

СТОПАНСКА АКАДЕМИЯ „ДИМИТЪР А. ЦЕНОВ“

---

Факултет „Мениджмънт и маркетинг“

Катедра „Маркетинг“

Проф. д-р Тодор Борисов Кръстевич

# ПОЖИЗНЕНАТА СТОЙНОСТ НА КЛИЕНТА

(Концептуални, методологични и приложни аспекти)

## АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд  
за присъждане на научната степен „доктор на науките“

Професионално направление 3.8 „Икономика“

Научна специалност „Маркетинг“

☞ Свищов ☞

2026

Дисертационният труд съдържа 318 страници и се състои от въведение, изложение, структурирано в пет глави, синопсис и рефлексивен епилог. Неделима част от дисертацията са две приложения, съдържащи възпроизводим аналитичен протокол за моделиране на пожизнена стойност на клиента, както и списък на използваните 264 информационни и литературни източници. В изложението и приложенията са включени 31 фигури, 29 таблици и множество онлайн препратки към използваните данни и програмен код с публичен достъп.

Дисертационният труд е обсъден и насочен към публична защита от катедра „Маркетинг“ при факултет „Мениджмънт и маркетинг“ на СА „Д. А. Ценов“ - Свищов.

**Научно жури:**

Проф. д. н. Симеон Денев Желев

Проф. д-р Евгени Петров Станимиров

Проф. д-р Бистра Константинова Василева

Проф. д-р Христо Иванов Катранджиев

Проф. д-р Красимир Маринов Маринов

Проф. д-р Галина Пенчева Младенова

Доц. д-р Иван Рашков Марчевски

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на 29 май, 2026 г. от 13:00 часа в заседателна зала „Ректорат“ на СА „Д. А. Ценов“ – Свищов. Материалите по защитата са на разположение на интересувашите се в отдел „Докторантура и академично развитие“ на Стопанска академия „Д. А. Ценов“ – Свищов.

## Съдържание на автореферата

I. ОБЩИ ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД .....	5
1.1. Актуалност на изследваната тема.....	5
1.2. Обект, предмет и обхват на изследването .....	5
1.3. Цели, задачи и работни хипотези .....	6
1.4. Дизайн и ограничения на изследването .....	7
II. СТРУКТУРА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД.....	7
III. СИНТЕЗИРАНО ПРЕДСТАВЯНЕ НА СЪДЪРЖАНИЕТО И РЕЗУЛТАТИТЕ НА ДИСЕРТАЦИЯТА .....	14
ГЛАВА 0. (Уводна част) .....	14
ГЛАВА 1. Същност и икономическо логика на концепцията за CLV .....	14
ГЛАВА 2. Типология на моделите за оценяване на пожизнената стойност на клиента .....	17
ГЛАВА 3. Пожизнена стойност на клиента в договорни и извъндоговорни условия .....	20
ГЛАВА 4. Методологична рамка за моделиране на пожизнената стойност на клиента .....	22
ГЛАВА 5. Прототипиране на приложни модели за прогнозиране на пожизнената стойност на клиента.....	24
СИНОПСИС И ДИСКУСИЯ.....	27
ЕПИЛОГ: CLV в епохата на изкуствения интелект и аналитичния капитализъм.....	29
ПРИЛОЖЕНИЕ А: Омниканален моден ритейл, неконтрактна среда .....	30
ПРИЛОЖЕНИЕ Б: SaaS абонаментен модел, контрактна среда.....	31
IV. СПРАВКА ЗА НАУЧНИТЕ ПРИНОСИ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД .....	32
V. СПИСЪК НА ПРЕХОДНИ ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД.....	34



## I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

---

### 1.1. Актуалност на изследваната тема

Дисертационният труд аргументира актуалността на проблематиката за пожизнената стойност на клиента (CLV) чрез три взаимно допълващи се перспективи. Първо, CLV е позиционирана като икономически обоснован мост между стратегическия маркетинг и управлението на взаимоотношенията с клиенти, тъй като позволява решенията за придобиване, задържане и развитие на клиенти да се подчинят на логиката на нетната настояща стойност и дългосрочната възвръщаемост на маркетинговите инвестиции.

Второ, дисертацията разглежда CLV в условията на повсеместна цифровизация и клиентоцентрични бизнес модели, при които организациите разполагат с данни с висока честота и хетерогенност, а пътуването на клиента се реализира в мултиканална среда. Това променя емпиричната база и изискванията към моделите, като прави все по-релевантни аналитични подходи, способни да работят с поведенческа динамика, нелинейности и взаимодействия.

Трето, трудът систематизира влиянието на машинното обучение върху моделирането на CLV, като подчертава разширяването на обхвата на моделирането, както по линия на използваните данни, така и по линия на улавяните поведенчески закономерности, включително в динамични и „мултимодални“ клиентски среди.

От тези позиции пожизнената стойност на клиента е аргументирана като ключов стратегически инструмент за свързване на маркетинговите решения с икономическата логика на стойността, особено в условията на цифровизация, клиентоцентрични бизнес модели и нарастваща роля на машинното обучение в маркетинговата аналитика. Акцентът е върху необходимостта от методологично интегриране на класическите вероятностни подходи и съвременните предиктивни методи, така че прогнозите за стойността да бъдат едновременно точни, управленски интерпретируеми и операционално приложими.

### 1.2. Обект, предмет и обхват на изследването

Обект на изследването са процесите на оценка, прогнозиране и използване на пожизнената стойност на клиента в маркетинговата аналитика и в стратегическото управление на взаимоотношенията с клиенти, с фокус върху дългосрочните взаимодействия „клиент, фирма“, разглеждани като стойностен поток през жизнения цикъл на взаимоотношението.

Предмет на изследването е изграждането, тестването и сравнителният анализ на модели за прогнозиране на CLV със специален фокус върху алгоритмите за машинно обучение, включително идентифициране на предиктори, подбор и обучение на модели, сравнение на класически вероятностни и съвременни ML подходи, както и оценка на точност, интерпретируемост и бизнес приложимост.

Обхватът е дефиниран функционално, методологично и емпирично. Функционално, трудът третира CLV като инструмент за маркетингови решения, включително таргетиране, оптимизация на разходи по придобиване и задържане и управление на клиентски капитал. Методологично, обхватът включва както класически статистически и вероятностни модели (напр. Pareto/NBD, Gamma-Gamma), така и съвременни ML методи (напр. Random Forest, XGBoost). Емпирично, анализът се базира на симулирани CRM тип клиентски бази данни, структурирани на индивидуално ниво, с исторически трансакции и поведенчески характеристики, като базовият

контекст е електронна търговия и услуги в недоговорна среда, при която отпадането е латентен процес.

### 1.3. Цели, задачи и работни хипотези

Основната изследователска цел е да се оцени доколко предиктивните подходи на машинното обучение могат да подобрят прогностичната точност и бизнес полезността на моделите за оценяване и прогнозиране на пожизнената стойност на клиента (наричани в последващия текст CLV), като се разработи и тества хибридна методологична рамка, която комбинира вероятностни CLV модели и алгоритми на машинно обучение, и се демонстрира на симулирани CRM тип данни, близки до реални.

Операционализирането на целта се постига чрез подцели и задачи, включително извеждане на управленски изводи за интегриране на прогнозните CLV стойности във вземането на маркетингови решения и формулиране на добри практики за внедряване на CLV анализи в организацията.

Целта и задачите са формулирани като кохерентна рамка за: (1) систематизиране на концептуалните и методологичните основи на CLV, (2) изграждане на протокол за моделиране и времево-ориентирана валидация, (3) прототипиране и сравнително тестване на модели, и (4) извеждане на правила за действие и управленски сценарии.

Работните хипотези са структурирани в шест пункта (H1–H6), така, че да съчетаят теоретична обосновааност, емпирична проверимост и управленска релевантност, на основата на разграничението договорни срещу извъндоговорни взаимоотношения и непрекъснато срещу дискретно възникване на трансакционни възможности. Те обхващат прогностична точност в неконтрактна и контрактна среда, интерпретируемост и прозрачност, разходна ефективност и организационна приложимост, управленска приложимост, както и хибридна теза за синтез на силните страни на вероятностни и ML подходи. Формулировката на хипотезите е следната:

- H1: (Прогностична точност в извъндоговорна среда с нерегулярни покупки): ML модели, обучени върху големи масиви от поведенчески и демографски данни, постигат по-висока точност спрямо вероятностни модели, когато клиентските покупки са нерегулярни и силно хетерогенни.
- H2: (Калибрация и интерпретируемост): вероятностните модели предоставят по-добре калибрирани прогнози и по-висока интерпретируемост в сравнение с „черни кутии“, което ги прави по-подходящи при изисквания за управленска отчетност.
- H3: (Контрактна среда и риск от отпадане): в договорни (абонаментни) отношения модели, които прогнозираят риск от отпадане (напр. чрез анализ на оцеляването и/или чрез класификационни алгоритми), подобряват оценката на CLV спрямо опростени агрегирани формули.
- H4: (Ограничени данни): при ограничени данни вероятностните модели имат предимство поради по-силните си структурни допускания и стабилност на оценките.
- H5: (Управленска полезност): оценката на моделите трябва да се валидира и чрез ефект върху управленски решения (напр. таргетиране на дял клиенти по прогнозен CLV и очакван прираст на ROI/марж), не само чрез статистическа точност.

Н6: (Хибриден подход): оптималното практическо решение често е структурирано комбиниране на поведенческа теория (вероятностни модели) и предиктивна гъвкавост (ML), тествано последователно в неконтрактен и контрактен казус.

#### 1.4. Дизайн и ограничения на изследването

Дизайнът на изследването е сравнителен, интегративен и протоколно организиран. На теоретично ниво се разграничават два основни класа подходи за прогнозиране на CLV, вероятностни модели за клиентска база и предиктивни модели на машинното обучение, като се следва методологично значимото разграничение между договорни и извъндоговорни взаимоотношения, както и между непрекъснато и дискретно възникване на трансакционни възможности. Хипотезите са конструирани да свързват прогностичните резултати с управленски решения за таргетиране, бюджетиране и приоритизация на интервенции на ниво клиент и сегмент. Във възпроизводим стил се предлага операционализация на CLV, конструирани на признаци, времево разделяне на калибрационен и валидиращ период, оценяване чрез метрики за грешка и класификационна ефективност, анализ на обяснимост и калибрация, и трансляция на резултатите към управленски правила.

