010, 2010a, 2012), дисертацията може да изпълни поставената цел да разшири познанието за прогностичните методи на агентите, както и

[5] Дефинираме „пазарни настроения“ като агрегираните на макроикономическо ниво индивидуални очаквания, които имат ефект върху икономическата динамика.

да проследи макроикономическата динамика в условия на поведенческо реалистични механизми за формиране на очаквания.

5. Методология на изследването

Изследването в настоящата дисертация е проведено върху емпирични данни, както на микроикономическо, така и на макроикономическо ниво, като анализът е допълнен и с резултати от компютърна симулация на икономически модели. Подходящо е да се използва богат набор от количествени и в по-малка степен качествени методи, които отразяват съвременните тенденции и похвати в сферата на емпиричните количествени изследвания. Анкетните данни за очакванията могат да бъдат анализирани с помощта на статистически методи, които изследват основни статистически характеристики на редовете чрез корелационен и коинтеграционен анализ. Изследванията на макроикономическите данни за очаквания на агентите включват моделиране на времевия ред от очаквания и времевите редове на други основни макроикономически величини с помощта на линейни регресионни модели, авторегресионни модели (ARIMA) и модели от класа GARCH. Особено внимание е обърнато на автокорелационната структура на остатъците (грешките) от регресионните уравнения като сигнали за потенциално неизползвана информация от страна на агентите.

При тестването на експерименталните данни е уместно да се използва стандартен модел за дискретен избор – многомерна логистична регресия, при която се разглежда кои фактори имат статистически значим ефект върху избора на агентите, като са докладвани логистични модели в три различни експериментални условия с нарастваща сложност на стимулите, на които са изложени агентите. На базата на основните изводи от тестването на експерименталните и анкетни данни може да бъде дефиниран набор от евристики, които агентите използват при формирането на своите очаквания. Този набор от евристики е уместно да бъде формализиран и с помощта на механизъм за избор на евристика и агрегация на индивидуалните очаквания и включен в аналитичната рамка на макроикономически модел на съвкупното търсене и съвкупното предлагане.

Разширяването на стандартен модел на съвкупното търсене и съвкупното предлагане с реалистичен процес на формиране на очакванията позволява да се изгради нов поведенчески макромодел, модифицирайки съществуващия средносрочен модел на de Grauwe (2012). Характеристиките на поведенческия макроикономически модел могат да бъдат проследени в рамките на компютърна симулация с множество итерации, която да обезпечи коректно изследване на статистическите характеристики на реализациите. Количественият анализ на данните е допълнен с набор от илюстративни графики и таблици, които дават нагледна представа за динамиката на разглежданите данни.

6. Насоки за бъдеща работа

Дисертационният труд разглежда една сравнително нова научна област, в която голяма част от научните резултатите са все още дискусионни. За целта е използван широк набор от емпирични данни, които са анализирани предимно с количествени, статистически и иконометрични методи. Положени са значителни усилия за получаване на качествени данни и коректен анализ, но въпреки това резултатите следва да се

тълкуват с необходимото внимание и не са безспорни преди да бъдат допълнително потвърдени от други научни изследвания.

Използваните анкетни данни за икономическите очаквания вероятно са примесени с шум и са подвластни на грешки при измерването, което би могло да доведе до леко изместване на оценките. Допълнително следва да подчертаем, че начинът, по който Евростат публикува данните като балансова стойност, не позволява да се изведе конкретна точкова оценка за очакванията на широката общественост. Наличието на балансов индикатор, вместо на конкретна числена стойност, би могло да доведе до леко изместване на оценките на параметрите, при което доверителните интервали следва да се интерпретират с повишено внимание. Вероятно е истинските доверителни интервали да са малко по-широки спрямо докладваните в дисертационния труд.

Проведеното експериментално изследване използва извадка от населението, чиято представителност не е безспорна. Тъй като извадката е хомогенна и се състои от 258 студенти и млади хора, някои от които имат икономическо образование, можем разумно да предположим, че тяхното поведение и механизъм на взимане на решения се различава от тази на генералната съвкупност. Очакваме извадката да е представителна за групата хора с по-голяма склонност да взимат добре обосновани стопански решения. В този смисъл процентът субекти, характеризиращи се с ограничена рационалност, вероятно е подценен в настоящето изследване. Допълнително следва да отбележим и лекото разминаване между анкетните данни и регресионните коефициенти на логистичния модел, което показва, че малък брой участници са дали некоректни отговори в анкетната част на експеримента. В този смисъл изводите от въпросника следва да се интерпретират в светлината на другите резултати.

Моделирането на икономическата динамика при хетерогенни очаквания е тествано в рамките на модел на съвкупното търсене и предлагане, който обаче представя една стилизирана картина на икономиката. Моделът има силен фокус върху реалния сектор, но разглежда финансовия сектор на икономиката в по-малка степен. Макар че е моделирана динамиката на лихвените проценти чрез Централна банка, действаща по правило на Тейлор, следва да отбележим отсъствието на изрично дефиниран процес за увеличаване на паричната маса, което влияе върху общата динамика при отсъствието на активна парична политика. Освен усложняване на структурата на модела, следва да отбележим и нуждата от допълнителна калибрация на някои от параметрите в модела. Параметризацията е обичайна, но не е изключено да се наложи нарочна калибрация при използването на модела за различни икономики. Това няма да промени качествените резултати, но може да доведе до леки изменения на количествените реализации.

Предвид представените ограничения следва да разглеждаме резултатите от дисертационния труд като първи стъпки в една нововъзникваща област, които насочват към нови открития, но и следва да се потвърдят в рамките на други изследвания и при други условия.От особен интерес би било да се потвърдят ключовите изводи от дисертационния труд като се осъществят сходни икономико-психологически експерименти използвайки по-различни извадки или в друг социално-икономически и културен контекст. Това ще позволи да се проследи нивото на рационалност при формиране на икономическите очаквания при различни условия. Допълнително може да

се изследват и причините, които предопределят защо дадения агент използва определена евристика и доколко полезността от определената евристика се корени в други фактори извън прогностичната й точност. Формирането на навици е от особена важност в тази насока, тъй като те привнасят значителна инерция в стопанската система и с това водят до много по-трудно пренастройване на системата при възникване на вътрешни или външни шокове.

Поведенческият макроикономически модел също може да бъде разширен в значителна степен при последващи разработки, в духа на моделите, разработени от Йорданов и Василев (2008) и Лозев (2010). Индивидуалното поведение при потребление, инвестиции и търсене на вносни стоки може да бъде моделирано в обособени блокове от уравнения, като същото се отнася и за фирмените решения при предлагане на стоки. Допълнително може да се усложни представянето на паричния и финансовия сектор като се включи процес на увеличаване на паричната маса. Потенциално разширение би могло да включва и някаква форма на финансово посредничество, с което да се моделира и банковия сектор в дадена стопанска система.

Макромоделът може да бъде калибриран на базата на дълги редове от икономически данни, с което да бъде пригоден за използване за целите на политиката в условията на нашата страна. За да стане това, то следва и да се добави структурен модул, описващ външния сектор и производната динамика на паричната маса и лихвените проценти в условия на валутен борд. Този модул следва да отчете специфичните характеристики и динамика на българското стопанство в условия на Паричен съвет (Заимов и Христов, 2003; Неновски и Христов, 2000; Неновски и Христов, 1999), за да постигне добри прогностични възможности. Подобен модел ще позволи детайлното количествено изследване на ефекта от провеждане на парична и фискална политика в нашата страна.

Задълбоченото разбиране на процеса на формиране на икономическите очаквания и потенциалът за включването му при моделиране на икономическата динамика представляват интерес за широк набор от академични дисциплини: макроикономика, поведенческа икономика, финанси, психология, социология и политическа икономия. Обогатяването на парадигмата за индивидуалната рационалност може да послужи за основа на редица научни и практико-приложни изследвания в тези области. Динамиката на основните макроикономически величини в режим на хетерогенни очаквания представлява интерес и при провеждането на икономическа политика. Прогнозите и изводите от този клас модели могат да бъдат използвани в процеса на изграждане на успешна парична или фискална политика, която в максимална степен да оценки важността на формираните пазарни настроения.

Подобреното разбиране на начина, по който агентите мислят и изграждат прогнози, може да бъде използвано и в сферата на потребителското поведение от фирми и индивиди, желаещи да оценят как техните потребители формират изборите си. В този смисъл настоящият труд представя обзор, но и някои нови резултати от областта на поведенческата икономика, които могат да бъдат използвани за основа на по-дълбоко разбиране на стопанската система и по-успешното й моделиране.

II. Структура на дисертационния труд

Съдържание

Основни означения в дисертационния труд ... 3

Увод ... 4

Глава Първа: Формиране на икономическите очаквания ... 10

1.1. Статични и адаптивни очаквания ... 11

1.2. Рационални очаквания ... 17

1.3. Очаквания, формирани чрез учене ... 24

1.4. Очаквания, базирани на хетерогенна информация ... 29

1.5. Хетерогенни агенти и еволюционна селекция на очакванията ... 33

1.6. Заключение ... 40

Глава Втора: Емпирично изследване на икономическите очаквания ... 42

2.1. Исторически контекст на наблюденията на потребителите и бизнеса ... 43

2.2. Основни емпирични резултати от наблюденията ... 44

2.3. Динамика на очакванията спрямо макроикономическата динамика ... 48

2.4. Прогностични възможности на икономическите очаквания ... 58

2.5. Тестване на хипотезите за формиране на очаквания ... 65

2.6. Заключение ... 78

Глава Трета: Експериментално изследване на икономическите очаквания ... 80

3.1. Обосновка на експерименталното изследване на очакванията ... 81

3.2. Описание на икономическия експеримент ... 84

3.3. Описателни статистики на данните от експеримента ... 87

3.4. Емпирично тестване ... 98

3.5. Основни изводи от експеримента ... 106

3.6. Извеждане на обобщен модел за поведенческо формиране на очакванията ... 109

3.7. Заключение ... 114

Глава Четвърта: Икономическо моделиране при хетерогенни очаквания ... 116

4.1. Базисен макроикономически модел ... 117

4.2. Макроикономически модел в условия на хетерогенни очаквания ... 119

4.3. Особености при Паричен съвет ... 125

4.4. Заключение ... 129

ГЛАВА ПЕТА: МАКРОИКОНОМИЧЕСКА ДИНАМИКА ПРИ ХЕТЕРОГЕННИ ОЧАКВАНИЯ 132
5.1. Параметризация на модела 133
5.2. Икономическа динамика в условия на пълноценна централна банка 135
5.3. Икономическа динамика в условия на паричен съвет 143
5.4. Ключови характеристики на разглежданите модели 147
5.5. Емпирична издържаност на разглежданите модели 158
5.6. Основни изводи за макроикономическата политика 167
5.7. Заключение 170
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 172
БИБЛИОГРАФИЯ 177
ПРИЛОЖЕНИЯ 191
Приложение 1: Корелограми на данните за икономическите очаквания в ЕС-27 191
Приложение 2: Динамика на очакванията и динамика на финансовите пазари 193
Приложение 3: План на икономическите експерименти 197
Приложение 4: Симулационни резултати на макроикономически модели 199

III. Кратко изложение на основните резултати

1. Глава Първа: Формиране на икономическите очаквания

Очакванията на икономическите агенти за развитието на икономическата система заслужено заемат централно място в съвременната икономическа теория. Оценката на тяхната важност далеч не е нов феномен – още в началото на 19-ти век Thornton (1806) ги поставя в центъра на изследването на паричния кредит. Ранни трактати включват и разглеждането на паяжинен модел на пазара от Cheysson (1887). Макар, че Alfred Marshall е свързван с понятието за статични ценови очаквания, Ezekiel (1938) прави първия формален анализ на стабилността на паяжинен модел и ефекта на очакванията в него, които се оказват ключови. Впоследствие голяма част от икономическите модели отчита важността на очакванията (или прогнозите) на агентите, когато те взимат решения във времеви оптимизационен контекст – било то за потребление, спестяване, предлагане на труд и др. Агрегираното микроикономическо поведение води до важни последствия за макроикономическата динамика. Съвременните макроикономически модели съдържат следния затворен кръг[6]: очакванията на агентите предопределят динамиката на важни агрегати (пр. инфлация), а динамиката на тези агрегати носи нова информация, която влияе на прогнозата за тях за следващия период. Очакванията в този смисъл са определящи за равновесието, до което стопанската система ще достигне.

