

## РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д.ик.н. Росица Рангелова Павлова, Институт за икономически изследвания при БАН,

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен (ОНС) „доктор” в Област на висше образование 3. Социални, стопански и правни науки, Професионално направление 3.8. Икономика, докторантска програма “ Икономика и управление (Индустрия)” към катедра „Икономика и управление по отрасли“, Стопански факултет на Софийски университет „Св. Климент Охридски“

на основание разпоредбата на чл. 4, ал. 5, 6 и 7 от Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), решение на Факултетния съвет Протокол № 14 от 11.07.2023 г. и Заповед № РД 38-454/19.07.2023 г. на Ректора на СУ „Св. Климент Охридски”

**Автор:** Михаил Веселинов Янчев

**Тема:** Моделиране на икономическата несигурност: методи, оценка и приложения на вероятностните прогнози

**Научен ръководител:** доц. д.ик.н. Антон Антонов Герунов

### 1. Кратки биографични данни за докторанта

Михаил Янчев получава бакалавърско образование в Окръг Колумбия, Съединени американски щати, Университета Аделфи, Онърс колидж и Институт по бизнес през 2010 г. по изследвания, фокусирани върху икономическа теория, математика и хуманитарни науки. По-късно (2012 г.) пак в Окръг Колумбия завършва образование по магистърска програма по изследвания, фокусирани върху икономическа теория, математика, статистика и иконометрия. През последните години е редовен докторант в Стопанския факултет на СУ „Св. Климент Охридски“ по обсъжданата днес тема.

Междувременно Михаил Янчев упражнява знанията и уменията си в експертна дейност като: ръководител на технически екип на първокласен екип от учени по данни, инженери по данни и разработчици, консултиране на корпоративни клиенти относно анализ на данни и проектиране и внедряване на прогнозни модели, проектиране, преглед и прилагане на модели за кредитен риск, анализ на портфолиото и макроикономическата среда, макроикономическо моделиране и прогнозиране и др. Участва в изготвяне на периодични и непериодични анализи, включително няколко научни статии. (Имам малка забележка към представеното му CV от гледна точка на прегледност и яснота, формата на ЕС е добра в това отношение.)

Тези биографични данни показват последователно придобита висока професионална подготовка на Михаил Янчев, активна реализация и ориентация за дисертация към тема, която е в полето на неговата експертиза – перспективна и сложна.

## 2. Преценка за изпълнение на минималните национални изисквания

Според приложената от Михаил Янчев справка за изпълнението на минималните национални изисквания за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в професионалното направление 3.8. Икономика той притежава общо 90 точки - разработване на дисертационен труд за присъждане на ОНС „доктор“ – 50 точки и две научни публикации, едната от които е публикувана в научно издание, реферирано и индексирано в световноизвестни бази данни и му носи 30 точки и другата, публикувана в нереперирано списание с научно рецензиране и му носи 10 точки. Приемам, че той покрива минималните национални изисквания за допускане до защита на докторската си дисертация.

## 3. Обща характеристика на дисертационния труд

Дисертационният труд е с общ обем 152 страници на английски език, включително 15 таблици и 33 фигури. Състои се от увод, три глави, заключение и четири приложения, които всъщност съдържат последователно фигура 30 и 31 в първото приложение, фигура 32 – във второто, таблица 17 в третото и фигура 33 в четвъртото. Очевидно авторът разбира техния характер по-скоро като доказателствен или илюстративен. Приложен е богат списък с използвана литература на английски език (около 350 на брой), която представлява сериозни научни изследвания предимно върху изследвания иконометричен инструментариум. Забележката ми тук е, че са твърде много - може да са поне половината от този брой, още повече, че в много случаи имената на цитираните автори се повтарят.

Уводът представя много добре замисленото изследване, като дава ясно и изчерпателно необходимите компоненти в него: актуалност и значимост на изследването, обект и предмет на изследването, цели и научни задачи, хипотези, обхват на изследването, методология на изследването, източници на данни, ограничения в изследването, възможности за бъдещи изследвания.