Ограниченията са концептуално свързани с допусканията на вероятностните модели, латентния характер на отпадането в извъндоговорни среди, както и с обхвата на приложените демонстрации, структурирани като прототипи и сценарии. Ограниченията произтичат от (1) зависимостта на сравнителните резултати от допусканията на класическите вероятностни модели, включително стационарност и параметрични постановки, които може да се нарушават при динамично клиентско поведение, сезонност или трендове, (2) особеностите на недоговорния контекст, при който отпадането не е директно наблюдаемо и се извежда индиректно чрез неактивност, и (3) емпиричния факт, че анализът се базира върху симулирани CRM тип бази данни, макар и структурирани така, че да бъдат близки до реални.

Емпиричната проверка е организирана в два заключителни казуса, представени като приложения: неконтрактен омниканален търговски контекст и контрактен SaaS модел, като се демонстрира прототипиране и възпроизводима имплементация в R.

## II. СТРУКТУРА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

---

Изложението следва йерархична форма по глави, раздели и подраздели, в съответствие с вътрешната логика на изследователския процес, включително: Глава 0 (Въведение), Глава 1 (Концептуални и икономически основания), Глава 2 (Типология на моделите), Глава 3 (Договорни и извъндоговорни условия), Глава 4 (Методологична рамка), Глава 5 (Прототипиране и сравнителен анализ), Заключение (именувано като Синопис и дискусия), както и рефлексивен епилог (включващ някои виждания на автора за постаналитичния изследователски хоризонт и трансформация на икономическото мислене), Приложение А и Приложение Б. Акцентите в отделните части са следните:

- В Глава 0 се изгражда мотивацията и новаторският аргумент: CLV като стойностна рамка, променена от цифровизацията и машинното обучение, и необходимостта от директни сравнения между класически и ML подходи при единни критерии;
- В Глава 1 се развива икономическата логика на CLV и стратегическата ѝ употреба (сегментация, бюджетиране, управление на ефективността), както и системата от свързани показатели и етични съображения;

- В Глава 2 се предлага типология на CLV моделите: детерминистични, евристични (RFM и правила), вероятностни BTYD подходи, ML модели, DNN подходи, и хибридни и ансамблови конструкции, с анализ на допускания, данни, предимства и ограничения;
- В Глава 3 се разграничават договорни и извъндоговорни отношения, и се формализира как контекстът определя наблюдаемостта на отпадането, валидността на моделните допускания и вида на подходящата прогностична рамка;
- В Глава 4 се формулира методологичният протокол: операционализация на CLV, подготовка на данни, времево-ориентирана валидация, метрики за точност и несигурност, калибрация, интерпретируемост и инженеринг на признаци;
- В Глава 5 се реализира приложното ядро: вероятно моделиране (BG/NBD и парична компонента), ML модели (включително Random Forest и XGBoost), обяснимост (feature importance, partial dependence, SHAP), хибридна рамка (stacking, калибрация) и управленски правила;
- Приложение А и Приложение Б предоставят детайлните протоколи на двата казуса, като осигуряват възпроизводимост на анализа и редакционна симетрия между неконтрактния омниканален и контрактния SaaS контекст.

Пълното индексирано съдържание е следното:

## **0. Въведение**

0.1 Пожизнената стойност на клиента в контекста на стратегическия маркетинг и управлението на взаимоотношенията с клиенти

0.2 CLV в среда на повсеместна цифровизация и клиентоцентрични бизнес модели

0.3 Влияние на машинното обучение върху моделирането на пожизнената стойност на клиента

0.4 Претенции за новаторство

0.5 Обект, предмет и обхват на изследване

0.6 Цели, задачи и изследователски хипотези

## **1. Същност и икономическа логика на концепцията за CLV**

1.1 Дефиниране на понятието

1.2 Еволюция на CLV концепцията в контекста на маркетинговата наука

1.3 Стратегическата роля на пожизнената стойност на клиента в управлението на взаимоотношенията с клиентите, клиентската сегментация и маркетинговото бюджетиране

1.3.1 CLV като основа за клиентска сегментация и таргетиране

1.3.2 CLV в маркетинговото бюджетиране и разпределение на ресурсите

1.3.3 CLV като индикатор за управление на маркетинговата ефективност и стратегическото целеполагане

1.4 Ключови показатели, свързани с пожизнената стойност на клиента

1.4.1 Разход за придобиване на клиент

1.4.2 Разходи за задържане на клиенти и тяхната възвръщаемост

1.4.3 Марж на клиента

1.4.4 Възвръщаемост на инвестицията

- 1.4.5 Клиентски капитал
- 1.4.6 Реферална стойност на клиента
- 1.5 Методологични подходи за оценяване и прогнозиране на пожизнената стойност на клиента
  - 1.5.1 Детерминистични подходи
  - 1.5.2 Вероятностни (стохастични) подходи
  - 1.5.3 Предиктивни (базирани на машинно обучение) подходи
  - 1.5.4 Хибридни и ситуационни подходи
- 1.6 Етични и управленски съображения при използването на CLV
  - 1.6.1 Комодификация на клиентите и последствия за взаимоотношенията
  - 1.6.2 Поверителност, право на личен избор и доверие
  - 1.6.3 Прозрачност, интерпретируемост и управленска отчетност
  - 1.6.4 Баланс между ефективност и етика
- 2. Типология на моделите за оценяване на пожизнената стойност на клиента**
  - 2.1 Детерминистични модели
    - 2.1.1 Концептуални и методологични корени
    - 2.1.2 Изисквания към данните и предпоставки
    - 2.1.3 Предимства и ограничения на детерминистичните модели
    - 2.1.4 Типични приложения и индустриални практики
  - 2.2 Евристични модели
    - 2.2.1 Теоретичен контекст и концептуални основи на RFM моделите
    - 2.2.2 Разширени евристични методи, базирани на правила
    - 2.2.3 Предимства и ограничения на евристичните модели
    - 2.2.4 Типични приложения и индустриални практики
  - 2.3 Вероятностни (стохастични) модели
    - 2.3.1 Теоретични основи и исторически контекст
    - 2.3.2 Основни модели от типа „Buy-Till-You-Die“
    - 2.3.3 Предимства и ограничения на вероятностните модели
    - 2.3.4 Случаи на използване в реалната бизнес практика
    - 2.3.5 Обобщение и сравнителен анализ на Pareto/NBD и BG/NBD
  - 2.4 Модели, базирани на машинно обучение
    - 2.4.1 Исторически и теоретични корени
    - 2.4.2 Развитие на методологиите: от регресия до невронни мрежи
    - 2.4.3 Принципи на ML-CLV моделирането
    - 2.4.4 Предимства и ограничения на ML-базираните CLV модели

2.4.5 Приложения, индустриални сценарии и ефективност

2.5 Модели, базирани на дълбоки невронни мрежи

2.5.1 Същност и концептуални основи

2.5.2 Изисквания към данните

2.5.3 Предимства и ограничения на DNN-CLV моделирането

2.5.4 Условия за прилагане в бизнес контекст

2.5.5 Иновативни и перспективни разработки

2.5.6 Софтуерни инструменти и библиотеки

2.6 Хибридни и ансамблови модели

2.6.1 Форми на хибридно моделиране

2.6.2 Предимства и ограничения на хибридните модели

2.6.3 Условия за прилагане в бизнес контекст

2.6.4 Софтуерни инструменти и библиотеки

2.7 Съображения при избиране на подход за моделиране на CLV

**3. Пожизнена стойност на клиента в договорни и извъндоговорни условия**

3.1 Типология на клиентските взаимоотношения

3.2 Наблюдаемост на отпадането и влиянието му върху моделирането на CLV

3.3 Подходи за моделиране на CLV в недоговорни условия

3.3.1 Вероятностни модели за непрекъснат процес на купуване

3.3.2 Вероятностни модели за дискретни и периодични повторни покупки

3.3.3 Оценяване на паричната стойност на клиента

3.3.4 Модели, базирани на машинно обучение

3.4 Подходи към моделиране на CLV в договорни условия

3.4.1 Анализ на оцеляването и моделиране на отпадането

3.4.2 Модели за прогнозиране на отпадането в периоди на подновяване

3.4.3 Прогнозиране на приходите в договорен контекст

3.5 Типични случаи на използване на CLV модели в договорни и извъндоговорни взаимоотношения с клиентите

**4. Методологична рамка за моделиране на пожизнената стойност на клиента**

4.1 Компоненти на моделите на CLV

4.1.1 Оперативен компонент

4.1.2 Потенциален компонент

4.1.3 Отношенчески компонент

4.1.4 Контекстуален компонент

- 4.2 Основни допускания при моделирането на пожизнената стойност на клиента
  - 4.2.1 Независимост на събитията, свързани с покупки
  - 4.2.2 Стационарност и времева инвариантност
  - 4.2.3 Хетерогенност между клиентите
  - 4.2.4 Гранулярност и достатъчност на данните
- 4.3 Предизвикателства при подготовката и предварителната обработка на данните
  - 4.3.1 Разреденост на транзакционните данни
  - 4.3.2 Ефекти от орязване и цензуриране
  - 4.3.3 Изтичане на информация (data leakage)
  - 4.3.4 Кохортни и периодни ефекти
  - 4.3.5 Проблем на „студеното стартиране“
- 4.4 Показатели за оценяване и сравняване на CLV модели
  - 4.4.1 Показатели за точност на прогнозата (MAE, RMSE, MAPE, R<sup>2</sup>)
  - 4.4.2 Показатели за ефективност на ранжирането и класифицирането
  - 4.4.3 Показатели, базирани на възвръщаемостта и печалбата
  - 4.4.4 Калибриране на прогнозните оценки
  - 4.4.5 Интерпретируемост и прозрачност
- 4.5 Методологични предизвикателство и непълно проучени области
  - 4.5.1 Сезонност и други времеви закономерности
  - 4.5.2 Хетерогенност в дисконтовите ставки и други финансови допускания
  - 4.5.3 Вариращи във времето ковариати и динамика в поведението на клиента
  - 4.5.4 Ефекти на удовлетвореността, настроението и преживяването на клиента
  - 4.5.5 Автоматизация и моделиране на CLV в реално време
- 4.6 Нововъзникващи и потенциални области на изследване
  - 4.6.1 Бейсовско калибриране и йерархични бейсовски методи
  - 4.6.2 Темпорално вграждане и дълбоко обучение
  - 4.6.3 Разширен анализ на оцеляването
  - 4.6.4 Каузално инкрементално (uplift) моделиране за оптимизация на CLV
  - 4.6.5 Перспективни теоретични доработки и обединяващи рамки
- 5. Прототипиране на приложни модели за прогнозиране на пожизнената стойност на клиента**
  - 5.1 Подготовка на данните и конструиране на признаци
    - 5.1.1 Рецентност, честота и парична стойност (RFM)
    - 5.1.2 Срок на ползване и продължителност на взаимоотношенията

