

## РЕЦЕНЗИЯ

от д-р Слави Ясенов Любомиров, професор в Пловдивски университет  
”Паисий Хилендарски”

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен „доктор“

по: област на висше образование 5. Технически науки

професионално направление 5.3. *Комуникационна и компютърна техника*

докторска програма „*Автоматизация на области от нематериалната сфера (медицина, просвета, наука, административна дейност и др.)*“.

**Автор:** Анна Илиева Бекярова-Токмакова

**Тема:** *Технологично-базирани решения за управление на процеси в телекомуникациите*

**Научен ръководител:** *проф. д-р инж. Невена Стоянова Милева - Пловдивски университет „Паисий Хилендарски”*

### 1. Общо описание на представените материали

Със заповед № РД-22-92 от 17.01.2025 г. на Ректора на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ (ПУ) съм определен за член на научното жури за осигуряване на процедура за защита на дисертационен труд на тема „**Технологично-базирани решения за управление на процеси в телекомуникациите**“ за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в област на висше образование 5. Технически науки, професионално направление 5.3. Комуникационна и компютърна техника, докторска програма *Автоматизация на области от нематериалната сфера (медицина, просвета, наука, административна дейност и др.)*. Автор на дисертационния труд е Анна Илиева Бекярова-Токмакова – докторантка в редовна форма на обучение към катедра „ЕКИТ“ с научен ръководител проф. д-р Невена Стоянова Милева от Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“. Обучението на докторанта маг. Анна Илиева Бекярова-Токмакова се е провело в редовна форма към катедра „Електроника, комуникации и информационни технологии“ (ЕКИТ) при Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“.

Представеният от Анна Илиева Бекярова-Токмакова комплект материали на хартиен носител е в съответствие с Чл.36 (1) от Правилника за развитие на академичния състав на ПУ, включва следните документи:

- молба до Ректора на ПУ за разкриване на процедурата за защита на дисертационен труд;

- автобиография в европейски формат;
- Препис-извлечение от Протокол от Катедрен съвет при катедра ЕКИТ (ПУ) № 70/09.01.2025, т. 1. Предварително обсъждане на дисертационен труд на Анна Илиева Бекярова-Токмакова;
- дисертационен труд в обем от 178 стр.;
- автореферат в обем от 32 стр.;
- списък на научните публикации по темата на дисертацията – 3 броя;
- копия на представените по процедурата 3 научни публикации;
- декларация за оригиналност и достоверност на приложените документи;
- справка за спазване на минималните национални изисквания за присъждане на образователна и научна степен „доктор“.

Докторантът е приложил 3 броя публикации, на тяхна база прави общ сбор от 53 точки, с което покрива минималните национални изисквания за присъждане на образователна и научна степен „доктор“ в съответната област.

## **2. Кратки биографични данни за докторанта**

През 1995 г. докторантката маг. Анна Илиева Бекярова-Токмакова е завършила висшето си образование със специалност Биолог, еколог в Пловдивски университет „Паисий Хилендарски”, където придобива образователно квалификационна степен (ОКС) „магистър“. Продължава образованието от 1998 г. до 2022 г. и получава ОКС „магистър“ по специалност Икономика, МИО в същия университет.

През 2021 г. е зачислена в докторантура със заповед №Р33-260 от 26.01.2021 г. на Ректора на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ и заема длъжността асистент. В момента изпълнява и длъжността Ръководител отдел Научно-изследователска дейност, организация на работните процеси.

Притежава компетентности по програмиране на Python и Excel за обработка и анализ на данни, работа с ERP и CRM системи.

## **3. Актуалност на тематиката и целесъобразност на поставените цели и задачи**

Темата на настоящия дисертационен труд е насочена към прилагане на технологични решения за оптимизация на управлението на бизнес процеси в телекомуникационния сектор. От своя страна се основава на няколко ключови фактора. На първо място, бързото технологично развитие на сектора и множеството нови услуги, клиенти и заявки поставят високи изисквания към телекомуникационните компании. Повишените нужди и изисквания на клиентите също създават необходимост от иновативни подходи и ефективно управление на

процесите. Докторантката е намерила една сравнително нова област на система за управление, технологично базирана система за прогнозиране и управление на процеса на задържане на клиенти в телекомуникационните компании. Системата предоставя прецизна информация и анализи за ефективно управление на клиентската база.

#### **4. Познаване на проблема**

При разработването на своя дисертационен труд маг. Анна Бекярова-Токмакова се е позовала на 132 литературни източника. От тях са представени само два източника на български учени. Прави впечатление, че голяма част от литературните източници са от последните години. Тя показва добра литературна осведоменост като коректно цитира източниците. Критично са анализирани публикациите и научните постижения от актуални автори, на които се опира претенцията за новост и оригиналност в дисертационният труд. Големият брой литературни източници предполага добро познаване на проблема от докторантката и справянето ѝ с поставените задачи. Позоваването на тези източници и постигнатите резултати говорят за доброто познаване на проблема и неговото творческо решаване.