**Основната цел** на дисертацията е (цитирам) „да се определят най-съвременните методи за вероятно прогнозиране в областта на икономиката, статистиката и машинното обучение и да се предложат нови подобрения, които могат да имат практическа полза за целта на икономическото прогнозиране." За постигането на тази цел е проведено мултидисциплинарно проучване и е предложен нов подход към вероятностното прогнозиране, който е приложен към няколко теми, представляващи интерес сред икономистите. Характерното тук е, че целта на дисертацията е формулирана на близко разстояние в текста още четири пъти, които според мен се подчиняват на основната цел и са в контекста на разглежданата мисъл, но е малко излишно.

**Обект** на изследване е икономическата несигурност. Той включва измерими степени на несигурност, които са свързани с икономическите условия в определен регион или в световен мащаб, измерени чрез различни икономически показатели. **Предмет** на изследването е прогнозирането на икономическата несигурност (бих добавила думата моделиране преди прогнозиране, защото прогнозирането винаги се основава на, предхожда от модел, в случая DQPR модел). Освен това, фокусът на изследването е разработването на нова архитектура на невронна мрежа за вероятно прогнозиране, която се основава на концепцията за квантилна регресия и използването на изкуствени невронни мрежи. Изследователската методология се основава на (цитирам) „утвърдени процедури в икономическото прогнозиране, както и въз основа на установени и нови подходи от областта

на машинното обучение и дълбокото обучение“. Времевият обхват на емпиричния анализ е периодът след 2000 г. до наши дни. Силно положително впечатление правят задълбочените разсъждения на докторанта относно ограниченията на изследването, които показват широките му познания по въпроса и очертаните от него възможности за бъдещи изследвания.

За постигане на поставените цели са дефинирани шест **задачи**, следващи логиката на изследването, а именно: преглед на литературата по темите на несигурността в икономиката и машинното самообучение, икономическото прогнозиране и вероятностното прогнозиране в статистиката и дълбокото самообучение, чрез разработване на архитектура на невронна мрежа за икономическо моделиране и прогнозиране, която позволява несигурността да бъде количествено определена и използвана в различни икономически контексти и за прогнозиране на времеви редове, прилагайки предложената архитектура на невронна мрежа към три икономически явления.

Основната изследователска хипотеза (по мое мнение това е теза) е, че може да се формулира обща архитектура за моделиране и прогнозиране на икономическата несигурност, която да надминава използването на набор от референтни модели, особено в ситуации, включващи редки събития и неочаквани шокове. Във връзка с него са формулирани четири **работни хипотези**, като похвалното е, че в хода на изследването те са емпирично проверени.

**Структурата** на дисертационния труд е логична и научно обоснована. *Първа глава*, „Икономическо прогнозиране и несигурност“, е уводна, описателна и се състои от две части, разглеждащи съответно концепцията за несигурност и развитието на икономическото прогнозиране през миналия век. Това разглеждане е необходимо, за да се намали семантичната неяснота и да се направи ясно разграничение, когато става въпрос за количествено определяне на несигурността на прогнозата. Първата част се фокусира върху дефиницията и класификацията на икономическата несигурност за целите на икономическото прогнозиране. Оригинално е паралелното разглеждане на два основни източника на несигурност - Франк Х. Найт и Джон М. Кейнс от гледна точка на класифицирането на несигурността на *алеаторна* (свързана с присъщата стохастичност в средата или нейното измерване) и *епистемична* (свързана с ограниченията на знанието на наблюдателя) и начините за нейното количествено определяне. Във втората част е направен цялостен преглед на литературата по икономическо прогнозиране и нейното развитие. Комбинацията от прогнози също е област, която се споменава поради значението ѝ за вероятностното прогнозиране. Главата завършва с преглед на различни методи, използвани за генериране, калибриране и оценка на вероятностни прогнози. И накрая, извършен е цялостен преглед на методите за прогнозиране на интервали, квантили и плътност с методи, обхващащи областите на иконометрията, статистиката и машинното обучение.

*Втора глава* съдържа теоретичната част на изследването - вероятностно прогнозиране с помощта на изкуствени невронни мрежи и техника от икономическата литература - дълбока квантилна вероятностна регресия (DQPR). Същността на този подход е, че той се основава на установен двуетапен статистически метод, но го преработва в интегриран модел, използващ изкуствени невронни мрежи, позволявайки количествено определяне както на *алеаторната*, така и на епистемичната несигурност. Проведени са симулации, за да се провери как оптимизирането на разходите на модела подобрява достоверността на точковата прогноза и прогнозата за плътност. Проведено е накратко обсъждане на литературата относно байесовия извод за изкуствени невронни мрежи.