- 5.1.3 Кохортен анализ и признаци, базирани на кохорти
- 5.1.4 Признаци, базирани на секвенции в поведението на клиента
- 5.2 Прототип на вероятностен BG/NBD модел
  - 5.2.1 Допускания и структура на BG/NBD модела
  - 5.2.2 Конструирание на вероятностен модел на ниво клиент
  - 5.2.3 Интегриране на хетерогенността между клиентите в модела
  - 5.2.4 Калибриране, оценяване и валидиране на BG/NBD модел
  - 5.2.5 Сравнение между BG/NBD с Pareto/NBD и други варианти на модели
  - 5.2.6 Въвеждане на парична компонента (Gamma-Gamma) и дисконтиране
  - 5.2.7 Прогнозиране с BG/NBD модели
  - 5.2.8 Синопис на вероятностните модели
- 5.3 Прототип на машинно обучаван CLV модел
  - 5.3.1 Предимства и ограничения при моделирането на CLV с методи за ML
  - 5.3.2 Основни методи и алгоритми за ML при прогнозиране на CLV
  - 5.3.3 Процедура за моделиране на CLV с ML
  - 5.3.4 Прогнозиране с ML-модели
  - 5.3.5 Сравнителен анализ на резултатите
- 5.4 Прототип на байсовски CLV модел
  - 5.4.1 Постановка на проблема и мотивация
  - 5.4.2 Байсовски подход към оценяването на CLV
  - 5.4.3 Генеративна структура на основния модел
  - 5.4.4 Стратегии, методи и алгоритми за оценяване на байсовски CLV модел
  - 5.4.5 Байсовско оценяване и прогнозиране на CLV
- 5.5 Сравнение на байсовския модел с референтен вероятностен и ML-базиран модели
  - 5.5.1 Анализ на съгласуваността на прогнозните резултати
  - 5.5.2 Визуална инспекция на съгласуваността на прогнозните резултати
  - 5.5.3 Валидност и надеждност на апробираните модели

### **Синопис и дискусия**

Синтез на резултатите

Сравнителен анализ по ключови измерения

Перспективни методологични импликации и хибридна рамка

**Рефлексивен епилог: CLV в епохата на изкуствения интелект и аналитичния капитализъм**

### **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

Ориентация

Логика на генерирането на синтетични данни

Подготовка на данните и инженеринг на признаци

Сегментация на клиентите

Хибридна стратегия за моделиране на пожизнената стойност на клиента

Вероятностно моделиране на CLV (BG/NBD и Gamma-Gamma)

Класификационно моделиране на ниво сегмент (склонност към отпадане и допълнителни продажби)

Хибриден подход за прогностично моделиране на CLV

Прогнозиране на CLV и стратегическа интерпретация

CLV-ориентирано вземане на решения

Стратегии по сегменти, съгласувани с HybridCLV6 и сегментните множители

Бюджетиране и план за маркетингови действия

Прогностична ефективност: от оценяване към сценарии

Специфични за каналите интервенции и оперативни мерки

Оптимизация на клиентския портфейл и контрол на разходите

Обобщение

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

Ориентация

Генериране на синтетичен набор от данни

Подготовка на данните и инженеринг на променливи

Процедура за моделиране CLV

Анализ на оцеляването (1): Криви на Каплан-Майер

Анализ на оцеляването (2): Регресия на Кокс

Предсказване отпадането с класификационен модел

Прогнозиране на приходите и оценяване на CLV

Вземане на решения, основани на CLV

Сегментиране на клиентите по риск и стойност

Управленски правила, базирани на матрицата на риска и стойността

Синтез на аналитичния протокол

Обобщение

**Цитирани източници**

### **III. СИНТЕЗИРАНО ПРЕДСТАВЯНЕ НА СЪДЪРЖАНИЕТО И РЕЗУЛТАТИТЕ НА ДИСЕРТАЦИЯТА**

---

#### **ГЛАВА 0. (Уводна част)**

В уводната част (**Глава 0**) дисертацията изгражда аргумента за стратегическата значимост на CLV, поставя концепцията в контекста на цифровизацията и формулира методологичния проблем за интеграция между класическите модели и машинното обучение. Тук са дефинирани обектът, предметът и обхватът, както и целевата рамка и хипотезите, които задават логиката на емпиричното тестване.

#### **ГЛАВА 1. Същност и икономическо логика на концепцията за CLV**

Глава 1 изпълнява фундаментална концептуална функция в дисертацията: тя „заковава“ смисъла на пожизнената стойност на клиента като икономически конструкт, който едновременно принадлежи на маркетинга, финансите и управлението на взаимоотношенията с клиенти. Поставката е недвусмислена: преди модели, алгоритми и прототипи, е необходимо прецизно да се изясни какво означава „стойност“, как се дефинира „пожизнен“ хоризонт и какво точно се прогнозира. Това се прави не декларативно, а чрез систематизация на дефиниции, историческо развитие, стратегически приложения, свързани показатели, типове модели и етични рискове.

##### **1.1. Дефиниране на понятието**

В този раздел се аргументира, че в литературата съществуват различни означения и „семантични вариации“ на понятието, включително различни съкращения и употреби, които понякога водят до плеоназми. На този фон главата предлага работно ядро: CLV като количествен индикатор за общата монетарна стойност, която клиентът генерира за фирмата през времето на взаимоотношението, обикновено формулирана като нетна настояща стойност на бъдещи парични потоци.

Важният научен детайл тук е, че дисертацията не приема „стойност“ като даденост. Напротив, разделът подчертава различията между дефиниции според това дали стойността се измерва като приходи, приносен марж, печалба, или като нетна настояща стойност, включително различията във финансовите допускания. В текста се извежда аналитична категоризация на дефинициите, разграничават се подходи, при които CLV е приходна стойност, спрямо подходи, които настояват за „печалбена“ интерпретация като по-правилна управленска основа. Съществен принос на този раздел е и концептуалното разграничение между CLV и клиентски капитал (Customer Equity), като се показва, че CLV е микрониво конструкт, а клиентският капитал представлява агрегирана стойност на портфейла.

В подкрепа на прегледа е включена таблица с дефиниции на CLV, която изпълнява не само обзорна, но и методологична роля, тя е отправната точка за по-късните дискусии за допусканията и метриците.

##### **1.2. Еволюция на концепцията в контекста на маркетинговата наука**

Раздел 1.2 проследява историческото „узряване“ на CLV от ранни количествени опити към консолидирана изследователска програма, която обединява маркетингова стратегия, финансова оценка и аналитично моделиране. В текста се подчертава ролята на ключови автори и публикации, които рамкират маркетинга като инвестиция и настояват за измерване на стойността чрез клиентски активи, включително работи на Gupta и Lehmann, както и дискусии в Journal of

Marketing от началото на 2000-те, които институционализират идеята за „маркетингова възвръщаемост“ чрез CLV и клиентски капитал.

В този раздел изрично се свързва еволюцията на понятието с развитието на методологиите. Подчертава се, че до средата на 2000-те вече се разграничават детерминистични, вероятностни и иконометрични направления, а след 2010 г. развитието на CLV се ускорява от големите данни, облачните CRM системи и автоматизацията. Разделът завършва с обобщение, че CLV се утвърждава като централна ос на теорията и практиката на клиентоцентричното управление, с растящ акцент върху етични и регулаторни аспекти.

Този исторически разказ не е само информативен, той обосновава защо в по-късните глави се търси синтез между класически вероятностни модели и машинно обучение. В подкрепа е включена таблица за етапите в развитието на концепцията, която систематизира периоди, ключови акценти и методологични преходи.

### **1.3. Стратегическата роля на пожизнената стойност на клиента в управлението на взаимоотношенията с клиентите, клиентската сегментация и маркетинговото бюджетиране**

В този раздел дисертацията прави решаващ „преход“ от концепция към управленска употреба. CLV се разглежда не като статистическа величина, а като средство за приоритизация на клиенти, за сегментация по икономическа значимост, за оптимизация на маркетинговите разходи, и за рамкиране на стратегическото целеполагане. Подразделите (1.3.1–1.3.3) извеждат три линии:

- Първо, CLV като основа за сегментация и таргетиране. Тук логиката е, че сегментацията се „отлепва“ от чисто описателни критерии и се привързва към стойност и потенциал, което позволява по-добро разпределение на усилията за задържане и развитие.
- Второ, CLV като основа за бюджетиране и разпределение на ресурсите. Разделът подчертава, че бюджетните решения в маркетинга трябва да се подчинят на очаквания прираст на стойността, а не само на краткосрочни индикатори. Така CLV служи като икономически „компас“ за разходи по придобиване и задържане.
- Трето, CLV като индикатор за маркетингова ефективност и стратегическо целеполагане. Тук дисертацията подчертава управленската отчетност, измеримостта на ефектите и възможността CLV да бъде интегрирана в KPI рамки.

Изложението е подплатено с таблица за стратегическите приложения на CLV, която структурира решения, входни данни и очаквани управленски резултати.

### **1.4. Ключови показатели, свързани с пожизнената стойност на клиента**

Разделът е методологичен мост, показващ кои показатели са логически и емпирично свързани с CLV, и какво означава това за последващата операционализация. Разглеждат се разходите за придобиване, разходите за задържане и тяхната възвръщаемост, марж, възвръщаемостта на инвестицията, клиентския капитал и реферална стойност на клиента. Изложението е важно, защото фиксира, че CLV не може да се интерпретира адекватно без връзка към маржа и разходите, и че съществуват допълнителни „канални“ за стойност като рефералната стойност, които могат да разширят модела отвъд непосредствения трансакционен поток.

### **1.5. Методологични подходи за оценяване и прогнозиране на CLV**

Това е първата систематична методологична рамка в дисертацията, която поставя четири класа подходи: детерминистични, вероятностни, предиктивни (машинно обучение) и хибридни. Тук се

задава „договорът“ за целия труд; различните класове модели са подходящи при различни данни, различни допускания и различни управленски цели. Ключово е, че разделът включва таблица за сравнение на подходите, която обобщава силни и слаби страни, входни изисквания и приложимост. Тази таблица работи като методологичен ориентир за избора на модели в приложната част.

### **1.6. Етични и управленски съображения**

Глава 1 завършва с ясно структурирана етична перспектива: използването на CLV може да води до рискове от комодификация на клиентите, проблеми с поверителността и доверието, и напрежение между ефективност и етика. Обсъждат се изисквания за прозрачност, интерпретируемост и управленска отчетност, които по-късно мотивират включването на интерпретируеми методи и диагностични процедури при машинното обучение и бейсовските модели. Разделът е подплатен с таблица за етични рискове и насоки за противодействие, което придава на дисертацията нормативна завършеност и управленска приложимост.