Първите опити за моделиране на очакванията включват статични очаквания, при които икономическите агенти просто прогнозират бъдещата стойност на дадена променлива да бъде равна на миналата такава. Подобен подход е съвсем очевидно неоптимален при значителна динамика на променливата и дава незадоволително емпирично обяснение. Следващата стъпка е очакванията да бъдат моделирани като адаптивни (Nerlove, 1958), при което агентите взимат под внимание и отклоненията в прогнозите си. Ако с $E_t[x_{t+1}]$ означим очакванията в момент t за променлива x в момент $t+1$, то формулировката на адаптивния механизъм е от следния вид:

$$E_t[x_{t+1}] = E_t[x_{t+1}] + \lambda(x_t - E_t[x_{t+1}]). \quad (1)$$

Преобразувайки този израз, се достига до:

$$E_t[x_{t+1}] = \lambda x_t + (1-\lambda)E_t[x_{t+1}]. \quad (2)$$

В тази интерпретация на механизма коефициентът λ се разглежда като относителната тежест, която агентът отдава съответно на реализацията в текущ период и на формираните очаквания. При $\lambda = 1$, адаптивният механизъм се превръща в статичен Адаптивният механизъм не отговаря на въпроса защо това е единствената информация, която агентите използват. Отговорът идва с революцията на рационалните очаквания (Muth, 1961; Lucas, 1972). Според тази теория агентите формират прогнозите си в съответствие с прогнозите на икономическата теория – т.е. очакванията на агентите са просто математическите очаквания за дадените променливи. Ако означим с Θ_t множеството от цялата налична информация, която има отношение към прогнозната

[6] Self-referential Models

стойност на определена променлива x_t, то рационалните очаквания могат да бъдат изразени със следното уравнение:

$$E_t[x_{t+1}] = E[x_{t+1} \mid \Theta_t]. \quad (3)$$

Възможно е да има големи отклонения между очакваните и реализираните стойности, но рационалността диктува, че при наличие на систематична грешка агентите ще я елиминират с цел подобряване на прогнозата си (Mishkin, 1983). Това означава, че очакваната грешка при наличната информация в дългосрочен план е нула, или:

$$E[E_t[x_{t+1}] - x_{t+1} \mid \Theta_t] = 0. \quad (4)$$

Огромните когнитивни изисквания, които тази теория поставя пред хората изглеждат почти непосилни и затова някои от допусканията й се отслабват – агентите не знаят точната структура на икономиката, но се опитват да я научат. Така се раждат очакванията с адаптивно научаване (Sargent, 1993; Evans & Honkapohja, 2001). Адаптивното научаване предполага:

$$E_t[x_{t+1}] = \Psi(Y_t, \theta_{t-1}). \quad (5)$$

При адаптивното учене прогностичното правило $\Psi(Y_t, \theta)$ е базирано на определен иконометричен модел Y_t (т.е. на възприятие за закона за движение), а векторът θ е вектор от неизвестни параметри, които трябва да бъдат изчислени, така че правилото $\Psi(Y_t, \theta)$ да бъде приложено. Прогностичната постановка се завършва с добавяне на правило $\wp$ за изчисляване на θ и за обновяване на използваните данни:

$$\theta_t = \wp(t, \theta_{t-1}, Y_t). \quad (6)$$

За удобство това често се записва в итеративен вид, или:

$$\theta_t = \theta_{t-1} + \gamma_t Q(t, \theta_{t-1}, Y_t). \quad (7)$$

Параметърът γ_t е детерминистичен ред от потенциални подобрения на прогнозата, които определят доколко обновяването й ще бъде чувствително към добавените нови данни, обобщение във функцията $Q(\cdot)$. Изброените теории правят едно ключово допускане – това за хомогенни очаквания, формирани от представителни агенти. На практика стопанската система е значително по-комплексна и именно хетерогенността на очакванията е ключов фактор за обяснение на динамиката й (Mankiw & Reis, 2002; Carroll, 2003). В духа на хетерогенните очаквания се заражда изследователската програма, при която икономическите очаквания са агрегацията на набор от прости правила, които агентите еволюционно избират в зависимост от представянето им (Brock & Hommes, 1997). Еволюционните очаквания дават много по-богата представа за стопанската система, но и внасят значителна неопределеност в моделирането. Въвеждаме вектор от стойности на променливата, която трябва да се прогнозира:

$$X_t = (x_t, x_{t-1}, \ldots, x_{t-n}). \quad (8)$$

Всеки агент разполага с K различни метода за прогнозиране, като с H_t означаваме вектора от тях, така че:

$$\mathrm{H}_t = (H_1(X_{t-1}), H_2(X_{t-1}), \ldots, H_K(X_{t-1})). \tag{9}$$

Следвайки уравнение (9) означаваме очакванията формирани от даден метод за прогнозиране H_j като $E[x_{t+1} \mid H_{j,t}]$. Означаваме с $n_{j,t}$ частта от агентите, които използват метода за прогнозиране H_j (като $0 < j < K$) в даден момент t, откъдето и съвкупните очаквания се изразяват по следния начин:

$$E_t[x_{t+1}] = \sum_{j=1}^{K} n_{j,t} E[x_{t+1} \mid H_{j,t}]. \tag{10}$$

Ако сумата от ползите (настоящи и минали) за всеки агент от използването на някой от методите означим с $B'_j(H_j)$, а разходите за него – със C_j, то нетната полза от всеки метод ще бъде:

$$\begin{aligned} &B_j(H_j) = B'_j(H_j) - C_j \\ &0 < j < K. \end{aligned} \tag{11}$$

Колкото по-голяма е нетната полза в най-широк смисъл (това може да бъде конкретна печалба, минимална прогнозна грешка и др.), толкова повече полезност получава взимащият решение. Оттам и формираме индикатор за ефективността на всеки от методите (U_j), като:

$$\begin{aligned} &U_{j,t+1} = \sum_{k=0}^{M} w_k B_{j,k} \\ &\sum_{k=0}^{M} w_k = 1. \end{aligned} \tag{12}$$

Уравнение (12) показва, че ефективността на даден прогностичен метод е претеглена сума от настоящи и минали ползи, като с w_k са означени съответните тегла. Колкото е по-голяма ефективността на метода, респ. колкото по-голяма нетна полза носи на агентите, толкова е по-вероятно той да бъде използван в следващ период. Оттам нараства и пропорцията $n_{j,t}$ от икономически субекти, които го използват. Тя се задава най-често с логистичен модел за дискретен избор (вж. Manski & McFadden, 1981);

$$\begin{aligned} &n_{j,t+1} = \frac{\exp[\beta U_{j,t+1}]}{Z} \\ &Z = \sum_{j=1}^{K} \beta U_{j,t+1}. \end{aligned} \tag{13}$$

В този модел водещ е интензитетът на смяна на решенията, β. Ако този интензитет е нулев, $\beta = 0$, то ефективността на механизма няма да има никакво значение – агентите ще бъдат равномерно разпределени между всички възможни прогностични методи. Ако $\beta \to \infty$, то уравнение (13) ще клони към неокласическия случай, при който агентите във всеки период избират оптималния прогностичен механизъм.

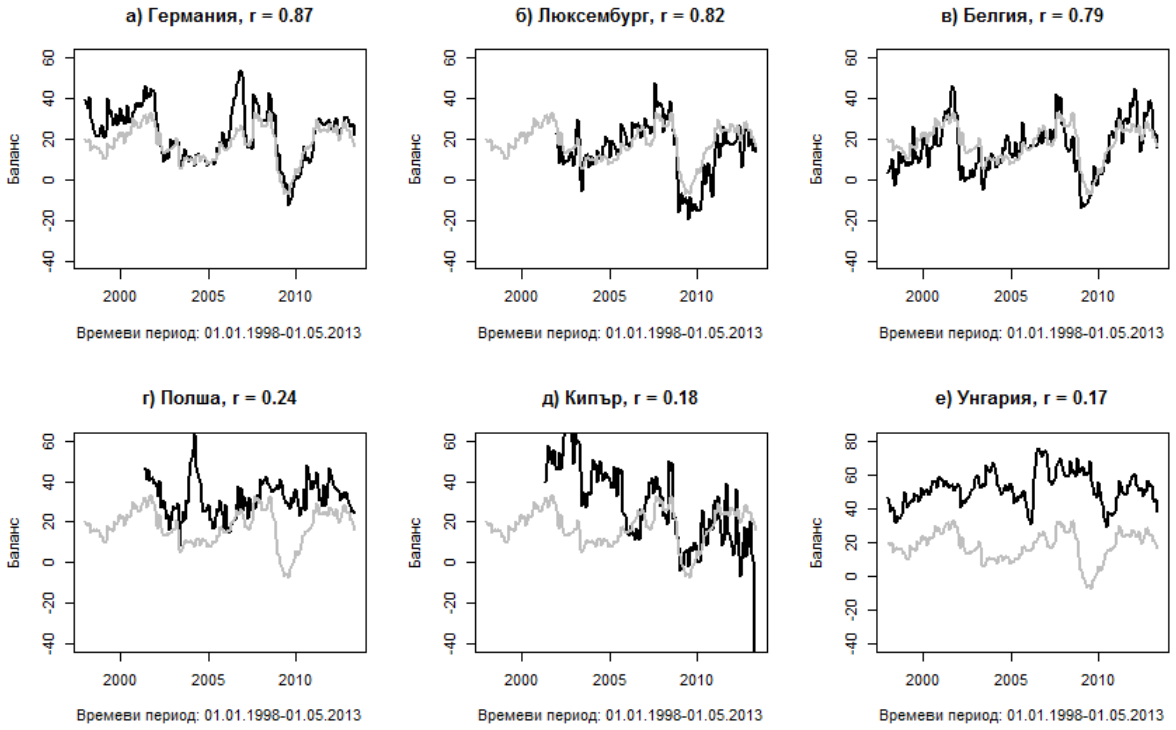
В заключение, всеки от представените модели се фокусира върху различни по своята същност и реалистичност подходи за формиране на очакванията.

2. Глава Втора: Емпирично изследване на икономическите очаквания

Глава Втора разглежда наблюденията на потребителите и бизнеса в исторически контекст и прави обзор на основните емпирични резултати от наблюденията. Първото мащабно събиране на подобни данни започва през петдесетте години на 20-ти век в САЩ. Първоначалният скептицизъм не спира разширяването на анкетните изследвания за икономически очаквания в други икономики – от началото на 70-те години много от страните в Организацията за икономическо сътрудничество и развитие (ОИСР) – Австралия, Канада, Франция, Германия, Италия, Япония и Великобритания – включват анкети за очакванията като част от програмите си за събиране на статистически данни (Golinelli & Parigi, 2004). Европейската статистическа служба Евростат също разполага с анкетни данни за икономическите очаквания за широк спектър от променливи – ценови равнища, финансово състояние на домакинствата, обща среда, обезпеченост на бизнеса с поръчки и др.

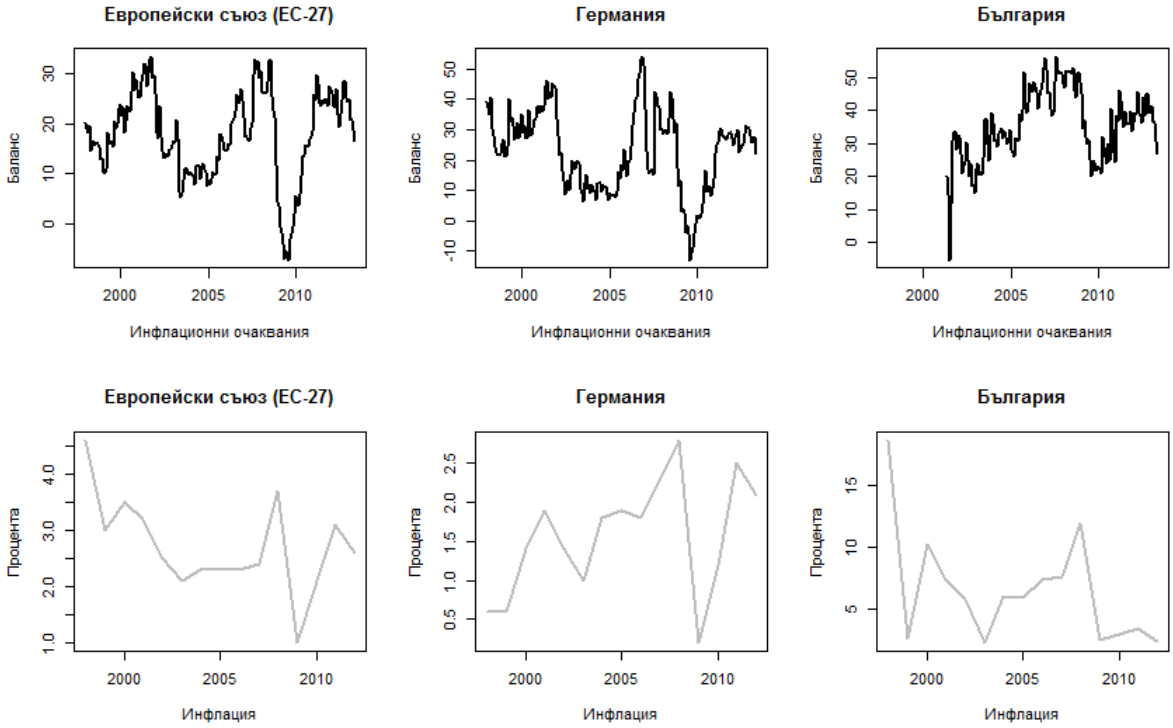
Първият основен извод от изследването, представено в дисертационния труд, е че икономическите очаквания в страните от ЕС-27 са слабо синхронизирани и не се наблюдава конвергенция към средните за Съюза нива. Поради спецификата на икономическите системи и фазата на стопанския цикъл, агентите от отделните държави очакват много различна динамика. Най-синхронизирани към средните нива в ЕС са очакванията за общата икономическа ситуация във Франция, Испания и Люксембург, а най-слабо в Малта, Дания и Естония.