#### **5. Методика на изследването**

За решаването на целта на дисертационния труд „Проектиране и разработване на технологично базирана система за прогнозиране и управление на процеса на задържане на клиенти в телекомуникационните компании“ са поставени три задачи. Те са добре подбрани и тяхното решаване би довело до постигане на поставената цел. Избраната методика на изследване от докторантката Анна Бекярова-Токмакова, позволява постигане на поставената цел и получаване на адекватен отговор на задачите, решавани в дисертационния труд.

В глава първа от дисертационния труд е представено проучване относно систематизиране на съществуващи технологично-базирани решения за управление на процеси в телекомуникациите. Представена е класификация на бизнес процесите, който показва доста разнообразен научен поглед върху проблема. Представени са технологични решения в управлението на процеси в телекомуникациите при интегриране на технологията „Интернет на нещата“ (IoT), облачни технологии, Big Data Analytics и Изкуствен интелект.

Втора от дисертационния труд е „Разработване на технологично базирана система за управление на процеса Ретеншън на бизнес клиенти в телекомуникациите“. Представен е анализ на процеса на задържане в телекомуникационния сектор и необходимост от вземане в предвид различията между пазарите на физически лица и бизнес клиенти. Предложен е авторски модел на бизнес процес Ретеншън на бизнес клиенти, изработен с програмен продукт Enterprise Architect. На база събраната информация е анализиран процеса Ретеншън на бизнес

клиенти чрез инструмента SWOT анализ, който е утвърден метод за стратегическо планиране и оценка на текущото състояние на процесите в организация. Проектирана и разработена е система за прогнозиране на чърн на бизнес клиенти. Направен е анализ при валидирането на резултатите, който представлява критичен етап в процеса на разработване на системата за прогноза на чърн. Използвани са индикатори за оценка – точност, чувствителност и прецизност, F1-оценка, крива на работната характеристика на приемника, или ROC (Receiver Operating Characteristic). Създадена е система за прогнозиране на чърн на клиенти разработена с помощта на Streamlit SDK.

В трета глава от дисертационния труд са представени проведените експерименти и получени резултати. На база проведените експерименти е оценена ефективността на различни прогнозни модели, с цел установяване на коя техника за машинно обучение предоставя най-добри резултати при прогнозиране на клиентския отлив. Установено е, че предварителната обработка не оказва влияние върху модели като Класификатор с произволна гора, чиято точност остава непроменена и запазва стойност от 95%. Резултатите показват, че точността на Наивен Байес, Машината на опорните вектори, както и на комбинираните модели на AdaBoost с Машина на опорните вектори и Линейния дискриминантен анализ, значително намалява при прилагането на предварителна обработка. Получените резултати от проведените експерименти потвърждават изследователската хипотеза, че е възможно да се разработи система, която използва реална база данни, използвана ежедневно от мениджъри в телекомуникационен оператор, за надеждно прогнозиране на отлив на абонати. Системата демонстрира високи стойности по ключови параметри, включително точност, чувствителност, прецизност и F1-оценка.

## **6. Характеристика и оценка на дисертационния труд**

Представеният за рецензиране дисертационен труд е с общ обем от 178 страници и съдържа 30 фигури (снимки, схеми, графики), 7 таблици и 14 формули. Използвани са 132 литературни източници, като само два са на кирилица, останалите са на английски език. Дисертационни труд е съставен от увод, три глави, обобщение на резултатите, приноси на дисертационния труд, списък с научни трудове по дисертационния труд, цитирания и използвана литература. Дисертацията е оформена съгласно изискванията, фигурите са ясни и разбираеми с подходящ размер. Съдържанието и текста са добре структурирани.

## **7. Приноси и значимост на разработката за науката и практиката**

Като рецензент нямам възражения спрямо формулираните от докторантката претенции за приносите. Подкрепям приносите на дисертацията, приемам, че те са научно-приложни и приложни.

Приносите от дисертационния труд могат да бъдат класифицирани:

- научно-приложни, изразяващи се в: приложен и изследван метод SMOTE за предварителната обработка на данни от реална база данни, която съдържа 8453 записа на бизнес клиенти от водещ телекомуникационен оператор, с цел решаване на проблема с дисбаланса на класовете. Извършено е експериментално проучване на различни модели за машинно обучение, включително: логистична регресия, наивен Байес, класификатор с произволна гора, ADABOOST с дърво на решенията, класификатор с допълнителни дървета, дърво на решенията, машина за опорни вектори, ADABOOST и машина за опорни вектори и линеен дискриминантен анализ. Направена е оценка на тяхната ефективност и точност при прогнозиране на двата основни класа — „чърн“ и „липса на чърн“. В резултат на анализа са идентифицирани най-подходящите алгоритми за прогнозиране на клиентския чърн. В този контекст е предложена класификация на бизнес процесите в телекомуникационната индустрия, систематизираща ключовите аспекти и взаимовръзките между тях. Извършен е анализ на процеса Ретеншън на клиенти: Проведен е задълбочен анализ на процеса на Ретеншън на бизнес клиенти, което разкрива основните фактори, влияещи на клиентската лоялност и задържане. Извършен е редизайн на процеса Ретеншън на бизнес клиенти: Разработен е нов дизайн на процеса, с цел оптимизиране на взаимодействието с клиентите и повишаване на ефективността на стратегиите за задържане.