#### **► Научен резултат**

В рамките на Глава 1 е постигнат концептуално-методологичен резултат, който кодифицира пожизнената стойност на клиента като икономически конструкт на микрониво, подлежащ на финансова интерпретация и управленска операционализация. На основата на систематичното разграничаване на дефиниции и терминологични употреби се уточнява какво се разбира под „стойност“, как се интерпретира „пожизнен“ хоризонт и кои финансови и поведенчески компоненти са допустими в рамката на CLV. Историческото проследяване на еволюцията на концепцията в маркетинговата наука, съчетано със стратегическото ѝ позициониране в CRM и клиентоцентричните модели, обосновава защо CLV следва да се третира като интегративен индикатор, който обвързва сегментация, таргетиране, бюджетиране и управление на маркетинговата ефективност.

Ключов резултат е и систематизацията на „свързаните“ показатели, които формират управленската инфраструктура около CLV, включително разход за придобиване, разходи за задържане и тяхната възвръщаемост, марж, възвръщаемост на инвестицията, клиентски капитал и реферална стойност. Чрез това се постига яснота относно границите на CLV като метрика и условията, при които тя е приложима като критерий за ресурсно разпределение. Главата завършва с резултат от нормативен характер, формулиране на етични и управленски съображения, които поставят изисквания към прозрачност, интерпретируемост и отговорно използване на стойностно-базирани модели.

#### **► Връзка между научния резултат, работните хипотези (Н1–Н6) и емпиричната апробация**

Постигнатият в Глава 1 концептуално-икономически резултат осигурява формалната основа за проверимостта на Н5 и Н6. Чрез дефинирането на пожизнената стойност на клиента като стойностен поток, интерпретируем в рамката на дългосрочна възвръщаемост и ресурсно разпределение, главата задава критерия за „управленска полезност“, който Н5 изисква да се валидира не само статистически, но и чрез ефект върху решенията. Едновременно с това, чрез систематичното позициониране на CLV като мост между теория и практика, се легитимира хипотезата Н6 за целесъобразността на хибридни решения като управленски рационален синтез.

От гледна точка на емпиричната проверка, Глава 1 подготвя синопсиса, като „заковава“ какво се измерва и какво означава подобрене на моделното качество. Това позволява резултатите в Глава

5 да бъдат интерпретирани спрямо ясно дефинирани цели, а не спрямо произволно избрани метрики. Нормативният слой за прозрачност и отчетност в края на главата подпомага и емпиричното тълкуване на H2, тъй като въвежда изискване интерпретируемостта да бъде разглеждана като съществен критерий при сравнението между вероятностни и ML модели.

### ► Принос

Приносът на Глава 1 се състои в изграждането на редакционно и методологично устойчиво „понятийно ядро“ на дисертацията, което осигурява еднозначност на употребата на CLV в целия труд. Това ядро е реализирано чрез систематизирани дефиниции, историческа линия на развитието и ясни връзки към управленски решения, което позволява по-късните модели и протоколи да бъдат интерпретирани не като самоцелна аналитика, а като инструмент за икономически рационални маркетингови интервенции. Допълнителен принос е интегрирането на етичната перспектива като формален елемент от CLV рамката, което укрепва научната валидност и практическата легитимност на последващите методологични избори.

## ГЛАВА 2. Типология на моделите за оценяване на пожизнената стойност на клиента

Глава 2 има систематизираща и критико-аналитична функция. Тя надгражда концептуалната основа от Глава 1, като формулира прецизна типология на CLV моделите, обоснована върху теоретични корени, допускания, данни, математически формулировки и практическа приложимост. В началото се заявява, че категориите включват детерминистични, евристични и базирани на правила, вероятностни (стохастични), модели на машинно обучение, модели на дълбоки невронни мрежи и хибридни модели. Макар в текста да присъства изброяване, аналитичната идея е да се покаже, че типологията не е номинална, а функционална: различните класове модели решават различни проблеми.

### 2.1. Детерминистични модели

Раздел 2.1 започва от най-ранния и интуитивно достъпен клас модели. Изложението се организира около стандартни детерминистични формули за CLV при безкраен и краен хоризонт, като се показва произходът им от дисконтиране и геометрична прогресия, и се подчертава, че те предполагат константност на ключови параметри във времето. Подчертават се ограниченията: липса на индивидуално ниво, невъзможност за улавяне на хетерогенност и динамика, и силна зависимост от груби усреднявания. Въпреки това дисертацията показва къде детерминистичните модели са оправдани, например в ранни етапи на аналитична зрялост, при силно агрегирани данни, или за управленски комуникации, когато целта е бърз ориентир. Този раздел завършва с таблица за типични приложения, която позиционира детерминистичните модели в индустриални практики.

### 2.2. Евристични модели

Раздел 2.2 анализира RFM традицията и разширените евристични методи, основани на правила. Те са представени като междинен клас: по-информативни от детерминистичните модели, но без строгата генеративна структура на вероятностните. Дисертацията показва, че евристичните подходи са особено широко използвани поради простота, лесна интерпретация и пряка връзка с CRM сегментация и таргетиране. Включена е таблица за разширени евристични CLV модели, която обобщава типове правила и разширения, като например включване на допълнителни поведенчески индикатори или прагова логика за активация.

### **2.3. Вероятностни (стохастични) модели**

Раздел 2.3 е ключов за теоретичния апарат на дисертацията. Тук се разглеждат моделите от типа Buy-Till-You-Die, включително Pareto/NBD и BG/NBD, както и логиката на оценяване на честотата и вероятността клиентът да е „жив“ ( $P(\text{alive})$ ). Изложението свързва исторически контекст, теоретични основания и практическа приложимост, като се обръща внимание на това, че тези модели са особено релевантни за недоговорни среди, където отпадането не се наблюдава директно.

В подкрепа на интуицията са включени фигури, които илюстрират параметрични компоненти и функцията  $P(\text{alive})$  като зависимост от рецентност и честота. Особено важно е, че главата не оставя читателя само с формули, а предоставя сравнителни таблични обобщения: таблица за сравнение между Pareto/NBD и BG/NBD, както и таблица с препоръки при избор между тях. Тези обобщения изнасят критерия за избор от нивото „моделът е по-добър“ към нивото „кой модел е по-подходящ при конкретен поведенчески и данъчен контекст“.

### **2.4. Модели, базирани на машинно обучение**

Раздел 2.4 позиционира ML подходите като отговор на ограниченията на класическите вероятностни модели, най-вече техните силни допускания. Текстът разглежда исторически и теоретични корени, развитието от регресионни към по-сложни алгоритмични подходи, принципите на ML-CLV моделирането, както и предимства и ограничения. Съществен акцент е изискването за данни и рискът от „черна кутия“, както и необходимостта от интерпретируемост и калибрация. Включена е таблица за ML-базирани алгоритми по индустрии и типове данни, която има ясна приложна стойност, тя показва съответствия между данъчни режими, типове клиентско поведение и подходящи алгоритми.

### **2.5. Модели, базирани на дълбоки невронни мрежи**

Този раздел разглежда DNN-подходите като отделен клас поради различни изисквания към данните и различен капацитет за представяне на сложни зависимости. Включени са анализ на концептуални основи, изисквания към данните, предимства и ограничения, условия за прилагане в бизнес контекст, иновативни направления и софтуерни инструменти и библиотеки.

Същественото тук е, че дисертацията изрично артикулира границите на практическата използваемост: DNN подходите са мощни, но изискват зряла данъчна среда, инфраструктура и процедури за контрол на риска, включително прозрачност.

### **2.6. Хибридни и ансамблови модели**

Раздел 2.6 обосновава, че в практиката „оптималното“ често е хибридно. Тук хибридността се разглежда като целенасочено комбиниране на различни класове модели, например вероятностни прогнози като признаци за ML, ансамблови конструкции, или комбинации на вероятностни и причинно-ориентирани подходи за управленски решения.

Включени са подточки за форми на хибридното моделиране, предимства и ограничения, условия за прилагане и софтуерни инструменти. Този раздел работи като теоретична легитимация на приложените решения в по-късните части, където се комбинират модели и се сравняват по много критерии.

## 2.7. Съображения при избиране на подход за моделиране на CLV

Финалът на главата систематизира критерии за избор, като се използват две систематично обобщаващи таблици. Едната е сравнителен обзор на типологиите по литературен анализ и практическо обследване, другата е съпоставка на основните типове CLV модели по отношение на входни данни, предпоставки, силни страни, ограничения и софтуерни инструменти. Тук се консолидира методологичният аргумент на дисертацията: изборът на модел е функция от контекста, данните, целевия хоризонт, нуждата от интерпретируемост и организационната готовност.

### ► Научен резултат

Глава 2 постига систематизиращ научен резултат чрез разработване на типология на CLV моделите, която обхваща детерминистични, евристични (включително RFM и правилно-базирани подходи), вероятностни (стохастични) модели, модели на машинното обучение, модели на дълбоки невронни мрежи и хибридни и ансамблови конструкции. Резултатът не е ограничен до класификация, а включва аналитично разграничаване по теоретични корени, допускания, изисквания към данните, силни и слаби страни, както и по типични сценарии на приложение.

Особено значим е резултатът, че вероятностните модели от типа Buy-Till-You-Die се поставят като референтен клас при недоговорни среди, докато ML подходите се аргументират като гъвкава алтернатива при наличие на богата характеристична база и при нужда от улавяне на нелинейности, взаимодействия и сложни поведенчески закономерности. Въвеждането на дълбоките невронни мрежи като отделен тип е обосновано чрез по-високите изисквания към данни и инфраструктура, както и чрез специфични рискове за прозрачност и контрол. Хибридните и ансамблови решения са интерпретирани като принципно направление за синтез на интерпретируемост и прогностична мощ.

### ► Връзка между научния резултат, работните хипотези (Н1–Н6) и емпиричната апробация

Научният резултат на Глава 2 създава директната логическа рамка за формулираните Н1, Н2, Н4 и Н6. Разграничаването между вероятностни и ML подходи по допускания, изисквания към данните и интерпретируемост предоставя теоретична обосновка на очакването, че ML може да превъзхожда при богати данни и висока хетерогенност (Н1), докато вероятностните модели имат структурни предимства при ограничени данни и силни допускания (Н4). Паралелно, типологичната позиция на вероятностните модели като интерпретируеми генеративни конструкции аргументира Н2 за тяхното предимство при калибрация и управленска отчетност.

От гледна точка на емпиричния дизайн, Глава 2 подпомага синопсиса, като дефинира кои сравнения са научно допустими и какви „съпоставими единици“ трябва да се конструират в приложната част. Това има пряко отражение в Глава 5, където вероятностни, ML и хибридни решения се тестват и интерпретират като представители на различни класове модели, а не като несъпоставими техники. По този начин главата превръща Н6 от обща идея в методологично оправдана стратегия за комбиниране на класове модели, която може да бъде емпирично оценена.