Фиг. 1: Динамика на инфлационните очаквания в изследваната страна (черно) спрямо ЕС-27 (сиво). Панели от а) до в) представят най-силно синхронизираните страни, а г) до е) представят най-слабо синхронизираните.



Инфлационните очаквания са сравнително синхронизирани в страните от Западна Европа, но много по-слабо – в новите страни-членки и в най-силно засегнатите от кризата държави. Наблюдава се групирано синхронизиране на очакванията – групи от сходни държави с голям обем на стокооборота и традиционни икономически и културни връзки формират блокове на държави със синхронизирани очаквания.

Фиг. 2: Динамика на инфлационните очаквания (горе) спрямо реализирана инфлация (долу) в ЕС



Вторият основен извод е, че макар икономическите очаквания да отразяват динамиката и в някои случаи да са водещ индикатор за нея, тази връзка е комплексна и двупосочна. В случая на очакванията за общата икономическа ситуация няма стабилна коинтеграционна връзка между растеж на БВП и очаквания. Подобна връзка не съществува и между очакванията за безработица и реалната безработица. Съществува изразена коинтеграционна връзка между инфлационните очаквания и реализираната инфлация в някои от страните от ЕС, което насочва към идеята, че инфлационните очаквания могат да се използват ползотворно за прогнозиране на инфлационната динамика.

Таблица 1: Тест за коинтеграция на Philips-Ouliaris (1990) при нулева хипотеза за липса на коинтеграция между инфлационните очаквания и реализираната инфлация

Държава	Значимост	Държава	Значимост	Държава	Значимост	Държава	Значимост
ЕС-27	>0.15	Ирландия	**0.021****	Литва	**0.028****	Португалия	**0.021****
Белгия	**0.043****	Гърция	**0.014*****	Люксембург	0.105	Румъния	**<0.01*****
България	**0.046****	Испания	>0.15	Унгария	**0.045****	Словения	**<0.01*****
Чехия	**0.017****	Франция	**0.031****	Малта	>0.15	Словакия	**<0.01*****
Дания	0.123	Италия	>0.15	Холандия	>0.15	Финландия	>0.15
Германия	>0.15	Кипър	>0.15	Австрия	**0.05****	Швеция	0.105
Естония	**0.067***	Латвия	**<0.01*****	Полша	<0.01	Англия	**0.01*****

Допълнителните тестове показват, че времевите редове на разгледаните очаквания – за общата икономическа ситуация, за безработицата и за ценовата динамика могат да бъдат ползотворно използвани за целите на прогнозирането в някои от държавите от ЕС. Безработицата има тенденция да има по-голяма обяснителна сила при по-далечни лагове, а другите два индикатора – при по-близки. Прогностичната сила на разгледаните индикатори може да бъде интерпретирана и в контекста на процеса на формиране на очакванията, като е вероятно тяхната хетерогенност да води и до известно намаление на прогностичната им стойност.

Третият основен извод от настоящата глава е изведен от тестването на основните теории за формиране на очаквания. Адаптивните и рационални очаквания не могат в пълна степен да обхванат динамиката на процеса. Ако агентите използват в максимална степен наличната им информация, това означава, че отклоненията на техните прогнози от реализациите на променливата са случайни (Mishkin, 1983; Das & van Soest, 1997, 1999; Mankiw, 2004). От иконометрична гледна точка това предполага, че няма връзка между грешките, т.е. те не са автокорелирани. Дефинираме следния модел:

$$E_t[\pi_{t+1}] = \beta_0 + \beta_1\pi_t + \beta_2\pi_{t+1} + \beta_3\pi_{t+2} + \beta_4\pi_{t+3} + \varepsilon_t. \quad (14)$$

В този модел с π_t са означени осреднените тримесечни очаквания на домакинствата, а с β_i – съответстващите им регресионни коефициенти. Грешките в това уравнение са разликата между реализираната инфлация за дванадесет месеца напред и очакваната инфлация. При наличие на рационалност грешките не биха били свързани – агентите ще осъзнаят, че в корелираните грешки има информация, която би им помогнала да подобрят своите прогнози и ще я включат в очакванията си, достигайки до:

$$E[\varepsilon_t \mid \varepsilon_{t-1}] = 0 \quad (15)$$

Алтернативно, положителна автокорелация означава неизползвана налична информация и оттам – несъвършена рационалност при формиране на очакванията.Използваният тест за автокорелация е тестът на Дърбин-Уотсън (Durbin & Watson, 1950), като тестовата статистика е:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^{T}(\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{T}\varepsilon_t^{\,2}} \quad (16)$$

Стойностите на тестовата статистика варират в интервала $0 < d < 4$, като статистически значимо по-малките от 2 показват положителна корелация. Разглеждайки изчислените статистики в таблица 2 забелязваме, че стойностите на d варират между 0.17 и 0.95, като за всяка една държава може да бъде отхвърлена нулевата хипотеза за липса на положителна автокорелация на нива на статистическа значимост много под 1%. Наличието на автокорелация между грешките насочва към идеята за информационна неефективност – съществуване на данни, които не са включени в прогнозата. При огромната част от държавите икономическите очаквания са повлияни от краткосрочната динамика, като в общия случай статистическа значимост достига първата тримесечна реализация на инфлацията и по-рядко втората или третата.

Таблица 2: Иконометрично тестване на хипотезата за рационални очаквания. Първият ред представя коефициентите, а вторият – точно ниво на статистическа значимост (p-value).

	Конст.	π_t	π_{t+1}	π_{t+2}	π_{t+3}	Кор. R^2	DW test
ЕС-27	10.49	7.27	2.61	2.10	-1.09	0.06	0.48
	*0.01****	*0.01****	*0.37*	*0.47*	*0.71*		*0.00****
Еврозона	12.48	5.64	2.32	1.40	-1.94	0.01	0.38
	*0.00****	*0.09**	*0.48*	*0.67*	*0.56*		*0.00****
Белгия	7.99	5.88	3.44	4.02	-0.42	0.14	0.56
	*0.01****	*0.01****	*0.15*	*0.09**	*0.86*		*0.00****
България	28.91	2.29	1.01	0.49	0.61	0.13	0.50
	*0.00****	*0.01****	*0.24*	*0.56*	*0.47*		*0.00****
Чехия	26.94	5.84	3.34	4.36	-0.61	0.17	0.48
	*0.00****	*0.01****	*0.16*	*0.06**	*0.79*		*0.00****
Дания	-8.21	6.80	3.98	1.64	1.26	0.01	0.43
	0.12	*0.05***	*0.23*	*0.61*	*0.70*		*0.00****
Германия	23.57	4.15	-0.91	-2.05	-3.04	-0.04	0.37
	*0.00****	*0.32*	*0.83*	*0.62*	*0.46*		*0.00****
Естония	32.06	5.65	2.52	0.71	-1.96	0.08	0.31
	*0.00****	*0.04***	*0.39*	*0.80*	*0.44*		*0.00****
Ирландия	-7.38	15.82	10.44	5.87	7.10	0.62	0.86
	*0.02***	*0.00****	*0.00****	*0.03***	*0.01****		*0.00****
Гърция	29.81	5.19	0.12	-3.81	-2.51	0.06	0.51
	*0.00****	*0.05***	*0.96*	*0.16*	*0.34*		*0.00****
Испания	8.45	3.30	1.85	-0.73	0.01	-0.05	0.27
	0.10	*0.29*	*0.52*	*0.81*	*1.00*		*0.00****
Франция	4.71	8.25	4.18	6.27	1.48	0.15	0.67
	0.13	*0.01****	*0.15*	*0.03***	*0.61*		*0.00****
Италия	-1.77	4.34	5.75	1.01	-1.51	-0.04	0.17
	0.78	*0.43*	*0.27*	*0.84*	*0.79*		*0.00****
Кипър	26.11	2.64	2.19	0.81	0.99	-0.07	0.28
	*0.00****	*0.31*	*0.43*	*0.76*	*0.69*		*0.00****
Латвия	14.23	5.13	3.24	3.11	1.75	0.53	0.33
	*0.00****	*0.00****	*0.06**	*0.07**	*0.25*		*0.00****
Литва	36.70	4.55	4.14	0.90	0.45	0.35	0.33
	*0.00****	*0.01****	*0.02***	*0.60*	*0.79*		*0.00****
Люксембург	14.67	2.63	-1.75	-0.22	-1.36	-0.05	0.38
	*0.01****	*0.29*	*0.47*	*0.93*	*0.57*		*0.00****
Унгария	45.54	2.07	1.41	1.19	0.15	0.02	0.51
	*0.00****	*0.09**	*0.25*	*0.33*	*0.90*		*0.00****
Малта	30.72	2.51	0.81	2.88	0.61	-0.07	0.37
	*0.00****	*0.34*	*0.74*	*0.26*	*0.80*		*0.00****
Холандия	-3.25	9.36	12.57	11.60	8.97	0.32	0.34
	0.49	*0.00****	*0.00****	*0.00****	*0.00****		*0.00****
Австрия	11.05	10.57	5.80	4.94	4.64	0.35	0.59
	*0.00****	*0.00****	*0.02***	*0.06**	*0.07**		*0.00****
Полша	25.70	5.62	1.77	1.93	-0.56	0.26	0.92
	*0.00****	*0.00****	*0.20*	*0.18*	*0.69*		*0.00****
Португалия	23.55	7.74	6.12	0.57	-0.49	0.23	0.46
	*0.00****	*0.00****	*0.00****	*0.78*	*0.81*		*0.00****
Румъния	46.00	3.07	-0.09	-0.88	-0.80	0.22	0.95
	*0.00****	*0.00****	*0.91*	*0.26*	*0.33*		*0.00****
Словения	14.15	4.91	4.51	5.46	5.28	0.33	0.74
	*0.00****	*0.01****	*0.01****	*0.00****	*0.00****		*0.00****
Словакия	23.15	7.16	6.35	3.15	2.10	0.54	0.66
	*0.00****	*0.00****	*0.00****	*0.02***	*0.11*		*0.00****
Финландия	5.00	8.67	7.96	7.72	6.24	0.35	0.54
	0.11	*0.00****	*0.00****	*0.00****	*0.01****		*0.00****
Швеция	11.10	7.84	3.40	1.99	3.60	0.05	0.34
	*0.00****	*0.03***	*0.33*	*0.57*	*0.30*		*0.00****
Обединено кралство	18.28	4.46	0.49	-2.47	-2.06	0.06	0.66
	*0.00****	*0.02***	*0.80*	*0.19*	*0.27*		*0.00****

По-новите подходи като очаквания, базирани на хетерогенна информация (или агенти) и еволюционни очаквания, изглежда обясняват по-добре емпиричните данни. Наблюдава се силно изразен авторегресионен компонент в очакванията, но и тенденция към промяна на прогностичните модели за формиране на нагласите. Нуждата от преминаване от парадигмата на представителен рационален агент към по-реалистично моделиране на стопанските очаквания е видима от представените емпирични резултати. За да бъде подобно моделиране максимално приближено до действителността и със стабилни микрооснови, то следва да бъде изведено от реално наблюдаемо икономическо поведение. Това е именно целта на Трета глава.