*Глава трета* съдържа приложения на дълбока квантилна вероятностна регресия (DQPR) в три отделни казуса (икономически явления). Първите два казуса се фокусират върху моделирането на алеаторна несигурност, докато третото разглежда както алеаторната, така и епистемичната несигурност. Първият казус се занимава с прогнози за рецесии, свързани с пандемията, в четири страни в Източна Европа: България, Естония, Литва, и Румъния. Вторият казус демонстрира как предложената рамка може да се приложи за прогнозиране на цените на природния газ в балкански газов хъб въз основа на данни от водещия европейски газов хъб TTF в Холандия. Ефективността на предложената рамка е сравнена с няколко статистически метода и метода за машинно обучение и е показано, че превъзхожда сравняваните с нея показатели. Третият казус използва модела DQPR, за да изгради ветрилообразна инфлационна диаграма за България и да определи количествено както алеаторната, така и епистемичната несигурност.

Решението да се структурират отделните глави заслужава положителна оценка – първата започва с въведение и завършва със заключения, втората започва с мотивация и завършва с обяснения, а третата започва с въведение и завършва с дискусия, като същата структура се прилага и за трите точки в него. Дисертацията като цяло е прецизно оформена. Стилът е ясен, което с възприетата структура улеснява трудната иконометрична материя, както и описанието на резултатите в емпиричните приложения.

#### **4. Оценка на научните и практически резултати и приноси от представения дисертационен труд**

1. Оценявам високо избора на такава актуална, перспективна и сложна тема като моделирането и прогнозирането на икономическата несигурност, както и много сериозната професионална работа. Целта на дисертационния труд е постигната.

2. Дисертацията е подчинена на логична и последователно развиваща се изследователска структура. Разработен е детайлно и с дълбоки познания, каквито Михаил Янчев несъмнено притежава.

3. В резултат на изследването докторантът достига до важни изводи, които отразява в текста или накрая в заключението. По-важните от тях са следните:

- Вероятностното прогнозиране има ясни предимства пред по-често използваното точково прогнозиране, което все още преобладава в икономиката. В контекста на редки събития от глобален или национален мащаб (като екстремни сътресения, икономически кризи и природни бедствия) и произтичащата от това изключителна икономическа нестабилност, вероятностното прогнозиране става незаменимо.

- Основният извод от резултатите от първия казус, обсъден в глава трета, е, че изкуствените невронни мрежи с достатъчно ниво на сложност превъзхождат линейните модели от същия тип при прогнозиране на внезапни рецесионни събития. Второто казус сравнява DQPR с няколко статистически подхода и подхода за машинно обучение и резултатите демонстрират много по-добрите качества на DQPR. Същите заключения са открити и за третия казус, който е демонстрация на DQPR за конструиране на ветрилообразна инфлационна диаграма за България и за количествено определяне както на алеаторната, така и на епистемичната несигурност. Показано е, че предложеният DQPR модел може да се използва за генериране на конкретни диаграми.

Приемам определените от докторанта Михаил Янчев приноси, които той разделя на три основни групи - научни, научно-приложни и методически. Според него основните области на принос са икономика, иконометрия и машинно обучение. Приносите водят до нови резултати в изследваните области и до ясни практически приложения на предложената методология.

*Научните приноси* включват предложен нов метод за подобряване на икономическото прогнозиране, който използва архитектура на невронна мрежа за вероятно прогнозиране на времеви редове, наречено дълбока квантилна вероятностна регресия (DQPR).

Сред *методическите приноси* са следните: разработена е байесова версия на модела DQPR, която е приложена при изграждането на ветрилообразни графики на инфлацията в България, както и при количествената оценка и декомпозиция на алеаторна и епистемична несигурност; алгоритъмът за интерпретируемо машинно самообучение LIME се прилага към модела DQPR, за да се извърши анализ на чувствителността и да се получи представа за глобалната и локалната обяснимост на модела. Предложеният DQPR модел превъзхожда както статистическите референтни модели, така и тези, базирани на дълбоко самообучение.