### ► Принос

Приносът на Глава 2 е в създаването на единна методологична „карта“ на полето на CLV моделирането, която превръща разнообразните подходи в сравнима система с ясни критерии за избор. Този принос е особено важен за дисертационния труд, тъй като легитимира последващото

„лице в лице“ сравнение между вероятностни и ML модели и обосновава необходимостта от хибридни конструкции. Главата допринася и с рамкиране на софтуерната перспектива, тоест свързване на типове модели с практически реализуеми инструменти, което е предпоставка за възпроизводимост на приложните разработки в следващите части.

### **ГЛАВА 3. Пожизнена стойност на клиента в договорни и извъндоговорни условия**

Глава 3 е контекстуално-аналитичният „шарнир“ на дисертацията. Тя прави ключово разграничение, което по-късно определя методологичните избори и приложните протоколи: договорни срещу недоговорни взаимоотношения, както и непрекъснати срещу дискретни възможности за трансакции. Основната теза е, че тези две оси на контекста променят фундаментално: наблюдаемостта на отпадането, смисъла на рецентността и честотата, структурата на целевите променливи и валидността на допусканията.

#### **3.1. Типология на клиентските взаимоотношения**

Разделът дефинира двата основни типа: договорни отношения, при които статутът „активен или отпаднал“ е наблюдаем чрез договорно събитие, и недоговорни отношения, при които отпадането е латентно и се извежда индиректно чрез неактивност. В дисертацията се подчертава, че при недоговорния сценарий организацията не може с пълна сигурност да определи броя активни клиенти, което обяснява защо вероятностните BTYD модели са толкова релевантни.

Паралелно се въвежда класификация според това дали покупките могат да се случват по всяко време или се случват периодично. Този детайл е методологично решаващ, защото някои модели предполагат непрекъснат процес, а други са дискретни аналози.

#### **3.2. Наблюдаемост на отпадането и влиянието му върху моделирането на CLV**

Тук се формулира директната връзка между наблюдаемостта на отпадане и конструкцията на CLV моделите. В договорните условия се работи с явни събития и може да се използва анализ на оцеляването, модели за подновяване и класификационни подходи. В недоговорните условия е необходимо вероятно моделиране на „жизнеността“ на клиента.

#### **3.3. Подходи за моделиране на CLV в недоговорни условия**

В тази секция се разглеждат: вероятностни модели за непрекъснат процес (включително Pareto/NBD и BG/NBD), модели за дискретни и периодични покупки (като дискретни аналози), оценяване на паричната стойност чрез монетарна компонента и ML подходи.

Ключов е акцентът върху комбинираната рамка BG/NBD (или Pareto/NBD) за броя трансакции плюс Gamma-Gamma за средната стойност, като по този начин се получава очаквана парична стойност на бъдещите покупки. Тази рамка е представена като широко използвана в електронната търговия и е ясно позиционирана като референтен стандарт, който по-късно се използва в Глава 5 при прототипирането.

#### **3.4. Подходи за моделиране на CLV в договорни условия**

Тук дисертацията разглежда анализ на оцеляването и моделиране на отпадането, модели за прогнозиране на отпадане при периоди на подновяване и прогнозиране на приходите в договорен контекст. Така се показва как CLV в договорни модели може да бъде по-„пряко“ свързана с риск от отпадане, което е наблюдаемо и подлежи на прогноза. Този раздел подготвя логически Приложение Б, където контрактният контекст се демонстрира чрез SaaS сценарий.

### 3.5. Типични случаи на използване на CLV модели в договорни и извъндоговорни взаимоотношения с клиентите

Глава 3 завършва с приложение ориентирана систематизация: за какви решения се използват CLV модели в двата типа взаимоотношения. В подкрепа са включени таблица за сравнителен преглед на CLV моделите според контекста и две фигури, едната съпоставя модели по сложност и интерпретируемост, а другата е процесна диаграма за избор на модел според типа взаимоотношения. Това е ключово, защото предоставя методологично „дърво на решения“, което елиминира произвола при избора на модел.

#### ► Научен резултат

Глава 3 постига контекстуално-методологичен резултат, като формализира различията между договорни и извъндоговорни взаимоотношения и показва как тези различия определят наблюдаемостта на отпадането, конструкцията на целевите променливи и валидността на моделните допускания. В договорния режим отпадането е наблюдаемо и може да бъде моделирано като събитие, докато в извъндоговорния режим отпадането е латентно и се извежда вероятно, което налага специфични модели за оценка на „живостта“ на клиента и за прогнозиране на бъдещите трансакции.

Резултатът включва и концептуално уточняване на процесите на купуване според това дали възможностите за трансакции възникват непрекъснато или дискретно, което е критично при избора на модели и при темпоралното валидиране. Така главата изпълнява функцията на теоретичен мост, който превежда типологията от Глава 2 към приложимите протоколи и модели от Глава 4 и Глава 5, включително като задава логиката за различни емпирични постановки в приложенията.

#### ► Връзка между научния резултат, работните хипотези (Н1–Н6) и емпиричната апробация

Научният резултат на Глава 3, контекстуалното разграничение между договорни и извъндоговорни взаимоотношения и последиците му за наблюдаемостта на отпадането, е пряко свързан с Н1, Н3, Н4 и Н6. Главата обосновава защо в договорна среда рискът от отпадане може да бъде моделиран като наблюдаемо събитие и следователно защо подходи, които прогнозира отпадане и го интегрират в стойностната оценка, следва да подобряват CLV (Н3). Същевременно тя показва защо в извъндоговорна среда отпадането е латентно и защо моделите трябва да се оценяват спрямо способността да улавят нерегулярност и хетерогенност, което подкрепя постановката на Н1.

По отношение на емпиричната проверка и синопсиса, Глава 3 осигурява методологична легитимация на двата приложни режима, които се развиват в приложенията и се рефлектират в дискусията. Така хипотезите се „закрепват“ към контекст: Н1 и Н4 са релевантни предимно за недоговорната постановка, а Н3 за договорната. Това превръща емпиричния анализ в Глава 5 и приложенията в последователна проверка на хипотези при различни режими на взаимоотношението, а синопсисът може да обобщи резултатите без смесване на несъпоставими контексти.

#### ► Принос

Приносът на Глава 3 е, че превръща „контекста на взаимоотношението“ в изрична методологична детерминанта на моделирането, а не в фонова характеристика. Това дава научна

основа за критически коректни сравнения между модели, защото сравнимостта се дефинира спрямо типа взаимоотношение и наблюдаемостта на отпадането. С това се обосновава защо един и същ клас модели може да бъде оптимален в един режим и неадекватен в друг, както и защо протоколите за валидиране и метриките следва да се подбират контекстно.

#### **ГЛАВА 4. Методологична рамка за моделиране на пожизнената стойност на клиента**

Глава 4 е „методологичната конституция“ на дисертацията. Тя формализира как се изгражда надежден CLV анализ: какво точно е компонент на модела, какви допускания се правят, как се подготвят данните, с какви метрики се оценяват моделите, и къде са „слепите петна“ на текущата научна и приложна практика.

Още в началото главата очертава, че рамката включва: ясна концептуална цел, спецификация на компонентите, формулиране на допускания, стриктна предварителна обработка на данните, избор на метрики за оценка и бенчмаркинг, и разпознаване на методологични пропуски и иновации. Този набор от изисквания задава стандарта, по който в Глава 5 се изграждат прототипите.

##### **4.1. Компоненти на CLV моделите**

Тук дисертацията представя CLV моделите като аналитични конструкции, които прогнозира очаквана стойност на бъдещи потоци. Въвеждат се основни компоненти като времеви хоризонт, честота и продължителност на взаимоотношението, средна стойност на трансакция и марж. След това компонентите се организират в по-високо равнище: оперативен, потенциален, отношенчески и контекстуален компонент.

Оперативният компонент се свързва с измерими трансакционни величини и парични потоци. Потенциалният компонент включва допълнителна стойност чрез cross-selling, up-selling и referral value, което разширява CLV извън непосредствените бъдещи покупки. Отношенческият компонент включва параметри като привличане, задържане, продължителност и натрупан опит. Контекстуалният компонент отчита среда, каналност, продуктови и бизнес особености.

Тези идеи са подплатени с таблично описание на компонентите, визуализиране на обхвата на областите на изследване, и таблично представяне на взаимоотношенията и потенциала в предлаганите модели. Тук същественото е, че „компонентите“ не се разглеждат само на концептуално ниво, а се обвързват с измерване и моделиране.

##### **4.2. Основни допускания при моделирането на пожизнената стойност на клиента**

Разделът кристализира допусканията, които често се скриват зад моделирането: независимост на събитията, стационарност и времева инвариантност, хетерогенност между клиентите и гранулярност и достатъчност на данните. Това е пряко свързано с по-късните сравнения между вероятностни и ML модели, тъй като ML подходите могат да смекчат част от тези допускания, но въвеждат други рискове.

##### **4.3. Предизвикателства при подготовката и предварителната обработка на данните**

Тук дисертацията систематизира практическите препятствия: разреденост на трансакционните данни, ефекти от орязване и цензуриране, изтичане на информация (data leakage), кохортни и периодни ефекти, и проблем на „студеното стартиране“. Това е важен раздел, защото задава конкретна методологична дисциплина: валидирането и прогнозата трябва да бъдат темпорално коректни, а признаците трябва да са конструирани така, че да не „подказват“ бъдещето.

#### 4.4. Показатели за оценяване и сравняване на CLV модели

Този раздел формализира оценяването в пет групи: показатели за точност на прогнозата (MAE, RMSE, MAPE,  $R^2$ ), показатели за ефективност на ранжирането и класифицирането, показатели базирани на възвръщаемост и печалба, калибрация на прогнозните оценки и интерпретируемост и прозрачност. Така се задава принципът, който в Глава 5 се следва при сравнението на вероятностни, ML и байсовски подходи: моделът не се оценява само по средна грешка, а и по това дали „подрежда правилно“ клиентите и дали е управленски валиден.

#### 4.5. Методологични предизвикателства и непълно проучени области

Тук се развиват теми, които дисертацията разпознава като критични за научен напредък: сезонност и времеви закономерности, хетерогенност в дисконтовите ставки и финансови допускания, вариращи във времето ковариати, ефекти на удовлетвореност и преживяване, и автоматизация в реално време. Този раздел подсилва научната стойност на дисертацията, защото показва не само какво е направено, но и какви са границите на стандартните подходи.

#### 4.6. Нововъзникващи и потенциални области на изследване

Финалът на Глава 4 позиционира направления като байсовско калибриране и йерархични модели, темпорално вграждане и дълбоко обучение, разширен анализ на оцеляването, каузално инкрементално (uplift) моделиране за оптимизация на CLV и перспективни теоретични обединяващи рамки. Това е директна подготовка за включването на байсовски прототип в Глава 5 и за по-широката визия на труда.