3. Глава Трета: Експериментално изследване на икономическите очаквания

С цел изследване на формирането на икономическите очаквания и последващото поведение в стопански контекст беше проведен интердисциплинарен икономико-психологически експеримент[7], симулиращ стилизирана икономика с един сектор и четири фирми-доставчици в него. Целта на участниците е да получат максимално количество от една неопределена стока, наречена „омниум бонум“ (лат. „благо за всеки“), моделирайки по този начин максимизирането на полезност. Емпиричните данни от икономико-психологическия експеримент са събрани от две експериментални сесии, като едната се проведе през месец април 2013 г., а другата – през месец октомври 2013 г. В първата участваха общо 131 души, а във втората – 127, или общият размер на извадката е 258 души. Тъй като всеки от тях участва в 20 кръга от играта, данните позволиха да се формира база данни от 5160 индивидуални решения.

Извадката беше набрана от студентите в Стопанския и Философския факултет на СУ „Св. Климент Охридски“, като основата част от тях са първи и втори курс. Поради началната фаза на обучението им, те не са изложени на теоретичните модели за взимане на решения, което следва да обезпечи, че така изследваната извадка се доближава до случайната такава. Извадката е балансирана и по пол на участниците, като съотношението мъже към жени е близо до 1:1. Въпреки че бяха положени значителни усилия за гарантиране на представителност, все пак трябва да се има предвид, че студентите от университета не са задължително представителни за населението като цяло и получените експериментални резултати трябва да се интерпретират внимателно.

Експериментът се осъществи в компютърно-оборудвани зали, като участниците трябваше да направят избор на доставчик в рамките на специално разработен интерфейс. След завършването на 20-те кръга на играта, всеки участник попълва икономически въпросник, в който той описва използваните стратегии при формиране на своите избори с помощта на затворени въпроси с отговори от типа Да/Не или ликертови скали. Накрая на играта събраното количество „омниум бонум“ се превръща в реална парична сума, която се изплаща на участника. Макар участникът в експеримента да няма информация за процеса, определящ реалните доставки на никоя от четирите фирми,

[7] Експериментът беше проведен под ръководството на доц. д-р Георги Менгов, а психологическите аспекти са консултирани от проф. д-р Ирина Зиновиева. Проектът беше финансиран от средства на ОПРЧР, договор № BG051PO001-3.3.06-0012.

експерименталният план е такъв, че най-големи доставки се осъществяват от фирма C, следвана от B, D и най-малки – от A. Намаляването на средното доставено количество е свързано и с намалено стандартно отклонение на доставката. По-опростен вариант на този икономико-психологически експеримент е изследван от Mengov et al. (2008) и Менгов и Георгиев (2013).

Така структурираният експеримент дава възможност за изследване на влиянието и на редица други фактори при формирането на очаквания (и оттам – решения). Подобен подход позволява от реалните избори на агентите да се изведат заключения за очакванията, които са довели до тях. Това е така, тъй като в играта няма сделкови разходи и избора на доставчик е обвързан само и единствено с очакваното количество на доставката, но не и с потенциални други съображения по транзакцията. След приключването на експеримента, участниците са помолени да попълнят въпросник за начина, по който са подходили към играта и кое, според тях, ги е накарало да формират определени очаквания и да направят изборите, които са направили. Това интервю добавя допълнителни нюанси към разбирането на процеса на формиране на очаквания, като добавя и триангулация на тестването на някои основни въпроси.

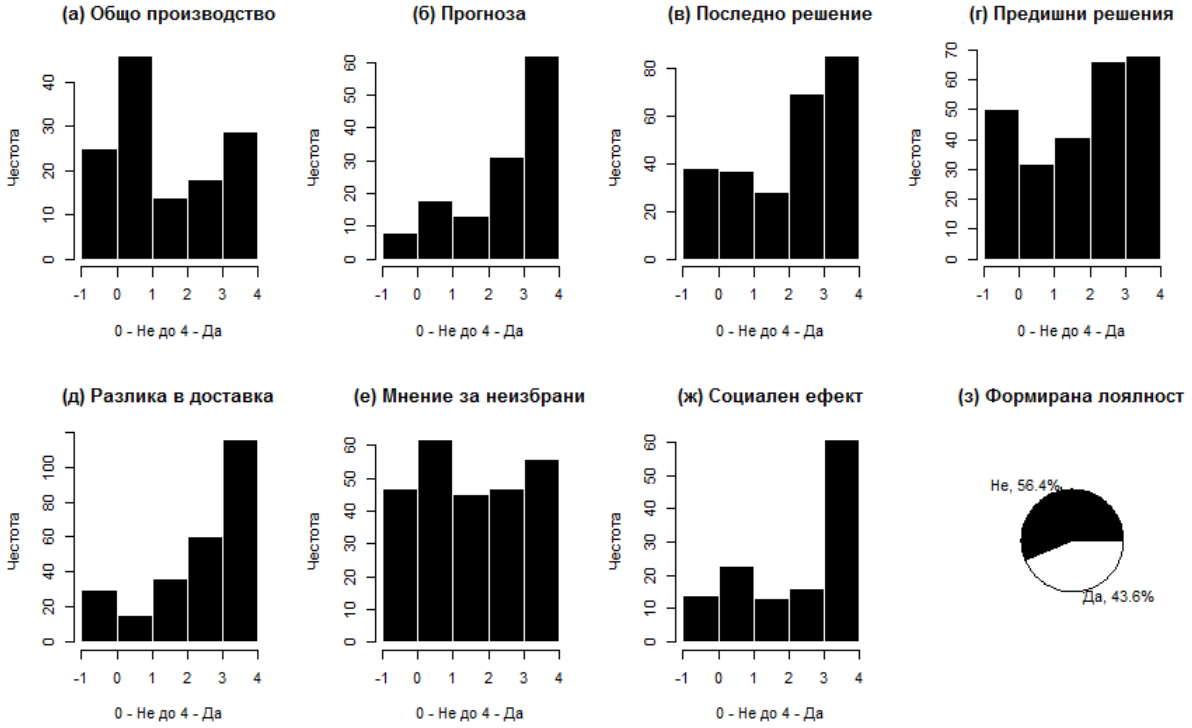
Наблюдава се голям процент участници, които съзнателно са се опитали да формират повече или по-малко рационална стратегия в процеса на икономическия експеримент – 93% от всички играчи отговарят положително на въпроса дали имат стратегия (Фигура 3). Близо 40% от участниците променят своята стратегия в процеса на експеримента. Последната графика на фиг. 3 показва и, че в голямата си част участниците не са сигурни доколко използваната от тях стратегия е била оптимална и биха били склонни да я променят и да експериментират с друг подход при една евентуална следваща игра. Тези резултати показват, че играчите рационално се опитват да формират относително оптимална стратегия, като експериментират с различни подходи, които комбинират. Това поведение ще доведе до наблюдаема хетерогенност на агрегирано ниво, при която общите очаквания в системата биха били претеглените резултати от различни прогностични стратегии.

Фигура 3: Отговори на въпросите доколко участниците използват различни стратегии

Представените резултати на фиг. 4 показват, че агентите взимат под внимание голям набор от стимули, докато формират своите очаквания и последващи действия, но на дневен ред стои въпросът кои от тези стимули имат водеща роля при конфликтна

информация. Като част от интервюто участниците трябва да определят (подредят) кой от стимулите, на които са изложени, е първи по важност.

Фигура 4: Хистограми на влиянието на отделни фактори върху очакванията и решенията



За изследване на избора се използва инструментариумът на логистичната регресия. Тя е част от клас модели за прогнозирани на дискретни зависими променливи (y), при които вероятността $P(y|x)$ за определен изход при даден вектор от независими променливи x е:

$$P(y=1\,|\,x)=P(y=1\,|\,x_1,x_2,\ldots,x_n). \tag{17}$$

При логистичната регресия тази функция G е логистичната функция, като:

$$G(\beta_0+\beta_1x_1+\ldots+\beta_nx_n)=\frac{\exp(\beta_0+\beta_1x_1+\ldots+\beta_nx_n)}{1+\exp(\beta_0+\beta_1x_1+\ldots+\beta_nx_n)}=\frac{e^{\beta_0+\beta_1x_1+\ldots+\beta_nx_n}}{1+e^{\beta_0+\beta_1x_1+\ldots+\beta_nx_n}} \tag{18}$$

Едномерната логистична регресия дава идея за увеличение на вероятностите за дадено събитие при увеличение на някоя от независимите променливите в експонентата на уравнението. Многомерната логистична регресия е обобщение на тази идея като сравнява увеличената вероятност за настъпване на дадено събитие или дискретно състояние с дадено базисно състояние.

В най-сложната изследвана ситуация участниците са изложени на редица стимули – те получават не само данните за резултати от поръчката си, но и прогнозни данни за общото производство, статистически данни за настоящото производство, както и нивата на удовлетвореност на другите участници.

Таблица 3: Резултати от многомерна логистична регресия върху индивидуалните избори

Променлива	**Коефициент**	**Стандартна грешка**	**Т-статистика**	**Точно ниво на значимост**
2:(константа)	0.576	0.362	1.591	0.112
3:(константа)	0.402	0.347	1.159	0.247
4:(константа)	0.917	0.374	2.455	**0.014****
2: Време за избор	0.000	0.000	1.543	0.123
3: Време за избор	0.000	0.000	2.904	**0.004*****
4: Време за избор	0.000	0.000	2.106	**0.035****
2: Разлика в t-1	-0.005	0.003	-1.874	**0.061***
3: Разлика в t-1	-0.001	0.003	-0.311	0.756
4: Разлика в t-1	-0.000	0.003	-0.136	0.892
2: Разлика в t-2	-0.002	0.003	-0.727	0.467
3: Разлика в t-2	-0.002	0.003	-0.634	0.526
4: Разлика в t-2	-0.003	0.003	-1.100	0.271
2: Разлика в t-3	-0.003	0.003	-0.924	0.356
3: Разлика в t-3	0.000	0.003	0.102	0.919
4: Разлика в t-3	-0.002	0.003	-0.482	0.630
2: Удовлетворение в t-1	0.054	0.040	1.327	0.185
3: Удовлетворение в t-1	-0.027	0.039	-0.686	0.493
4: Удовлетворение в t-1	-0.011	0.042	-0.257	0.797
2: Удовлетворение в t-2	0.040	0.041	0.993	0.321
3: Удовлетворение в t-2	0.018	0.039	0.452	0.651
4: Удовлетворение в t-2	0.062	0.042	1.451	0.147
2: Удовлетворение в t-3	0.019	0.039	0.491	0.624
3: Удовлетворение в t-3	-0.022	0.038	-0.578	0.564
4: Удовлетворение в t-3	-0.030	0.041	-0.744	0.457
2: Избор в t-1	-0.035	0.067	-0.529	0.597
3: Избор в t-1	-0.022	0.064	-0.348	0.728
4: Избор в t-1	-0.253	0.070	-3.634	**0.000*****
2: Избор в t-2	-0.123	0.067	-1.847	**0.065***
3: Избор в t-2	-0.048	0.064	-0.754	0.451
4: Избор в t-2	-0.118	0.070	-1.686	**0.092***
2: Избор в t-3	0.046	0.067	0.690	0.490
3: Избор в t-3	0.180	0.064	2.800	**0.005*****
4: Избор в t-3	0.115	0.070	1.648	**0.099***
2: Репутация A	-0.099	0.021	-4.642	**0.000*****
3: Репутация A	-0.068	0.020	-3.435	**0.001*****
4: Репутация A	-0.076	0.022	-3.480	**0.001*****
2: Репутация B	0.039	0.016	2.399	**0.016****
3: Репутация B	-0.005	0.016	-0.288	0.773
4: Репутация B	0.026	0.017	1.496	0.135
2: Репутация C	0.024	0.013	1.809	**0.070***
3: Репутация C	0.030	0.012	2.416	**0.016****
4: Репутация C	0.013	0.014	0.947	0.344
2: Репутация D	-0.021	0.018	-1.129	0.259
3: Репутация D	-0.051	0.018	-2.886	**0.004*****
4: Репутация D	-0.014	0.019	-0.714	0.476
2: Бизнес цикъл	-0.075	0.136	-0.552	0.581
3: Бизнес цикъл	0.061	0.130	0.472	0.637
4: Бизнес цикъл	-0.090	0.142	-0.638	0.524
2: Агрегати	-0.063	0.138	-0.455	0.649
3: Агрегати	-0.270	0.131	-2.057	**0.040****
4: Агрегати	-0.280	0.144	-1.949	**0.051****
Вярно прогнозирани	**38.2%**		**R^2 на McFadden**	**0.025**

Данните за средната удовлетвореност на участниците и нивото на удовлетвореност от последния кръг позволяват да се изчисли ефективната репутация на дадения доставчик, което се добавя като независима променлива в уравнението на логистичната регресия за всеки отделен доставчик (променливи Репутация A, Репутация B, Репутация C, Репутация D). Зависимата променлива, която изследваме, е изборът на доставчик като индикатор за формирани индивидуални очаквания. Като независими променливи в регресията се включват времето, което агентът изразходва за направата на избора си (Време за избор), разликата между доставено и обещано количество в трите предишни кръга (Разлика в t-1, Разлика в t-2, Разлика в t-3), удовлетворението от доставката в три предишни кръга (Удовлетворение в t-1, Удовлетворение в t-2, Удовлетворение в t-3) и изборът на участника в три предишни кръга (Избор в t-1, Избор в t-2, Избор в t-3). В уравнението са включени и индикаторни променливи за наличието на икономически цикъл (Бизнес цикъл) и информация за икономическите агрегати (Агрегати). Логистичните регресии са с включена константа (отрез).