*Научно-приложните* приноси са свързани с прилагането на дълбока квантилна вероятностна регресия (моделът DQPR) в три икономически казуса, описани по-горе. Към приносите с приложен характер докторантът основателно посочва факта, че направените анализи и предложения могат да бъдат използвани при вземане на управленски решения, както и в правната уредба, уреждаща отделните икономически казуси с цел повишаване на ефективността на икономиката като цяло. Освен това според мене изследванията в дисертационния труд могат да послужат като образователен материал за студенти и докторанти и всички, интересувачи се от разглежданата проблематика.

#### ***Оценка на дисертационни публикации***

Докторантът е представил две самостоятелни публикации по дисертационния труд, които отговарят на изискванията на чл. 12 от ЗРАСРБ и Правилника за прилагането му. И двете статии са на английски език. Тематиката на публикациите обхваща темата на дисертационния труд и отразява части от него. Те са достатъчни по обем и съдържание за провеждане на настоящата защита. Първата статия е публикувана в издание на СУ "Св. Климент Охридски". Тя има теоретичен характер, като се занимава с дефинирането и класификацията на несигурността на задачата за икономическо прогнозиране. Другата статия е публикувана в списание "Икономически изследвания" на Института за икономически изследвания при БАН. В нея авторът предлага подобрене на установената двуетапна процедура за емпирична оценка на бъдещото разпределение на растежа, което включва директно моделиране на параметрите на условното разпределение в една стъпка в рамките на изкуствена невронна мрежа. Предложената процедура е тествана върху макроикономически данни от четири малки европейски отворени икономики, обхващащи периода на блокиране на пандемията от коронавирус и свързаната с него рецесия. Моделът постига по-добри резултати и в четирите държави от установената двуетапна процедура.

*Авторефератът* е в обем на 66 страници на български и 56 на английски език. Разработен е съобразно изискванията за дисертационен труд. Той е добре структуриран и отразява основните положения и приноси, каквато е и неговата цел.

### ***Критични бележки и въпроси***

Нямам принципни критики към докторанта.

#### *Въпроси:*

1. Как докторантът би свързал феномена Черния лебед, описан от Насим Никълъс Талеб с определението за несигурност и вероятно прогнозиране? Както знаем, то е рядко или случайно (или неочаквано) събитие, което се отличава с три характеристики - непредсказуемо, има огромно въздействие и може да бъде обяснено със задна дата.

2. В дисертацията често се използва понятието машинно самообучение и дълбоко самообучение, но дефиницията им не е добре обяснена. Смята се, че са свързани с AI (ИИ). Какво повече ще каже докторантът по въпроса?

#### *Лични впечатления*

Не познавам Мохайл Янчев лично и нямам лични впечатления, но това, което получих задочно, е много добро.

#### *Препоръки за бъдещо използване на приноса и резултатите от дисертацията*

Бих препоръчал на докторанта да продължи своите изследвания в областта на дисертацията, като я задълбочи и разшири. Той е инвестирал много в тази материя, има ясна визия за това, като посочва характеристиките и ограниченията на инструментите, които използва. С тази степен на задълбоченост от негова страна и високо ниво на експертиза, смятам, че той ще продължи да работи в тази област.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Съгласно изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България (чл. 5, ал. 3), смятам, че представеният дисертационен труд на тема „Моделиране на икономическата несигурност: методи, оценка и приложения на вероятностните прогнози” притежава необходимите качества и съдържа научни, методически и научно-приложни резултати, които представляват принос в науката. Представените материали и качеството на дисертационния труд отговарят напълно на специфичните изисквания на Правилника за прием и обучение на докторанти в СУ "Св. Климент Охридски".

Имайки предвид изложеното, давам положителна оценка на извършените изследвания в дисертационния труд и с увереност предлагам на уважаемото научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор” на Михаил Веселинов Янчев в Професионално направление 3. 8. Икономика; докторантска програма "Икономика и управление (Индустрия)" към катедра "Икономика и управление от индустрията" на Стопански факултет на СУ "Св. Климент Охридски".

27 септември 2023 г.

Рецензент:

(проф. д.ик.н. Росица Рангелова Павлова)