##### ► Научен резултат

Глава 4 реализира основния методологичен резултат на дисертацията, формализирана рамка за моделиране, валидиране и сравнение на CLV модели, организирана около компоненти на CLV, ключови допускания, подготовка на данните, показатели за оценяване и идентифициране на методологични предизвикателства и нововъзникващи направления. Резултатът се състои в това, че дисертацията установява ясно разграничение между операционализацията на CLV и статистическата процедура по оценяване, като едновременно с това въвежда дисциплина на темпоралната коректност, чрез калибрационни и валидиращи периоди и чрез избягване на изтичане на информация.

Съществен е и резултатът по отношение на оценяването. Изградена е многокритериална логика за оценка, която не се свежда до една грешка на прогнозата, а включва точност, калибрация, оценка на несигурността, ефективност на ранжирането и управленска интерпретируемост. Това позволява в Глава 5 да бъде реализирано съпоставяне между вероятностни, ML и байсовски подходи на общ методологичен език.

##### ► Връзка между научния резултат, работните хипотези (H1–H6) и емпиричната апробация

Научният резултат на Глава 4, протоколът за моделиране, времево-ориентирана валидация и многокритериално оценяване, е методологичната предпоставка за емпирично коректна проверка на всички хипотези, но най-пряко на H2 и H5. H2 изисква разграничаване на „точност“ от „калибрация“ и от интерпретируемост, а именно това се формализира чрез отделянето на метрики и диагностични процедури за калибрация и прозрачност. H5 изисква оценка на моделите и през управленски ефект, което е подкрепено от въвеждането на критерии за ранжиране, таргетиране и приложна полезност, а не само на грешка на прогнозата.

От гледна точка на емпиричната проверка, Глава 4 прави възможна проверката на H1 и H4 без методологични смущения като изтичане на информация и некоректно темпорално разделяне. В резултат, когато в Глава 5 се сравняват вероятностни и ML модели, сравнението се случва в обща валидираща рамка и позволява синопсисът да извежда заключения за условията на превъзходство и ограниченията на моделите. По този начин Глава 4 действа като гаранция, че емпиричните резултати се дължат на моделите и данните, а не на артефакти на процедурата.

### ► Принос

Приносът на Глава 4 е в протоколирането на обща рамка, която превръща дисертационния труд от обзор на модели в методологично възпроизводима изследователска програма. Главата консолидира предпоставките за научна проверимост на хипотезите, защото дефинира как точно се генерират признаци, как се валидира във времето и как се интерпретират резултатите в условия на несигурност. Допълнителен принос е идентифицирането на непълно проучени области и нови направления, което позиционира дисертацията като принос не само към практическата методика, но и към бъдещия научен дневен ред.

## **ГЛАВА 5. Прототипиране на приложни модели за прогнозиране на пожизнената стойност на клиента**

Глава 5 е приложното и емпирично ядро на дисертацията. Тя реализира методологичната рамка от Глава 4 чрез поредица прототипи, които демонстрират: (1) подготовка и инженеринг на признаци, (2) вероятно моделиране с BG/NBD и парична компонента, (3) машинно обучаван CLV подход върху реален трансакционен набор, (4) бейсовски CLV модел като генеративна алтернатива, и (5) структурирано сравнение между подходите чрез метрики, визуални диагностики и проверки за валидност.

### **5.1. Подготовка на данните и конструиране на признаци**

Раздел 5.1 поставя основата на приложното моделиране чрез систематичен инженеринг на признаци. Тук се разглеждат четири групи признаци:

- Първо, RFM показателите, рецентност, честота и парична стойност като класически ядра на трансакционната информация.
- Второ, срок на ползване и продължителност на взаимоотношенията, като допълнителна ос за „възраст“ и стабилност на клиента.
- Трето, кохортни признаци, които отчитат ефекти на периода на придобиване и структурни различия между групи клиенти.
- Четвърто, секвентни признаци, които улавят последователности в поведението и така надграждат статичната RFM картина.

Този раздел е критичен, защото гарантира методологична коректност на следващите прототипи и едновременно показва как класически и модерни признаци могат да бъдат комбинирани.

### **5.2. Прототип на вероятностен BG/NBD модел**

Тук се реализира вероятностното моделиране като референтна основа, включително неговите допускания и структура, изграждането на модел на ниво клиент, интегрирането на хетерогенност, калибриране, оценяване и валидиране, сравнение с Pareto/NBD и други варианти, въвеждане на парична компонента чрез Gamma-Gamma и дисконтиране, както и прогнозиране.

Съществено е, че в текста се използва реален транзакционен набор CDNOW, който е описан като съдържащ 78 седмици история на покупки за 2357 клиенти, и се демонстрира възпроизводимата R реализация. Включени са фигури, които визуализират времеви закономерности на покупките, сценарии след последна покупка, параметрични плътности за разпределенията в модела, и диагностични сравнения между наблюдавани и предсказани честоти и трансакции. Представени са и фигури за разпределението на  $P(\text{alive})$ , топлинна карта на вероятност за активност като функция на рецентност и честота, разпределение на очакван брой трансакции и разпределение на прогнозната едногодишна CLV.

Включени са и таблични обобщения, например за подходи за прогнозиране на паричната стойност, статистики на прогнозната CLV по сегменти и Парето крива на CLV, което вече прави преход към управленската интерпретация: концентрираната стойност в малка част от клиентите и импликациите за приоритизация.

### 5.3. Прототип на машинно обучаван CLV модел

Раздел 5.3 се организира в пет логически стъпки: предимства и ограничения, алгоритми, процедура, прогнозиране, сравнителен анализ.

- Първо, се аргументира защо ML може да е по-подходящ в условия на нелинейности и взаимодействия, но също защо изисква повече данни и по-строга дисциплина срещу пренастройване и срещу изтичане на информация.
- Второ, се прави обзор на основни алгоритми за CLV: линейна регресия като базова линия и интерпретируема отправна точка, дървета на решенията, ансамблови методи, включително Random Forest и градиентен бустинг с XGBoost, и невронни мрежи. Изложението е не просто енциклопедично, а подчертава какво всеки модел печели и какво губи от гледна точка на интерпретируемост и точност.
- Трето, в процедурата се демонстрира приложението върху CDNOW, включително темпорално разделяне на данните на калибрационен и валидиращ период, и изграждане на признаци, съвместими с ML модели. В дисертационния текст това е реализирано с възпроизводим R скрипт и ясно описана схема за обучение и тест.
- Четвърто, се представя прогнозиране с ML модели и се разграничават типове задачи, регресионни прогнози и класификационни постановки, например за активен срещу неактивен клиент, което е пряко свързано с темата за латентно отпадане в недоговорен контекст.
- Пето, сравнителният анализ включва представяне на показатели за прогностична ефективност, ROC криви при класификационни модели, показатели за регресионни модели и графично сравнение на грешки при прогнозиране. Включени са и визуални представяния на дърветата на решенията като част от интерпретируемия слой на анализа.

### 5.4. Прототип на байсовски CLV модел

Този раздел представлява висок научен слой на дисертацията, защото преминава от „точкови“ оценки към вероятностно-генеративна перспектива, при която несигурността е структурна част от модела и може да се използва управленски.

Разделът започва с постановка и мотивация, след което описва байсовския подход към оценяване на CLV и генеративната структура на основния модел. Следват стратегии и алгоритми за оценяване, и конкретна реализация чрез байсовско оценяване и прогнозиране, включително калибрационно-валидираща схема.

В текста се демонстрира бейсовска имплементация на BG/NBD и Gamma-Gamma компоненти чрез brms, както и преминаване от апостериорни разпределения към прогнозни оценки за P(alive), бъдещи трансакции и CLV. Значим принос е и концептуалната връзка с вземане на решения при несигурност: не само „каква е очакваната стойност“, а и „каква е вероятностната структура на риска и стойността“, което е важно за прагова логика, за бюджетиране и за управление на риск.

### **5.5. Сравнение на бейсовския модел с референтен вероятностен и ML-базиран модели**

Финалът на главата е методологично дисциплинирано сравнение. Той не се свежда до една метрика, а комбинира:

- Анализ на съгласуваността на прогнозните резултати, включително таблични сравнения на показатели за точност.
- Визуална инспекция, която включва диаграми на съответствие между наблюдавани и предсказани стойности, gain-криви и кумулативна точност, както и разпределение на прогнозната грешка по модели.
- Проверки за валидност и надеждност, включително апостериорни прогностични проверки (PPC) за бейсовския слой и кръстосано валидиране за устойчивост.

По този начин Глава 5 завършва с ясно демонстриран принцип: изборът на модел е резултат от балансиране на точност, калибрация, интерпретируемост и устойчивост, а не от „едно число“.

#### **► Научен резултат**

Глава 5 реализира емпирично-аналитичния резултат на дисертацията чрез прототипиране на приложни модели за прогнозиране на CLV, включително вероятностно моделиране с BG/NBD, разширяване с парична компонента (Gamma-Gamma) и дисконтиране, прототипиране на ML-базирани CLV модели и прототипиране на бейсовски CLV модел, последвано от сравнителен анализ между подходите. Като емпирична база е използван трансакционният набор CDNOW, върху който се демонстрират стандартните стъпки на BTYD моделирането и се реализира последователен протокол за обучение, прогнозиране и валидиране.

Вероятностният прототип води до резултати, които включват количествени прогнози за вероятност клиентът да е активен, очакван брой бъдещи трансакции и прогнозна CLV за фиксиран хоризонт, подкрепени с диагностични проверки и визуализации за съгласуваност между наблюдавани и предсказани честоти и трансакции. ML прототипът разширява постановката към гъвкави алгоритми за прогнозиране на CLV, като демонстрира процедура за моделиране и сравняване на резултати, включително оценяване с подходящи метрики и анализ на прогностичното поведение. Бейсовският прототип добавя генеративна перспектива и позволява формално включване на несигурността в прогнозите и в интерпретацията на резултатите. Финалният сравнителен раздел консолидира резултата чрез съпоставка между вероятностни, ML и бейсовски подходи по единни критерии.

#### **► Връзка между научния резултат, работните хипотези (Н1–Н6) и емпиричната апробация**

Научният резултат на Глава 5, прототипиране и сравнително тестване на вероятностни, ML и бейсовски варианти и тяхното използване за прогноза и интерпретация на CLV, представлява директната емпирична проверка на Н1, Н2, Н4 и Н6, а в управленския слой и на Н5. Сравнението между вероятностен прототип и ML прототипи дава емпирична база да се оцени дали ML носи

подобрене при хетерогенност и богати признаци (H1), както и дали вероятностните модели запазват предимства по калибрация и интерпретируемост (H2). Включването на сценарии с различна информационна наситеност и зависимост от структурни допускания подпомага емпиричната оценка на H4.