В условия на увеличен брой стимули, времето, необходимо за размисъл от страна на агентите (time1) достига статистическа значимост при два от три случая – при превключване от A към C (под 1%) и от A към D (под 5%). Това показва, че при усложнена среда разходите за когнитивна обработка на информацията влияят върху реално направените избори, като колкото повече време агентите обмислят избора си, толкова по-вероятно е да превключат към нов доставчик. Наблюдаваме, че репутацията на най-„добрия“ и на най-„лошия“ доставчик имат ефект върху изборите на агентите. Отново се запазва тенденцията играчите да имат силно изразено формиране на навик при избора, като предишни избори влияят значимо върху настоящите такива. От девет индикатора, свързани с лаг на избран доставчик, пет са значими на нива на съгласие под 10%, а три – под 1%. Наличието на икономическите агрегати също продължава да има сериозно влияние, като при две от трите превключвания от доставчик A към друг доставчик техният ефект достига статистическа значимост на ниво от 5%.

Общите качества на настоящия модел са нелоши, като процентът правилно прогнозирани избори достига до 38.2%. За сравнение, прогнозирането на случаен принцип би довело до 25% правилно прогнозирани избори. Резултатите от формалното моделиране на избор в максимално реалистична ситуация потвърждават хипотезата, че агентите формират навици при избора си, опитват се да действат стратегически, но и се влияят от социалната среда, в която се взима решението. Подобни резултати показват богатите нюанси, които влияят в различна степен на различните участници и насочват към идеята, че хипотезата за рационален представителен агент може да бъде обогатена в значителна степен с конкретни експериментални резултати. Преди всичко, резултатите от логистичните регресии показват силно авторегресионно поведение на участниците. Част от участвалите в експеримента подхождат рационално към формирането на техните очаквания. Заслужава да отбележим и силния ефект на социалната среда върху взимането на индивидуални решения.

На базата на тези експериментални резултати можем да дефинираме обобщен поведенчески модел на формиране на очакванията с ясно изведени микроикономически основи. Общият модел на хетерогенни очаквания позволява както различни агенти да използват различни прогностични методи, така и те да променят използваните методи

във времето предвид тяхното относително представяне. В настоящето представяне използваме основната постановка на модела на Brock & Hommes (1997), но разширяваме с елементи от Branch (2004, 2007) и Hommes (2011). Дефинираме с $H(x_t)$ множеството от методи (евристики), които стопанските субекти използват, за да прогнозират определената променлива x_t:

$$H(x_t) = \{H_1(x_t), H_2(x_t), \ldots, H_n(x_t)\}. \tag{19}$$

Полезността, която агентите получават от използването на определена евристика, зависи от това доколко е точна генерираната от нея прогноза, т.е. какво е отклонението на реализираната стойност от очакваната такава, или:

$$U_t(H_i(x_t)) = -U[(E_{H_i}(x_t) - x_t)^2]. \tag{20}$$

Усложнявайки поведението на агентите, те взимат предвид не само представянето на прогностичния метод в настоящ период, но и представянето му в предишни периоди (т.е. агентите имат „памет“). Силата на паметта можем да моделираме, използвайки параметъра w и добавяйки предишната стойност на полезност към (20), за да достигнем до:

$$U_t(H_i(x_t)) = -U[(E_{H_i}(x_t) - x_t)^2] + wU_{t-1}(H_i(x_{t-1})). \tag{21}$$

В контекста на хетерогенните очаквания следва да отбележим, че използването на различен тип евристики е свързано с различни когнитивни и транзакционни разходи за агентите. Например, формирането на рационални очаквания предполага запознаване с голям обем икономическа информация докато предположението за статичност на прогнозата не предполага подобни усилия. Оттук следва, че използването на различни евристики е свързано и с различни разходи C_i, които могат да бъдат включени в уравнение (20) или (21), достигайки до:

$$U_t(H_i(x_t)) = -U[(E_{H_i}(x_t) - x_t)^2] + wU_{t-1}(H_i(x_{t-1})) - C_i. \tag{22}$$

Уравнение (22) може да бъде опростено, като предположим, че полезността на агента е директно равна на средната квадратична грешка, или:

$$U_t(H_i(x_t)) = -[(E_{H_i}(x_t) - x_t)^2 + C_i] + wU_{t-1}(H_i(x_{t-1})). \tag{23}$$

След като са дефинирани изборите и полезността, която те носят, остава да уточним механизма на превключване. Използвайки логит модел получаваме, че пропорцията $n_{i,t}$ от агенти, които ползват метод H_i в момент t, е равна на:

$$n_{i,t} = \frac{e^{U_{i,t-1}}}{\sum_{i=1}^{n} e^{U_{i,t-1}}} = \frac{\exp(U_{i,t-1})}{\sum_{i=1}^{n} \exp(U_{i,t-1})}, \qquad \sum_{i=1}^{n} n_{i,t} = 1. \tag{24}$$

Знаменателят на горното уравнение е нормализиращ фактор, който обезпечава, че вероятностите ще се сумират до 1. Това уравнение може да бъде разширено, като вземем

предвид факта, че агентите имат определена средна интензивност на избора на методи, т.е. имат определена склонност β да превключват прогностичните си подходи, или:

$$n_{i,t} = \frac{e^{\beta U_{i,t-1}}}{\sum_{i=1}^{n} e^{\beta U_{i,t-1}}} = \frac{\exp(\beta U_{i,t-1})}{\sum_{i=1}^{n} \exp(\beta U_{i,t-1})}. \quad (25)$$

Възможно е този модел да бъде допълнително разширен, така че да включва и формирането на навици от страна на стопанските субекти. Емпирично се наблюдава известна устойчивост на избора – т.е. веднъж решили да използват определена евристика, агентите имат тенденцията да се придържат към нея. Добавяйки този фактор δ достигаме до най-общата форма на модела:

$$n_{i,t} = \delta n_{i,t-1} + (1-\delta)\frac{e^{\beta U_{i,t-1}}}{\sum_{i=1}^{n} e^{\beta U_{i,t-1}}} = \delta n_{i,t-1} + (1-\delta)\frac{\exp(\beta U_{i,t-1})}{\sum_{i=1}^{n} \exp(\beta U_{i,t-1})}, \quad (26)$$

$$0 \le \delta < 1.$$

В случай, че $\delta = 0$, уравнението се редуцира до модела в Brock & Hommes (1997). От друга страна, ако $0 < \delta < 1$, то първият член на уравнението въвежда известен инерционен елемент. Подобна устойчивост се наблюдава и в експерименталните данни, тъй като не всички агенти променят прогностичните си стратегии всеки период или по едно и също време (Hommes et al., 2005; Diks & van der Weide, 2005).

Изведеният в настоящия дисертационен труд разширен модел има редица предимства спрямо стандартното моделиране на представителен агент, формиращ рационални от формално-математическа гледна точка очаквания. Сред тях си струва да отбележим:

- Поведенческият модел с хетерогенни очаквания има стабилни микроикономически основи. В редица психологически експерименти, вкл. в представения в настоящата дисертация, се наблюдават емпирично характеристики на агентите, които този модел обхваща.
- Моделът е издържан от математическа гледна точка, като се характеризира с изчислимост и интуитивна интерпретация. Като такъв той може да бъде изследван емпирично и да бъде интегриран безпроблемно в основни структурни икономически модели.
- Моделът е дефиниран в достатъчно обща форма, така че при промяна на параметрите да може да описва различен тип поведение. Той може да обхване както хетерогенни, така и хомогенни очаквания на агентите, да моделира очакванията като изцяло рационални или като ограничено рационални, да включва или не устойчивост на избора и формиране на навици, да бъде използван при различна интензивност на избора. В този смисъл, представеният поведенчески модел е обобщен модел на формиране на очаквания.

4. Глава Четвърта: Икономическо моделиране при хетерогенни очаквания

Развитието на съвременната макроикономика и финанси води до по-пълноценно включване на интердисциплинарни резултати, които да послужат като микрооснови за

агрегираните уравнения и да доведат до по-издържани емпирични макроикономически модели. Четвърта глава представя един базисен макроикономически модел в неговия общ вид и на базата на Теорията на случайната полезност (Random Utility Theory) показва по какъв начин емпиричните резултати от Глава Трета могат да бъдат включени в него, достигайки до модела, представен от de Grauwe (2010a, 2012). Използвайки резултатите от проведения икономико-психологически експеримент, можем да разширим модела по такъв начин, че да включва и влиянието на социалната динамика върху траекторията на стопанско развитие. В настоящата глава предлагаме и друго разширение на модела на de Grauwe (2010a, 2012), което да отчете стопанската динамика на поведенческия макромодел в условия на Паричен съвет – тема от особена важност при провеждане на макроикономическа политика в България.

Структурата на базисния макроикономически модел, който представяме тук, се състои от уравнение на съвкупното търсене, уравнение на съвкупното предлагане и правило за определяне на лихвените проценти. И трите криви са изведени в резултат на индивидуално оптимизационно поведение на агентите. Този модел е представителен за класа на редуцираните динамични стохастични модели на общо равновесие и следва стандартната логика на макроикономическото моделиране (Gali, 2008; Woodford, 2003, Smets & Wouters, 2003). Кривата на съвкупното търсене е изведена от задачата за максимизация на полезност от страна на представителен потребител (вж. Gali, 2008, Глава 2) и е от следния вид:

$$\begin{aligned} & y_t = E_t[y_{t+1}] + a_2(r_t - E[\pi_{t+1}]) + \varepsilon_t, \\ & a_2 < 0, \end{aligned} \tag{27}$$

където с y_t е означен производствения разрив в период t, с r_t – номиналните лихвени проценти, с π_t – инфлацията, ε_t е случайна грешка (шок на търсенето), а $E[.]$ е оператор за очакванията агентите.