- приложни, изразяващи се в: представен изчерпателен преглед на технологично-базирани решения: Изготвен е подробен анализ на съществуващите технологични решения за управление на бизнес процесите в телекомуникационния сектор. Обоснована е и избрана подходяща архитектура на системата, която осигурява гъвкавост и ефективност в обработката на данни и прогнозите за клиентския отлив. В това число е изготвено детайлно проектиране на системата, включващо описание на основните компоненти и функционалности, необходими за ефективното ѝ функциониране. Създаден и разработен е прототип на системата, който демонстрира приложимостта на предложените решения и концепции в практическа среда.

## **8. Преценка на публикациите по дисертационния труд**

Запознах се с представените публикации по дисертацията, които са достатъчно на брой. Резултатите са публикувани в специализирани научни издания. Във връзка с дисертационния

труд маг. Анна Бекярова-Токмакова е представила три броя публикации, две от които са публикувани в научни издания, реферирани и индексирани в световноизвестните бази данни Scopus и Web of Science, една статия е публикувана в сборник с доклади от Научни трудове на Съюза на учените в България–Пловдив. Това е основание да се приеме, че резултатите от изследванията по дисертацията са познати на научната общност. В трите публикации маг. Анна Бекярова-Токмакова е на първо място. Една от публикациите е самостоятелна на докторантката. В останалите две статии е в съавторство с научния ръководител, като в една от двете са с трима автори.

Представените публикации отразяват същността на тематиката в дисертационния труд. Представена е информация за цитируемост на една от статиите.

### **9. Лично участие на докторантката**

От представения за рецензиране дисертационен труд и публикациите към него се вижда, че докторантката е извършила самостоятелно експерименталното проучване на различни модели за машинно обучение, оценила е тяхната ефективност и точност при прогнозирането. Представени са три публикации по дисертационния труд, две от които са индексирани в Scopus, отразяват в същество получените резултати от разработката. В две от статиите докторантката е на първо място, а в една е самостоятелен автор. Това свидетелства за съществения принос на докторантката към получените резултати. Нямам общи публикации с докторантката и не съм свързано лице, по смисъла на закона.

### **10. Автореферат**

Представеният автореферат е в обем от 32 стр. и достоверно отразява в резюмиран вид съдържанието на дисертационния труд. Прегледа на автореферата на дисертационния труд показва пълно съответствие с изискванията за изготвянето му, както и адекватността на отразяване на основните резултати и приноси на дисертационния труд.

### **11. Критични забележки и препоръки**

Нямам критични забележки към докторантката относно представените документи и научни трудове.

### **12. Лични впечатления**

Познавам маг. Анна Илиева Бекярова-Токмакова от постъпването ѝ на работа като асистент в катедра „ЕКИТ“ на Физико-технологичния факултет към ПУ „Паисий Хилендарски“. Отговорно подхожда към преподавателската си дейност, постоянно актуализира съдържанието на учебния материал в дисциплините, които преподава.

### 13. Препоръки за бъдещо използване на дисертационните приноси и резултати

В дисертационния труд докторантката е представила насоки за бъдещото развитие. Посочила е, че за бъдещи изследвания е необходимо да бъдат включени по-усъвършенствани ансамблови модели, както и интегриране на невронни мрежи, които могат допълнително да подобрят точността и способността за идентифициране на клиенти с висок риск от чърн.

Акцентирано е, че бъдещото развитие на системата може да включва допълнителни функции за персонализация на прогнозите според индивидуалните характеристики на клиентите и добавяне на алгоритми за самообучение, които ще позволят на системата да се адаптира автоматично към нови данни и тенденции.

В този контекст става ясно, че докторантката има виждане и приложими идеи за бъдещо използване на научните и научно-приложни приноси на дисертационното изследване.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеният дисертационен труд представлява един стойностен научен труд, в който докторантката е изпълнили поставената цел и формулираните задачи. Той *съдържа научно-приложни и приложни резултати, които представляват оригинален принос в науката* и отговарят на всички изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и съответния Правилник на ПУ „Паисий Хилендарски“.

Дисертационният труд показва, че докторантката Анна Илиева Бекярова-Токмакова **притежава** задълбочени теоретични знания и професионални умения по научна специалност 5.3 Комуникационна и компютърна техника като **демонстрира** качества и умения за самостоятелно провеждане на научно изследване.

Поради гореизложеното, категорично давам своята *положителна оценка* за проведеното изследване, представено от рецензираните по-горе дисертационен труд, автореферат, постигнати резултати и приноси, и *предлагам на почитаемото научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор“* на Анна Илиева Бекярова-Токмакова в област на висше образование: 5. Технически науки, професионално направление 5.3. Комуникационна и компютърна техника, докторска програма “Автоматизация на области от нематериалната сфера (медицина, просвета, наука, административна дейност и др.)”.

13.02. 2025 г.

Рецензент: .....

(Проф. д-р Слави Любомиров)