От гледна точка на синопсиса, Глава 5 позволява конструиране на обобщения, които са едновременно научни и управленски. Това става чрез свързване на метриците за прогностично качество с правилата за действие и чрез демонстрация на хибридна логика, при която вероятностни прогнози и ML гъвкавост могат да бъдат комбинирани в единна рамка (H6). Управленската верификация на резултатите, чрез това доколко моделите подпомагат таргетиране и приоритизация, осигурява емпирично основание да се интерпретира H5 в заключителната дискусия като критерий за практическа валидност на научните решения.

### ► Принос

Приносът на Глава 5 е в това, че дисертацията демонстрира пълна, методологично стриктна траектория от подготовка на данни и признаци, през моделиране и прогнозиране, до диагностика, сравнение и управленски смисъл на резултатите, в рамка, която позволява възпроизводимост в R среда. Научната стойност на приноса се състои в три аспекта. Първо, вероятностните ВТУД модели са реализирани като референтна базова линия, върху която се изгражда аргументирано сравнение. Второ, ML и бейсовските подходи са включени не като паралелни упражнения, а като съпоставими алтернативи, оценени чрез общ протокол и интерпретирани в контекста на ограниченията и допусканията. Трето, сравнителният анализ е организиран така, че да подпомага извеждането на обосновани избори на модел според данните, контекста и управленските изисквания за прозрачност и надеждност.

## СИНОПСИС И ДИСКУСИЯ

Разделът „Синопис и дискусия“ синтезира сравнителните резултати от емпиричния анализ върху набора CDNOW, като ги организира спрямо трите класически компонента на пожизнената стойност на клиента, честота на покупки, вероятност за отпадане и средна парична стойност на трансакцията. В рамките на тази синтезираща линия се съпоставят три подхода: (1) честотен BG/NBD + Gamma–Gamma (MLE), (2) бейсовски BG/NBD + Gamma–Gamma (MCMC/Stan) и (3) модел на машинно обучение (Random Forest) върху идентичен набор поведенчески и темпорални признаци.

Сравнението е структурирано по „ключови измерения“, които в текста са експлицитно формулирани като прогностична точност; интерпретируемост и информативност, мащабируемост и оперативна сложност, бизнес контекст и случаи на употреба. По този начин дискусията извежда аналитичен критерий за избор, който не редуцира качеството на подхода до една метрика, а го разглежда като баланс между точност, поведенческа интерпретация, ресурсна осъществимост и съответствие с контекста на приложение.

Методологичният акцент на дискусията е върху съпоставимостта на постановките и върху ролята на бейсовската спецификация като добавена стойност по линия на несигурността и диагностиката, а не като гарантирано преимущество по точкова прогностична грешка. В този смисъл разделът отличава „точкова точност“ от „управление на несигурността“, като подчертава, че бейсовският BG/NBD репликира точковата точност на честотния модел, но добавя информация за несигурност, която е особено полезна при оскъдни данни или малки кохорти.

## Методологични обобщения, релевантни за валидирането

Методологичният акцент на дискусията е върху съпоставимостта на постановките и върху ролята на бейсовската спецификация като добавена стойност по линия на несигурността и диагностиката, а не като гарантирано преимущество по точкова прогностична грешка. В този смисъл разделът отличава „точкова точност“ от „управление на несигурността“, като подчертава, че бейсовският BG/NBD репликира точковата точност на честотния модел, но добавя информация за несигурност, която е особено полезна при оскъдни данни или малки кохорти.

## Емпирични и аналитични резултати

В самостоятелна подточка „Синтез на резултатите“ се отчита, че Random Forest постига най-висока прогностична точност, с  $R^2 > 0.84$  и  $RMSE \approx 1.0$  в 5-fold CV, докато честотният и бейсовският BG/NBD показват близки и стабилни грешки,  $RMSE \approx 1.767-1.8$  и  $MAE \approx 0.81$ , при висока вътрешна съгласуваност между двата параметрични варианта. За бейсовската постановка е отчетена адекватна конвергенция на веригите и добри апостериорни проверки на прогностичните резултати. На ниво клиенти дискусията фиксира различия в калибрацията: при високоактивни клиенти Random Forest има склонност да надценява очакваната стойност, докато BG/NBD остава консервативен; при пасивни клиенти вероятностните модели дават по-реалистични прогнози с по-ниска чувствителност към „шум“.

## Интерпретация и методологични импликации

В частта „Перспективни методологични импликации и хибридна рамка“ резултатите са интерпретирани през тезата, че „точност“ и „интерпретируемост“ са комплементарни, а не взаимно изключващи се измерения. В дискусията се формулира позицията, че не съществува универсален „победител“: вероятностните модели осигуряват прозрачна, структурно консистентна основа, докато ML моделите добавят най-висока прогностична мощ при богати признаци. На това основание се допуска перспектива за хибриден подход, който да съчетава интерпретируемостта на BG/NBD с предиктивната мощ на ML и бейсовските интервали върху несигурността.

В текста тази перспектива е конкретизирана като обещаваща хибридна рамка, представена в следната последователност: базова калибрация и сегментация чрез напасване на BG/NBD + Gamma-Gamma за извличане на интерпретируеми параметри и първична сегментация; прогностично донастройване чрез ML чрез обучение на ML модел с богати признаци, който предсказва целево определен CLV на хоризонт 3/6/12 месеца; интеграция чрез стиковане или ансамблиране, при което изходите от BG/NBD, или апостериорни обобщения, влизат като вход към ML, алтернативно двуизходно моделиране със съгласуване с вероятностната логика; управление на несигурността чрез бейсовски интервали върху ключови сегменти или кохорти за бюджетиране и управление на риска, включително използване на вариационни или MAP подходи при големи данни; операционализация чрез регулярен цикъл за преоценка, интерпретируемост чрез SHAP или PD и огледало към бизнес по формата на ключови показатели за ефективност, SAC, ROMI, базирана на маржа CLV.

### ► Научен резултат

Научният резултат на раздела „Синопис и дискусия“ се изразява в синтезираното извеждане на сравнителна валидност между честотен и бейсовски BG/NBD и ML подход (Random Forest) при идентичен набор признаци, със специален акцент върху разграничението между точкова

прогностична точност, калибрация по профили на клиенти и стойността на несигурността като аналитичен ресурс.

#### ► Връзка с хипотезите H1-H6 и функция на синопсиса

Разделът консолидира емпиричната проверимост на тезите за различията между ML и вероятностни подходи при недоговорен контекст, като изрично фиксира превъзходството на ML по прогностична точност и едновременно показва, че калибрацията по клиентски профили и управлението на несигурността остават критични за приложимостта. В синопсиса това се отразява като аргумент за условен избор и за методологично оправдано комбиниране на подходи, вместо редукция до един модел и една метрика.

#### ► Принос

Приносът на раздела е, че превежда емпиричните различия между подходите към формулиране на критерии за избор и към методологично аргументирана перспектива за хибридизация, която комбинира структурна интерпретируемост, предиктивна мощ и управление на несигурността, в логика, пригодна за последваща операционализация.

### ЕПИЛОГ: CLV в епохата на изкуствения интелект и аналитичния капитализъм

Разделът „Рефлексивният епилог“ има заключителна интерпретативна функция, като поставя пожизнената стойност на клиента в контекста на дигиталната икономика, изкуствения интелект и аналитичния капитализъм. Тук CLV е разгърната не като техническа метрика, а като концептуална ос на новия маркетингов подход, в който данните и вероятностите заменят класическите измерения на пазара.

#### Ключови понятия и смислови акценти

В подраздела „Промяната на парадигмата в разбирането за стойност“ се формулира, че стойността се мисли като потенциална, прогнозирана и вероятно оценена стойност на взаимодействията между клиента и организацията. В този контекст CLV е определена като епистемологичен модел, начин да се мисли и управлява икономическата реалност чрез предсказуемост, при което клиентът се концептуализира като динамичен вектор от вероятностни очаквания, чиято стойност се променя във времето и зависи от прогнозирана активност.

В подраздела „Изкуственият интелект като нов посредник на икономическото знание“ епилогът въвежда машинното предсказание като форма на знание, която е операционална, т.е. не описва реалността, а я моделира и конструира. Акцентът е, че CLV моделите, особено в бейсовските и машинно-обучаващите се форми, vyplъщават тази трансформация, като не просто оценяват стойността, а генерират възможни бъдещи сценарии за поведение.

В подраздела „Аналитичният капитализъм и клиентът като статистическо тяло“ се аргументира, че възниква нова форма на икономическа власт, владение върху предсказанието, при което CLV моделите превръщат данните в предсказания, а предсказанията в стратегически решения, и че клиентът се описва като множество от вероятности, което се управлява чрез прогнози и алгоритмични механизми.

#### Етична рефлексия и граници на предсказанието

В епилога се поставя въпросът за етичните граници на предсказанието, като се подчертава рискът от редукция на човешкото взаимодействие до моделна абстракция. Отговорността на

изследвателя и аналитика е формулирана като по-широка от постигане на точност, тя включва рефлексия върху последиците от моделното знание, как се използва, кого облагодетелства и кого изключва, при което CLV моделирането се явява аналитичен инструмент и етическо изпитание, граница между познанието и властта, между прогнозирането и контрола.

### **Заклучителна перспектива**

В подраздела „Към постаналитичен хоризонт: знание, време и стойност“ моделирането на пожизнената стойност се разглежда като метафора за трансформацията на икономическото мислене, от ретроспективен анализ към проспективно моделиране. CLV е определена като инструмент, чрез който икономическата рационалност се проектира във времето, а стойността се мисли не като факт, а като възможност, при което всяка прогноза на клиентската стойност е едновременно научен акт и социална конструкция.

#### **► Научен резултат**

Научният резултат на епилога е концептуалното позициониране на CLV като аналитична ос на предиктивната икономика и като епистемологична рамка, която свързва стойност, време и несигурност в логика на алгоритмични решения и вероятно управление.

#### **► Връзка с хипотезите Н1-Н6 и функция за синопсиса**

Епилогът подкрепя синопсиса чрез концептуално и етично рамкиране на критериите, които в дисертацията се разглеждат като ключови за приложимостта на моделите, не само точност, но и прозрачност, интерпретируемост, ресурсна осъществимост и управляемост на несигурността. Така заключителната рефлексия усилва аргумента, че изборът и интеграцията на модели са свързани с отговорност и контрол върху последствията от прогностичното знание.