Кривата на съвкупното предлагане може да бъде изведена от оптимизационното поведение на производителите, при което те се стремят към максимална печалба (вж. Gali, 2008, Глава 3). Правейки допускането за номинални негъвкавости, при които производителите не могат да променят цените си веднага поради структурни причини, можем да достигнем до следната версия на уравнението на съвкупното предлагане (наричано и Новата Кейнсианска крива на Филипс):

$$\begin{aligned} & \pi_t = b_1 E[\pi_{t+1}] + b_2 y_t + \eta_t \\ & b_1 > 0. \end{aligned} \tag{28}$$

В уравнение (28) означенията са отново стандартни, като с b_2 е означена степента на негъвкавост на цените, а η_t е случайна грешка (шок на предлагането). Уравненията (27) и (28) определят ендогенните променливи в модела (инфлация и отклонение на БВП от потенциала му) при определени стойности на лихвените проценти. За определяне на лихвата използваме правило на Тейлор (Taylor, 1993), което описва поведението на Централната банка. То е от следния вид:

$$r_t = c_1(\pi_t - \pi^*) + c_2 y_t + c_3 r_{t-1} + u_t, \tag{29}$$

където с π^* е означена инфлацията, която Централната банка цели да постигне, а параметрите c_1 до c_3 показват какво значение отдава политиката на банката съответно

на отклонението на инфлацията от целта ѝ, на икономическата стабилизация и на изглаждането на лихвените проценти. За да е стабилен представеният модел се поставя условието:

$$c_1 > 1. \tag{30}$$

Ако поддържането на нисък производствен разрив или пълна заетост не е част от мандата на Централната банка, стойността на параметъра c_2 ще бъда нула. Последният член на уравнението (29) представя доколко ЦБ осъществява изглаждане на лихвите или в алтернативна интерпретация представлява инерцията на лихвените проценти. Както и в предишните уравнения u_t е дефинирана като случайна нормално разпределена грешка, чиято икономическа интерпретация е на шок върху лихвените проценти. Очакванията на агентите са съвършено рационални, като представляват неизместеното математическо очакване за стойностите на прогнозираните променливи при дадено информационно множество Θ_t, или общите очаквания на домакинствата се задават със следните уравнения:

$$\begin{aligned} E_t[y_{t+1}] &= E_t[y_{t+1} \mid \Theta_{t,1}] \\ E_t[\pi_{t+1}] &= E_t[\pi_{t+1} \mid \Theta_{t,2}]. \end{aligned} \tag{31}$$

Базисният модел е решим както аналитично в условия на рационални очаквания, така и числено чрез пресмятане на параметрите, които го удовлетворяват. Използвайки уравнения (27), (28) и (29) можем да пренапишем модела в матрична форма, като:

$$\begin{bmatrix} 1 & -b_2 & 0 \\ 0 & 1 & -a_2 \\ -c_1 & -c_2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \pi_t \\ y_t \\ r_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 & 0 & 0 \\ -a_2 & a_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E[\pi_t] \\ E[y_t] \\ E[r_t] \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \eta_t \\ \varepsilon_t \\ u_t \end{bmatrix}. \tag{32}$$

Полагайки:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & -b_2 & 0 \\ 0 & 1 & -a_2 \\ -c_1 & -c_2 & 1 \end{bmatrix}, Z_t = \begin{bmatrix} \pi_t \\ y_t \\ r_t \end{bmatrix}, \Phi = \begin{bmatrix} b_1 & 0 & 0 \\ -a_2 & a_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \nu_t = \begin{bmatrix} \eta_t \\ \varepsilon_t \\ u_t \end{bmatrix}, \tag{33}$$

достигаме до следната форма на модела:

$$AZ_t = \Phi E_t[Z_{t+1}] + \nu_t. \tag{34}$$

Решението на модела задава вектора от ендогенни променливи, които са определени в рамките му, като може да се разглежда и тяхната динамика за определени периоди от време. Общият вид на това решение е:

$$Z_t = A^{-1}\{\Phi E_t[Z_{t+1}] + \nu_t\}. \tag{35}$$

Логиката на моделирането, представена дотук, може да бъде използвана и за икономика, съставена от групи агенти с високо ниво на хетерогенност между отделните групи и високо вътрешно-групово ниво на хомогенност. Това би означавало, че можем да разделим всички агенти в големи блокове според типа евристика, която използват, за да формират очакванията си. Ако всички агенти използват една и съща евристика, това би означавало, че броят групи в системата е един и допускането за представителен агент е

теоретично оправдано. От друга страна, ако всеки агент използва различна евристика, то броят групи в системата би бил равен на броя на агентите в нея. На практика реалните икономики са между тези два крайни случая – в тях има неголям брой различни групи агенти, всяка от които използва различен тип евристика – пр. рационална оптимизация, адаптивно поведение, екстраполация на предишни стойности и др. (Branch, 2004). Подобна конфигурация може да се моделира, като първоначално се определи какъв е относителният дял на всяка от тези групи, използвайки уравнение (25) или (26) в зависимост от нивото на устойчивост на очакванията и впоследствие резултатът от всяка евристика се претегли спрямо относителния дял на групата която я ползва, т.е. спрямо вероятността тя да бъде избрана. По този начин агрегираните икономически очаквания придобиват следния общ вид:

$$E_t[x_{t+1}] = \sum_{i=1}^{n} n_{i,t} H_{i,t}(x_{t+1}). \tag{36}$$

Основните изводи, които се налагат след анализ на данните от проведения експеримент е, че част от агентите имат рационално поведение, друга част имат силно изразено авторегресионно (или екстраполативно) поведение, а част от тях се влияят от социалната среда, в която трябва да формират своите очаквания и избори. Това води до използването на три основни типа евристики: рационална прогноза, екстраполативна прогноза и следване на прогнозите на другите, или:

$$\begin{aligned} H_{1,t}(x_{t+1}) &= E[x_{t+1} \mid \Theta] \\ H_{2,t}(x_{t+1}) &= x_{t-1} \\ H_{3,t} &= \begin{cases} H_{1,t}, n_{1,t} > n_{2,t} \\ H_{2,t}, n_{1,t} < n_{2,t} \end{cases}. \end{aligned} \tag{37}$$

Следва да отбележим, че от математическа гледна точка ефективните евристики се редуцират до две, но наличието на трета социална евристика може да се използва като мярка за пазарните настроения и по този начин има собствен нетривиален икономически смисъл. Поведенческото формиране на очаквания, представено по този начин, може директно да бъде включено в базисния макроикономически модел, като това представяне има предимството коректно да отразява основни психологически характеристики на икономическия агент, но и да бъде математически решимо и икономически издържано. Евристиките, които агентите използват при формиране на очакванията за производствен разрив, са следните:

$$\begin{aligned} H_{1,t}(y_{t+1}) &= E[y_{t+1} \mid \Theta] \\ H_{2,t}(y_{t+1}) &= y_{t-1} \\ H_{3,t} &= \begin{cases} H_{1,t}, n_{1,t} > n_{2,t} \\ H_{2,t}, n_{1,t} < n_{2,t} \end{cases}. \end{aligned} \tag{38}$$

Множеството, използвано от агентите за формиране на инфлационни очаквания, е аналогично:

$$
\begin{aligned}
&H_{1,t}(\pi_{t+1}) = E[\pi_{t+1} \mid \Theta] \\
&H_{2,t}(\pi_{t+1}) = y_{t-1} \\
&H_{3,t} = \begin{cases} H_{1,t}, n_{1,t} > n_{2,t} \\ H_{2,t}, n_{1,t} < n_{2,t} \end{cases}.
\end{aligned} \tag{39}
$$

Макар че агентите използват набор от сравнително прости евристики, тяхното поведение е оптимизационно в смисъла на постоянно желание за подобряване на получената прогноза. Мярката за качеството на тяхната прогноза е отклонението на очакванията от реализацията на съответната променлива. Тук ще подчертаем, че имплицитната интерпретация на тази мярка е полезността, която индивидуалните агенти получават от точността на своята прогноза. Дефинираме тази мярка като сумата от квадратните грешки при прогнозирането, като добавяме и допълнителен член, отразяващ паметта на агентите и в случая на производствения разрив тя е от следния общ вид:

$$
\begin{aligned}
&U^{y}{}_{1,t}(H_{1,t}(y_t)) = -U_t[(E_{t-1}[y_t \mid \Theta] - y_t)^2] + U_{t-1,1}(H_{1,t}(y_t)) \\
&U^{y}{}_{2,t}(H_{2,t}(y_t)) = -U_t[(y_{t-1} - y_t)^2] + U_{t-1,2}(H_{2,t}(y_t)) \\
&U^{y}{}_{3,t}(H_{3,t}(y_t)) = -U_t[(H_{3,t}(y_t) - y_t)^2] + U_{t-1,3}(H_{3,t}(y_t)),
\end{aligned} \tag{40}
$$

като с $U^{y}{}_{1,t}$ е означена крайната полезност, която агентът получава в момент t от използването на евристика 1 за прогнозиране на производствения разрив y, а с $U_t[(H_{1,t}(y_t) - y_t)^2]$ е означена полезността, която агентът получава в момент t от точността на прогнозата на евристика 1 (измерена чрез квадратичната грешка в скоби).

Аналогични са и мерките и означенията за качеството на евристиките при прогнозиране на инфлационното ниво:

$$
\begin{aligned}
&U^{\pi}{}_{1,t}(H_{1,t}(\pi_t)) = -U_t[(E_{t-1}[\pi_t \mid \Theta] - \pi_t)^2] + U_{t-1,1}(H_{1,t}(\pi_t)) \\
&U^{\pi}{}_{2,t}(H_{2,t}(\pi_t)) = -U_t[(\pi_{t-1} - \pi_t)^2] + U_{t-1,2}(H_{2,t}(\pi_t)) \\
&U^{\pi}{}_{3,t}(H_{3,t}(\pi_t)) = -U_t[(H_{3,t}(\pi_t) - \pi_t)^2] + U_{t-1,3}(H_{3,t}(\pi_t)).
\end{aligned} \tag{41}
$$

На базата на така дефинираните мерки за качеството на прогнозата (или полезности) агентите избират оптималната евристика, с която да формират своите очаквания. Формализираме този избор с помощта на стандартен модел на дискретен избор, представен в уравнение (26). Вероятностите за избор на някоя от евристиките при определяне на отклонението на дохода от потенциала му са следователно от следния вид:

$$
\begin{aligned}
n^{y}{}_{1,t} &= \delta n^{y}{}_{1,t-1} + (1-\delta)\frac{\exp(\beta U^{y}{}_{1,t-1})}{\sum_{i=1}^{3}\exp(\beta U^{y}{}_{i,t-1})} \\
n^{y}{}_{2,t} &= \delta n^{y}{}_{2,t-1} + (1-\delta)\frac{\exp(\beta U^{y}{}_{2,t-1})}{\sum_{i=1}^{3}\exp(\beta U^{y}{}_{i,t-1})} \\
n^{y}{}_{3,t} &= \delta n^{y}{}_{3,t-1} + (1-\delta)\frac{\exp(\beta U^{y}{}_{3,t-1})}{\sum_{i=1}^{3}\exp(\beta U^{y}{}_{i,t-1})}.
\end{aligned}
\tag{42}
$$

Вероятностите за избор на евристика за прогнозиране на инфлационното ниво са дефинирани по сходен начин:

$$
\begin{aligned}
n^{\pi}{}_{1,t} &= \delta n^{\pi}{}_{1,t-1} + (1-\delta)\frac{\exp(\beta U^{\pi}{}_{1,t-1})}{\sum_{i=1}^{3}\exp(\beta U^{\pi}{}_{i,t-1})} \\
n^{\pi}{}_{2,t} &= \delta n^{\pi}{}_{2,t-1} + (1-\delta)\frac{\exp(\beta U^{\pi}{}_{2,t-1})}{\sum_{i=1}^{3}\exp(\beta U^{\pi}{}_{i,t-1})} \\
n^{\pi}{}_{3,t} &= \delta n^{\pi}{}_{3,t-1} + (1-\delta)\frac{\exp(\beta U^{\pi}{}_{3,t-1})}{\sum_{i=1}^{3}\exp(\beta U^{\pi}{}_{i,t-1})}.
\end{aligned}
\tag{43}
$$

След като са определени конкретните вероятности за избор на евристика, можем да получим агрегираните очаквания претегляйки стойността, която е генерирана от дадения прогностичен метод по вероятността той да бъде избран. В този смисъл общият вид на очакванията за инфлацията и отклонението на дохода от потенциала му е следният:

$$
\begin{aligned}
E_t[y_{t+1}] &= \sum_{i=1}^{n} n^{y}{}_{i,t} H_{i,t}(y_{t+1}) \\
E_t[\pi_{t+1}] &= \sum_{i=1}^{n} n^{\pi}{}_{i,t} H_{i,t}(\pi_{t+1}).
\end{aligned}
\tag{44}
$$

Добавяйки поведенческия механизъм за формиране на очаквания към базисните уравнения за съвкупно търсене, съвкупно предлагане и правилото на Тейлор и пренаписвайки в матрична форма, достигаме до:

$$
\begin{aligned}
&\begin{bmatrix} 1 & -b_2 \\ -a_2c_1 & 1-a_2c_2 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \pi_t \\ y_t \end{bmatrix} = \\
&= \begin{bmatrix} b_1 & 0 \\ -a_2 & a_1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} E_t[\pi_{t+1}] \\ E_t[y_{t+1}] \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1-b_1 & 0 \\ 0 & 1-a_1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \pi_{t-1} \\ y_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ a_2c_3 \end{bmatrix} r_{t-1} + \begin{bmatrix} \eta_t \\ a_2u_t + \varepsilon_t \end{bmatrix}.
\end{aligned}
\tag{45}
$$

Полагайки следните матрици:

$$A=\begin{bmatrix}1 & -b_2\\ -a_2c_1 & 1-a_2c_2\end{bmatrix}, Z_t=\begin{bmatrix}\pi_t\\ y_t\end{bmatrix}, B=\begin{bmatrix}b_1 & 0\\ -a_2 & a_1\end{bmatrix},$$
$$C=\begin{bmatrix}1-b_1 & 0\\ 0 & 1-a_1\end{bmatrix}, b=\begin{bmatrix}0\\ a_2c_3\end{bmatrix}, \nu=\begin{bmatrix}\eta_t\\ a_2u_t+\varepsilon_t\end{bmatrix} \quad (46)$$

Достигаме до:

$$AZ_t=BE_t[Z_{t+1}]+CZ_{t-1}+br_{t-1}+\nu_t. \quad (47)$$

Решението на модела в матричен вид, задаващ стойностите на отклонението на икономиката от потенциала й и ценовото равнище, следователно е:

$$Z_t=A^{-1}\{BE_t[Z_{t+1}]+CZ_{t-1}+br_{t-1}+\nu_t\}. \quad (48)$$

Следва да отбележим, че налагаме ограничението матрицата *A* да е неособена, тоест детерминантата й да не е равна на нула:

$$(1-a_2c_2)-a_2b_2c_1\neq 0. \quad (49)$$

С това приключваме аналитичното представяне на поведенческия макроикономически модел. Отбелязваме, че стандартният динамичен стохастичен макромодел на общо равновесие е решим аналитично при допускането за рационални очаквания. Тъй като представеният в уравнение (48) модел е силно нелинеен, тук го решаваме числено.

Лихвените проценти в малки отворени икономики в условия на Паричен съвет се определят в голяма степен на база на специфичните рискови характеристики на страната, цената на привлечения капитал и равнището на капиталова мобилност. Разглеждайки конкретният казус на България, можем да извлечем подходящ процес, който да ги отразява адекватно. На база на анализа на времевите редове на лихвите в България изчисляваме най-компактния авторегресионен ARMA (1,1) модел за лихвите. Той е от следния вид:

$$r_t=d_0+d_1r_{t-1}+d_2u_t+(1-d_2)u_{t-1}. \quad (50)$$

Таблица 4: Резултати от моделиране на лихвените проценти в България с ARMA(1,1) модел

	Конст.	**AR(1)**	**MA(1)**	**R^2**
Матуритет до 1 г.	9.02	0.979	-0.209	0.92
	2.65e-15***	< 2.2e-16***	0.121	
Матуритет 1 до 5 г.	9.31	0.789	-0.482	0.21
	< 2.2e-16***	1.641e-08***	0.017**	
Матуритет над 5 г.	9.13	0.097	0.313	0.15
	<2e-16***	0.77	0.33	

Основният извод от анализа на ARMA модела е, че както краткосрочните, така и средносрочните лихвени проценти са силно устойчиви и стойностите могат да бъдат добре моделирани от авторегресионен процес от първи ред с дрифт, с който може да бъде заменен процесът, описващ движението на лихвените проценти:

$$r_t=d_0+d_1r_{t-1}+u_t. \quad (51)$$

Замествайки правилото на Тейлор с уравнението за недискреционна динамика (51) и запазвайки спецификациите на съвкупното търсене и съвкупното предлагане, получаваме общ макромодел от следния вид:

$$\begin{aligned} y_t &= a_1 E_t[y_{t+1}] + (1-a_1)y_{t-1} + a_2(r_t - E[\pi_{t+1}]) + \varepsilon_t \\ \pi_t &= b_1 E[\pi_{t+1}] + (1-b_1)\pi_{t-1} + b_2 y_t + \eta_t \\ r_t &= d_0 + d_1 r_{t-1} + u_t . \end{aligned} \tag{52}$$

Очакванията на агентите все така се формират в съответствие с вече изведените евристики. За да получим аналитичния вид на решението на макроикономическия модел при Валутен борд, заместваме генериращия процес на лихвите в уравнението на съвкупното търсене и пренаписвайки в матрична форма, получаваме:

$$\begin{aligned} &\begin{bmatrix} 1 & -b_2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \pi_t \\ y_t \end{bmatrix} = \\ &= \begin{bmatrix} b_1 & 0 \\ -a_2 & a_1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} E_t[\pi_{t+1}] \\ E_t[y_{t+1}] \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1-b_1 & 0 \\ 1-a_1 & 0 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \pi_{t-1} \\ y_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ a_2 d_1 \end{bmatrix} r_{t-1} + \begin{bmatrix} \eta_t \\ a_2 d_0 + u_t + \varepsilon_t \end{bmatrix} \end{aligned} \tag{53}$$

Полагайки следните матрици:

$$\begin{aligned} &A = \begin{bmatrix} 1 & -b_2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, Z_t = \begin{bmatrix} \pi_t \\ y_t \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} b_1 & 0 \\ -a_2 & a_1 \end{bmatrix}, \\ &C = \begin{bmatrix} 1-b_1 & 0 \\ 1-a_1 & 0 \end{bmatrix}, b = \begin{bmatrix} 0 \\ a_2 d_1 \end{bmatrix}, \nu = \begin{bmatrix} \eta_t \\ a_2 d_0 + u_t + \varepsilon_t \end{bmatrix} \end{aligned} \tag{54}$$

достигаме до:

$$AZ_t = BE_t[Z_{t+1}] + CZ_{t-1} + br_{t-1} + \nu_t . \tag{55}$$

Системата (55) има аналитично решение от следния вид:

$$Z_t = A^{-1}\{BE_t[Z_{t+1}] + CZ_{t-1} + br_{t-1} + \nu_t\}. \tag{56}$$

За да съществува това решение трябва матрицата *A* да е неособена, т.е. детерминантата й да не се нула, което очевидно е винаги изпълнено предвид стойностите на елементите й.

5. Глава Пета: Макроикономическа динамика при хетерогенни очаквания

Пета глава използва изведените поведенчески евристики и чрез подходяща параметризация на уравненията в Глава Четвърта симулира развитието на една икономика в продължителен период от време. Това позволява да се проследят бизнес циклите, динамиката на ценовото равнище и лихвени проценти и да се изведат основните разлики между моделите с поведенчески и тези с рационални очаквания.

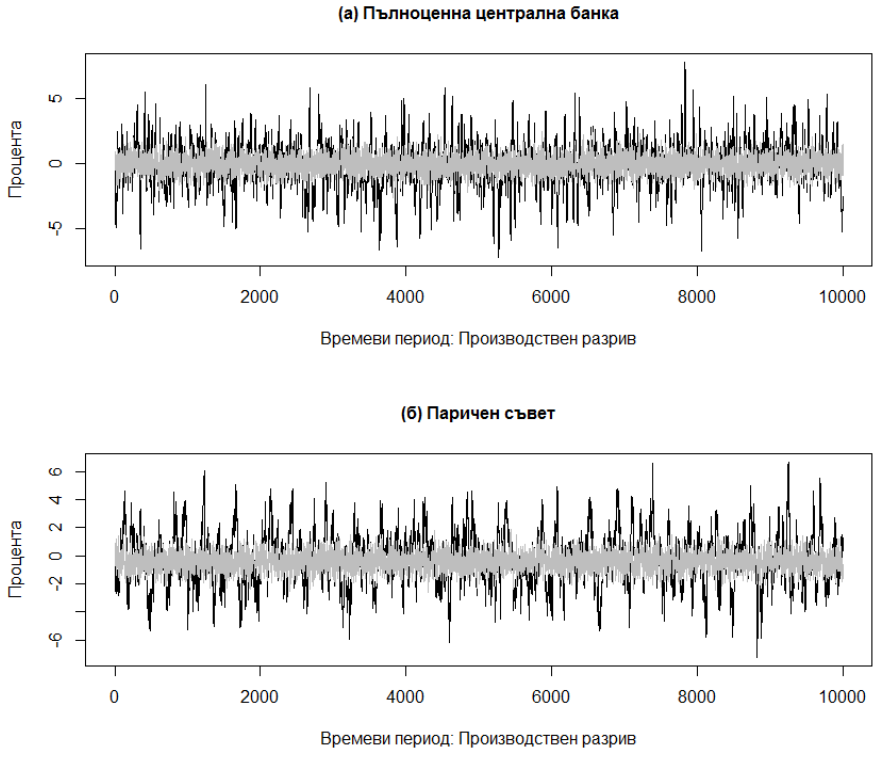
Таблица 5: Обобщени описателни статистики на разглежданите модели (ЦБ = Модел в условия на Централна банка; ПС = Модел в условия на Паричен съвет)

	Производство			**Инфлация**		
	Средна	*Стд. откл.*	*Амплитуда*	*Средна*	*Стд. откл.*	*Амплитуда*
Рационални очаквания, ЦБ	-0.05	0.65	5.1	0.07	0.56	3.98
Хетерогенни очаквания, ЦБ	-0.07	1.83	15.11	0.01	1.12	9.76
Рационални очаквания, ПС	-0.41	0.61	4.44	-0.36	0.56	4.6
Хетерогенни очаквания, ПС	-0.27	1.86	13.96	-2.7	2.13	13.9

Първата ключова разлика между класовете модели с хетерогенни и рационални очаквания е високата волатилност на икономическата система (Таблица 5). Макар и при двата типа модели отклонението на производството от неговия оптимум да е центрирано около нулата с леко отрицателна дългосрочна средна, стандартните отклонения при поведенческите модели са три пъти по-високи, отколкото при моделите, базирани на рационални очаквания. По подобен начин стоят нещата и при реализациите на инфлацията. При моделите с пълноценна Централна банка инфлацията е центрирана около нулата, а в условия на Валутен борд тя е леко отрицателна поради липсата на автономен процес на увеличение на паричната маса. При поведенческите модели отново наблюдаваме значително по-голяма дисперсия на реализациите – стандартното отклонение е до два пъти по-голямо в условия на Централна банка и четири пъти по-голямо в условия на липса на дискреционна парична политика. Амплитудите, в които инфлацията се движи също са значителни – около 10% при пълноценна Централна банка и до 14% при Валутен борд.

Следва да подчертаем, че в условия на Паричен съвет и хетерогенни очаквания инфлацията е агресивно движена от пазарните настроения и при липса на политика това предопределя нейната динамика. Както видяхме при модела с рационални очаквания, това не е така поради стабилността на настроенията. Ясно се разграничава, че независимо от режима на парична политика класът модели с рационални очаквания има определен тип поведение, а класът с хетерогенни очаквания – друго. От друга страна е видно, че и четирите типа модели коректно отразяват фундаменталната склонност на икономическата система да клони към своя потенциал под влиянието на индивидуалните стопански решения на отделните агенти.

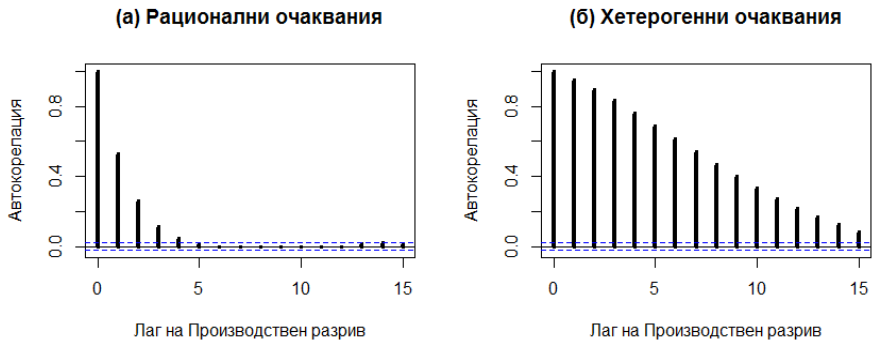
Фигура 5: Сравнителна динамика на производствения разрив при рационални очаквания (сиво) и хетерогенни очаквания (черно)



Следва да направим важното уточнение, че не е необходимо да моделираме агентите като стриктно рационални, за да обезпечим тенденцията на производството към неговия оптимум. Хетерогенните очаквания също предполагат подобно поведение, но със значително по-големи отклонения около оптимума. По-големите отклонения, от друга страна, са емпирично наблюдаем факт в реалните икономически системи, което дава основание да твърдим, че хетерогенните очаквания водят до резултати значително по-близки до реално наблюдаемата емпирична динамика. Хетерогенните очаквания предполагат и осезателно по-широки граници на вариране на инфлацията. Пазарните настроения имат ключово значение за определяне на стойностите на агрегатите, които се самопотвърждават в траекторията на икономическо развитие.

Можем да проследим инерцията, заложена в икономическата система, разглеждайки автокорелационните функции на основните агрегати. Бавно затихващи автокорелации насочват към идеята за сравнително голяма инерция, докато бързо затихващите показват бърза адаптивност към промените. Автокорелационните функции на производствения разрив и инфлацията са показани на фиг. 6. Моделът с рационални очаквания се характеризира с ниска автокорелация при производството – тя е статистически значима едва до четвъртия лаг, докато при поведенческия макромодел тя остава значима до 15-ия лаг.