#### **► Принос**

Приносът тук следва да се формулира като легитимиране на методологичните и управленските изисквания за прозрачност, интерпретируемост и рефлексия върху последиците от моделното знание, като неотменима част от използването на CLV модели в съвременната среда на данни и алгоритмични системи.

### **ПРИЛОЖЕНИЕ А: Омниканален моден ритейл, неконтрактна среда**

Приложение А представя възпроизводим аналитичен протокол за моделиране на пожизнена стойност на клиента в неконтрактна (извъндоговорна) среда на многоканален ритейл, където покупките са нерегулярни, а отпадането е латентно, тоест не се наблюдава като ясно събитие. Методиката е концептуално съгласувана с Глави 3.3 и 5.2–5.3, като стъпва върху логиката на поведенческия процес на повторни покупки и разграничаването между „временна пауза“ и „реално прекратяване на отношенията“. В този контекст основният методологичен проблем е коректното дефиниране на времевия хоризонт, правилното разделяне на периоди за обучение и прогнозиране и контролът върху риска от изтичане на информация, в пряко съответствие с раздели 4.3.3 и 4.3.

Протоколът започва с формализиране на трансакционната гранулярност и конструиране на стабилни клиентски поведенчески индикатори, като рецентност, честота и парична стойност, както и омниканални характеристики, които отразяват взаимодействието канал-продукт-поведение. Следва вероятно моделиране на повторните покупки с модели от типа „Buy-Till-You-Die“ като референтна основа и последващо оценяване на паричната компонента, така че да

се получи прогнозна стойност на бъдещия клиентски принос за зададен хоризонт. На тази база се извеждат управленски интерпретации, съвместими с раздел 1.3, чрез ранжиране на клиентите по стойност, сегментиране по риск и стойност и формулиране на приложими правила за таргетиране и бюджетиране в многоканален контекст. Важен отличителен белег на методиката е, че тя представя не само моделните оценки, но и пълната логика на валидиране, калибрация и чувствителност към ключови допускания като стационарност и хетерогенност, които са централни в раздели 4.2 и 4.5.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б: SaaS абонаментен модел, контрактна среда**

Приложение Б представя проследим и възпроизводим протокол за моделиране на пожизнена стойност на клиента в контрактна среда на SaaS бизнес модел, където задържането и отпадането се наблюдават пряко, а данните имат естествена периодичност, определена от цикъла на подновяване и фактуриране. Методиката е пряко съгласувана с Глави 3.4 и 5, като третира CLV като функция на вероятността за задържане в бъдещи периоди и очакваната условна стойност при задържане. Тук централната методологична задача е да се дефинира коректно състоянието на клиента във времето, да се избере адекватен хоризонт и да се изгради валидиране, което имитира реална внедрителна ситуация, което съответства на раздели 4.3 и 4.4.

Протоколът започва с ясна операционализация на отпадането на клиента (churn) в дискретни интервали, дефиниране на периоди за обучение и прогнозиране и конструиране на признаци, които са специфични за SaaS, например свързани с план, употреба на продукта, продължителност на взаимоотношението и динамика на поведението. Следват модели за риск от отпадане и прогнозиране на приходната компонента, като се оценява не само грешката на прогноза, но и калибрацията на агрегатно ниво, защото в управленски план най-често решенията се вземат при ограничени бюджети, чрез избор на топ сегменти и прагове за интервенция. Кулминацията на методиката е „преводът“ на прогнозите в управленски инструменти, например матрица риск-стойност, правила за диференцирани интервенции и симулация на очакван ефект от таргетиране, което директно се свързва с раздели 1.3.2, 4.4.3 и 4.4.2. По този начин казуът функционира като пълна процедурна рамка за внедряване на CLV в SaaS, включително контрол на надеждността, устойчивост на резултатите и оценка на компромиса между точност, интерпретируемост и организационна реализуемост.

#### IV. СПРАВКА ЗА НАУЧНИТЕ ПРИНОСИ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

---

Претенциите за научни приноси в настоящата дисертация са следните:

**1) Концептуално и историческо консолидиране на пожизнената стойност на клиента като икономически и управленски конструкт.**

Дисертационният труд представя цялостен преглед и исторически синтез на развитието на пожизнената стойност на клиента, като свързва теоретичните основания на CLV с еволюцията на методологичните подходи и с практиките на клиентоцентричното управление. В рамките на тази концептуална линия CLV е формализирана като стойностен поток, релевантен за стратегически решения по сегментация, таргетиране и бюджетиране, с отчетлива управленска логика за връзката между маркетингови инвестиции и дългосрочна рентабилност.

**2) Разработване на систематична типология на CLV моделите и критерии за методологично обоснован избор.**

Трудът предлага типология, която обхваща детерминистични, евристични, вероятностни (стохастични), модели на машинно обучение, модели на дълбоки невронни мрежи и хибридни и ансамблови решения, като за всеки клас са разграничени предпоставки, изисквания към данните, приложимост, предимства и ограничения. Чрез това се постига научно значим резултат, превръщайки разнообразието от подходи в сравнима система, пригодна за аргументиран избор на модел спрямо контекст, данни и управленски цели.

**3) Контекстуална рамка за CLV в договорни и извъндоговорни взаимоотношения и операционални последствия за моделирането.**

В дисертацията е формализирано разграничението между договорни и извъндоговорни отношения, включително последиците му за наблюдаемостта на отпадането и за спецификацията на моделите. Този принос е методологично съществен, защото дефинира условията, при които вероятностните модели са естествен избор поради латентното отпадане, както и условията, при които договорният режим допуска директно моделиране на отпадането на клиента като събитие и интегрирането му в стойностната оценка.

**4) Протоколирана методологична рамка за моделиране и валидиране на CLV, ориентирана към време, калибрация и интерпретируемост.**

Трудът формулира последователна рамка, включваща операционализация на CLV, подготовка на данни, инженеринг на признаци и времево-ориентирана валидация, съпроводена от многокритериално оценяване. В рамката са разграничени точност, калибрация и управление на несигурността, както и изисквания за интерпретируемост и бизнес приложимост, което осигурява методологично коректна основа за последващи сравнителни тестове и за устойчиви управленски изводи.

**5) Емпирично сравнение на вероятностни и машинно-обучаващи се подходи върху реален набор от данни при единни условия на валидиране.**

В приложното ядро на разработката е реализирано сравнително тестване между честотен BG/NBD и бейсовски BG/NBD, допълнени с парична компонента, и Random Forest като ML подход, при съпоставим протокол за оценяване. Дискусията синтезира резултатите както по точност, така и по поведение на грешките и калибрация по клиентски профили, като показва

емпирично значимия компромис между прогностична мощ и структурна прозрачност, и извежда критерии за избор, които са валидни в рамката на дисертацията.

**6) Методологично утвърждаване на бейсовската перспектива като средство за управление на несигурността и диагностика на пригодността на CLV моделите.**

Дисертацията интегрира бейсовска реализация на вероятностно моделиране, като подчертава ролята на апостериорните разпределения, интервалите на несигурност и апостериорни прогностични проверки за оценка на пригодността и стабилността на прогнозите. Този принос е научно релевантен, защото разширява фокуса от точкови прогнози към вероятностна оценка, която е приложима при решения под риск и при оскъдни данни или малки кохорти.

**7) Възпроизводими приложни протоколи в две контекстни среди и рефлексивно рамкиране на CLV в епохата на изкуствения интелект.**

Приложение А и Приложение Б представят проследими и възпроизводими протоколи за CLV моделиране в неконтрактна омниканална среда и в контрактна SaaS среда, включително ясно описана логика на данните, операционализации и моделни процедури, съответстващи на методологичната рамка на труда. Финалният „Рефлексивен епилог“ допълва научната стойност чрез концептуално позициониране на CLV като аналитичен и управленски артефакт в условията на изкуствен интелект и аналитичен капитализъм, като така легитимира значимостта на прозрачността, отчетността и отговорното използване на прогнозното знание като част от научната и практическата валидност на CLV моделирането.

## V. СПИСЪК НА ПРЕХОДНИ ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

---

- Кръстевич, Т.** (2025). Пожизнената стойност на клиента. Библиотека „Стопански свят“, АИ Ценов, Свищов (монография, ISBN 978-954-23-2627-4).
- Кръстевич, Т.** (2026). Предиктивно и каузално моделиране на мултитъч атрибуция в дигитална среда. Алманах "Научни изследвания", 34, АИ Ценов, Свищов, (студия, под печат)
- Krastevich, T.** (2026). Beyond Heuristics: A Predictive Modeling Framework for Multi-Touch Attribution in Online Marketing. Conference proceedings ICBE 2025. Bucharest, Romania: Springer. (SCOPUS, accepted)
- Krastevich, T., & Vassileva, B.** (2026). Robustness and Reliability of AI-Generated Personas in Customer Analytics. Conference proceedings FAIEMA 2025. Stavanger, Norway: Springer. (SCOPUS, accepted)
- Krastevich, T., Vassileva, B., & Aleksandrova, Y.** (2026). Decoding purchase sequences: Identifying patterns in the customer journey. Conference proceedings ICBE 2025. Bucharest, Romania: Springer. (SCOPUS, accepted)
- Krastevich, T.** (2024). A methodology for data-driven multi-touch channel attribution in online settings. In ICEBM, 26-27 September, Varna, pp. 10.-21, DOI: <https://doi.org/10.56065/ICEBM2024.10>
- Krastevich, T.** (2023). Retargeting Customers Using Uplift Modeling. *Economic Studies. Ikonomicheski Izsledvania*, 32(2), 78-99. (студия, [Scopus](#))
- Кръстевич, Т.** (2022). Разкриване на закономерности при пазаруване в среда на големи данни. Алманах "Научни изследвания", 30, АИ Ценов, Свищов, стр. 138-180.
- Krastevich, T.** (2013). Using predictive modeling to improve direct marketing performance. *Ikonomicheski Izsledvania*, 22(3), pp. 25–55 ([Scopus](#))
- Кръстевич, Т.** (2023). Клъстеризиране на домакинствата въз основа на заявена склонност към устойчиво потребление. В „Устойчиво потребление в градска среда – регионални различия“. ВСУ „Черноризец Храбър“, Варна, стр. 167-210, [ISBN 978-954-715-754-4](#)
- Кръстевич, Т., Смокова, М.** (2015). Предиктивен анализ на потребителските реакции чрез инкрементално моделиране. Алманах "Научни изследвания", 22, АИ Ценов, Свищов, стр. 352-385.
- Кръстевич, Т., Смокова, М.** (2014). Прогнозиране на продажбите на бързооборотни потребителски стоки на базата на данни от продажбени трансакции с вероятностни модели. Алманах "Научни изследвания", 21, АИ Ценов, Свищов, стр. 89-116.