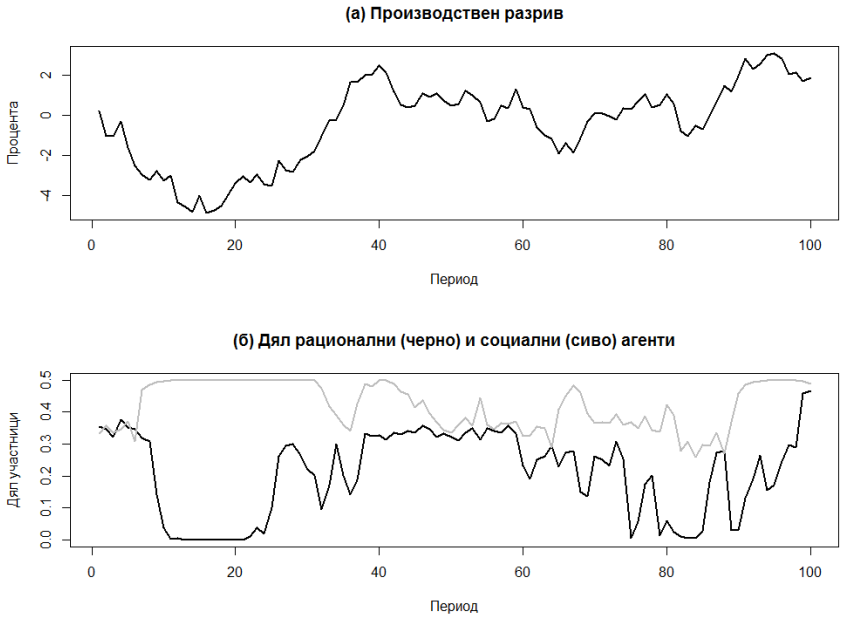
Фигура 6: Автокорелационна функция на рецесионния разрив според клас модели



Това показва значително по-голяма инерция при моделите с хетерогенни очаквания, която се дължи на други фактори освен структурното й включване в уравненията на съвкупно търсене и предлагане. Основната причина за изразената инерция в стопанската система е моделирането на формирани навици при агентите – както изразени в авторегресионната евристика, така и при инерцията в уравнението за еволюционен избор на очакванията. В този смисъл може да се каже, че икономиките с хетерогенни очаквания ще реагират в значително по-бавна степен на мерките на икономическата политика. По подобен начин изглеждат и автокорелационните функции за динамиката на ценовото равнище.

С помощта на поведенческия макромодел можем да изследваме в подробности връзката между пазарните настроения и динамиката на основни икономически величини. На фиг. 7 са представени съответно колебанията на производствения разрив и инфлацията и съответните евристики, които икономическите агенти използват в рамките на първите 100 симулационни периода.

Фигура 7: Динамика на производствения разрив и използваните евристики



Тази симулация показва сложната динамика на основни икономически величини спрямо пазарните настроения. В някои случаи производството или инфлацията се отклоняват значително от фундаменталните си стойности под влияние на външни шокове и тези колебания променят и прогностичните методи на агентите. Променените пазарни настроения, от своя страна, позволяват отклонението от рационалното равновесие да продължи във времето, като по този начин обективна промяна на условията води до създаване на настроения, които я увеличават и удължават. В други случаи изменението на пазарните нагласи влияе върху реализациите на производство и инфлация, като новите реализации потвърждават първоначално зародилите се настроения. По този начин субективната промяна на условията води до обективна промяна на икономическата динамика. Накратко, разгледаната симулация показва, че връзката между движенията на основни макроикономически величини и очакванията на стопанските агенти е двупосочна и обусловена от редица ситуационни фактори (моделирани в случая като случайни шокове).

Следва да подчертаем, че разработеният в настоящата дисертация модел е насочен преди всичко към изследване на бизнес цикъла и доколко динамиката на националното производство се влияе от реалистично моделираното поведение на стопанските субекти. В този смисъл е интересно да изследваме доколко реализациите на симулираното производство са близки до емпиричните такива, като за целта използваме данни за стопанската динамика в България.

Основните изводи на модела са както следва:

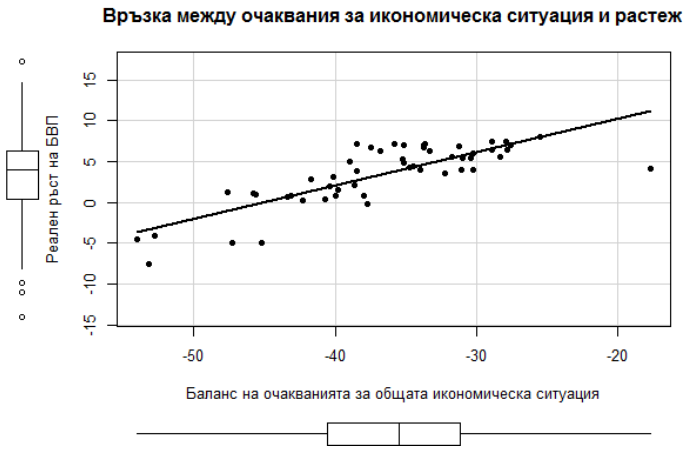
- Икономическият цикъл е в голяма степен движен от пазарните настроения на стопанските субекти и оттам следва да очакваме висока корелация между икономическите очаквания и реализираните стойности на растеж на БВП, както и между инфлационните очаквания и реализираната инфлация.

- Поради формираните пазарни настроения, динамиката на производството и инфлацията са в широки граници и следват негаусово разпределение.
- Структурата на поведението на агентите предполага значителна инерция в стопанската система и оттам очакваме изразена автокорелационна структура на растежа и инфлацията.

Можем да разгледаме доколко наблюдаваните данни за българската икономика подкрепят или отхвърлят тези изводи.

Използвайки тримесечни данни, изследваме доколко са свързани общите настроения на системно ниво и реализираната стопанска динамика. Връзката между двете може ясно да се проследи – колкото е по-висок балансът на очакванията за общата икономическа ситуация (т.е. колкото по-оптимистични са пазарните настроения), толкова е по-висок и растежът. Следва да подчертаем, че вероятно зависимостта е двупосочна – както позитивните очаквания водят до растеж, така и благоприятната икономическа среда подхранва оптимистичните настроения на агентите.

Фигура 8: Връзка между очакванията за общата икономическа ситуация и икономическия растеж за периода 2001-2013 г. (тримесечни данни)



По подобен начин стоят нещата и при инфлационните очаквания и реализациите на инфлацията. Очаквания за бъдеща по-висока инфлация са свързани с настояща по-висока инфлация. Вероятно е отново връзката да е двупосочна, като очакванията за ръст в цените подхранват реализациите на инфлацията, но и реализираните стойности подхранват и затвърждават високите очаквания. Трябва да направим важното уточнение, че в този случай връзката не е така ясно изразена, като в случая с растежа.

Таблица 6: Взаимовръзка между очаквани и реализирани икономически величини

Изследвани величини, тримесечни данни, 2001-2013	**Корелация**	**Точно ниво на значимост (p-value)**
Обща икономическа ситуация и растеж	0.58	<0.01***
Инфлационни очаквания и инфлация	0.29	0.04**

Нека да разгледаме и доколко икономическата система се характеризира с висока степен на инерция на основните си агрегати. В най-чист вид моделите с рационални очаквания не предполагат инерция, тъй като агентите веднага оптимизират поведението си спрямо

най-новата информация (Gali, 2008). Разгледаният в настоящата глава модел с рационални очаквания включва инерционни ефекти, но все пак инерцията в него е осезателно по-малка спрямо модела с хетерогенни очаквания. При тримесечните данни за растежа наблюдаваме значителна инерция, като дори четвъртият лаг на растежа има значима корелация с реализацията в настоящия период, а корелацията на лаговете до деветия включително не се нулират. Реализациите на инфлацията и растежа също така не са нормално разпределени. Накратко, статистическите характеристики на наблюдаваните емпирични данни са много по-близки до тези на поведенческия макромодел, отколкото на макромодела, базиран на рационални очаквания.

Светът на хетерогенните очаквания сблъсква в себе си две противоречиви тенденции. От една страна икономическата политика се провежда изключително трудно поради по-широките граници на неопределеност на траекторията на основните променливи и невъзможността за прецизна настройка на числената стойност на междинни и крайни агрегати. От друга страна, икономическата политика е особено необходима, за да бъдат стабилизирани низходящите спирали, подхранвани от нерационални пазарни настроения, и тя трябва да бъде подчертано агресивна. Налага се изводът, че интервенциите на макрополитика могат да не бъдат чести, но когато се провеждат, трябва бъдат ясно изразени, така че устойчиво да променят не само обективните фактори, но и пазарните настроения. В този смисъл паричните и фискалните власти следва да са в още по-голяма степен чувствителни към субективните настроения на агентите и да се фокусират върху изграждане на значителна достоверност на политиките.

Поведенческият макроикономически модел се отказва от елегантната проследимост на моделите с рационални очаквания и се базира на една по-нюансирана представа за света, в която не всички агенти са рационални и икономическата динамика не се определя само и единствено от обективни фактори. Включването на силен психологически елемент в моделирането на очакванията позволява да получим по-реалистична представа за функционирането на стопанската система, но и да достигнем до по-точно описание на емпирично наблюдаемата динамика. Особено ценно е, че той формализира значителната несигурност, изначално заложена в икономиката и ни позволява да подходим към прогнозирането и провеждането на политика с необходимото за случая внимание.

IV. Основни приноси на дисертационния труд

Настоящето изследване представлява разработка в една нова интердисциплинарна област между икономиката и психологията – поведенческа макроикономика. Основната цел на дисертацията е да изследва и обогати тази област на познанието и да попълни празнината между икономико-психологическите изследвания на индивидуално ниво и формалното моделиране на агрегираната икономическа динамика.

Основните приноси са:

- Направен е подробен критичен преглед на литературата в областта, обобщение и синтез на наличните публикации.
- Посредством изследване на агрегираните икономически очаквания в ЕС-27 е обоснована тезата, че икономическите очаквания не са напълно рационални, а се описват по-добре от модели с хетерогенни механизми на формиране.
- На база на проведен от екип икономико-психологически експеримент са емпирично изведени микроосновите на процеса на формиране на хетерогенни очаквания, като те могат да бъдат рационални решения, формирани навици или социално влияние.
- Резултатите от проведения експеримент са използвани за разширение на поведенческия макроикономически модел на de Grauwe, което е достатъчно общо, за да включва както хетерогенни очаквания, така и рационални такива като частен случай.
- Симулацията на поведенческия макроикономически модел показва по какъв начин стопанският цикъл може да бъде предизвикан и поддържан от пазарните настроения и как те генерират широки амплитуди на реализацията на основни макроикономически величини.
- Показано е, че реализациите на основните агрегати в поведенческия модел са близки по своята динамика и статистически свойства до реално наблюдаемите данни за българската икономика в периода 1981 до 2013 г.

Проведеното изследване в дисертационния труд позволява както директно използване на резултатите в по-нататъшни научни и научно-приложни разработки, така и извеждане на препоръки към макроикономическата политика на база на основните резултати в модела.

V. Списък на публикациите по темата на дисертационния труд

Герунов, А. (2014). Връзка между обществените нагласи и движението на основни борсови индекси в контекста на Хипотезата за ефективните пазари. *Икономически и социални алтернативи*, 3, 58-71.

Герунов, А. (2013). Връзка между икономическите очаквания и стопанската динамика в ЕС-27. *Статистика*, 3-4, 127-159.

Герунов, А. (2014). Експериментално изследване на икономическите очаквания. *Годишник на Стопанския факултет*. (под печат).

Герунов, А. (2014). Критичен преглед на основните подходи за моделиране на икономическите очаквания. *Монографичен сборник на ДАСУН*. (под печат).

Gerunov, A. (2013). Behavioral Models of Economic Expectations as Foundations for Sustainable Macroeconomic policy. *Sofia Conferences on Social and Economic Development in Europe*. Frankfurt-Berlin: Peter Lang Verlag. (in print)

Други публикации:

Герунов, А. (2014). Връзки между финансовия сектор и икономическия растеж при високи нива на финансово развитие. *Икономически изследвания*, 2, 39-68.

Герунов, А. (2014). Степен на икономическа отвореност и растеж: емпирично изследване. *Годишник на Стопанския факултет*, 12, 107-125.