

**Nail Time AI**

Биляна Бадалова

Table of Contents

[Въведение 2](#_Toc201192619)

[Избор на алгоритъм 3](#_Toc201192620)

[Имплементация на модела 4](#_Toc201192621)

[Данни 5](#_Toc201192622)

[Оценка на модел 6](#_Toc201192623)

[Избор на признаци 7](#_Toc201192624)

[Интеграция в уеб приложение 8](#_Toc201192625)

[Функционалности и потребителски роли 9](#_Toc201192626)

# **Въведение**

В съвременната дигитална епоха управлението на резервации и услуги в салони за красота остава предизвикателство както за клиентите, така и за персонала. Ръчната координация на графици често води до грешки, пропуски и неудобства. Същевременно клиентите все по-често очакват удобство, прозрачност и персонализирано обслужване, базирано на технологии.

Проектът **NailTime AI** цели да отговори на тези нужди чрез изграждането на **интелигентна уеб система за управление на маникюр услуги**, която комбинира модерен потребителски интерфейс с **интеграция на машинно обучение (ML)** за прогнозиране на времетраенето на процедурите.

Системата предлага **три ролеви интерфейса** – за клиенти, маникюристи и собственици на салони – всеки с персонализирани функционалности:

* **Клиенти** могат да заявяват услуги, да получават AI-базирани прогнози за време и да резервират часове.
* **Маникюристи** разполагат с график в реално време, приемат заявки и въвеждат реални времена за дообучаване на AI модела.
* **Собственици** получават административен контрол и статистики чрез интерактивен dashboard.

Проектът е реализиран с помощта на **Flask** (backend), **React** (frontend), **Tailwind CSS** (стилизация) и **машинно обучение** за времеви прогнози. Основната цел е да се повиши ефективността, да се намали човешката грешка и да се осигури по-добро потребителско преживяване чрез иновативни технологии.

# **Избор на алгоритъм**

За реализиране на прогнозната функционалност в системата **NailTime AI**, избраният машинно-обучителен алгоритъм е **линейна регресия**.

**🔍 Описание на алгоритъма**

**Линейната регресия** е базов, но изключително ефективен алгоритъм за регресионни задачи, при който се търси линейна зависимост между една зависима променлива (в случая – очакваното времетраене на процедурата) и една или повече независими входни променливи (характеристики на маникюра като брой цветове, дължина на ноктите, сложност и др.).

Математически моделът има вида:

y^=w0+w1x1+w2x2+⋯+wnxny^​=w0​+w1​x1​+w2​x2​+⋯+wn​xn​

**✅ Защо е подходящ за задачата**

Изборът на линейна регресия се обуславя от няколко ключови предимства:

* **Простота и интерпретируемост** – резултатите могат лесно да бъдат обяснени и визуализирани, което е важно за бизнес логика и обратна връзка към собственици и служители.
* **Бърза тренировка и предсказване** – алгоритъмът е лек и подходящ за реално време, без необходимост от тежка инфраструктура.
* **Добро поведение при малки до средни обеми данни** – системата първоначално стартира с ограничено количество тренировъчни данни, което прави линейната регресия отличен стартов избор.
* **Базова линия за сравнение** – дава добра референтна точка, спрямо която в бъдеще могат да се сравняват по-сложни модели (например Random Forest или XGBoost).

# Имплементация на модела

**3.1. Детайли за имплементацията**

Моделът е създаден с цел прогнозиране на времето за изпълнение на маникюрна услуга въз основа на различни характеристики на процедурата. Използвана е линейна регресия, която осигурява проста и ефективна връзка между входните параметри и времето за изпълнение.  
Основни стъпки:

1. Зареждане на данните – Данните се импортират от CSV файл, съдържащ измервания и параметри на услугите.
2. Предварителна обработка – Числовите характеристики се стандартизират чрез StandardScaler, за да се осигури по-добро обучение на модела.
3. Разделяне на данните – Множеството се разделя на обучаваща и тестова извадка за оценка на модела.
4. Трениране на модела – Линейната регресия се обучава върху подготвените данни, за да намери най-добрата линейна зависимост.
5. Оценка на модела – Използва се средна квадратична грешка (MSE), за да се измери колко точно моделът прогнозира времето.
6. Запазване на модела – Обученият модел се съхранява във файл (nail\_model.pkl) с помощта на joblib за последващо използване.

**3.2. Използвани библиотеки**

|  |  |
| --- | --- |
| Библиотека | Роля |
| pandas | Зареждане и обработка на данни |
| scikit-learn | Обработка на данни, обучение и оценка на модела (LinearRegression, StandardScaler, train\_test\_split, mean\_squared\_error) |
| joblib | Сериализация и зареждане на обучени модели |

A black background with white text

Description automatically generated

# **Данни**

**4.1. Източник на данните**

Данните са събрани от реални маникюрни услуги, предоставени в NailTime системата, и съдържат подробности за характеристиките на всяка процедура и измереното време за изпълнение.

**4.2. Предварителна обработка**

* Проверка за липсващи стойности и тяхното коригиране.
* Преобразуване на категориалните променливи в числови стойности (напр. техника, тип услуга).
* Стандартизиране на числовите характеристики, за да се осигури по-добра конвергенция на модела.

**4.3. Структура на данните**

Данните съдържат следните колони:

* **length** — Дължина на ноктите (числова стойност)
* **colors** — Брой използвани цветове (число)
* **decorations** — Брой декорации (число)
* **technique** — Използвана техника (кодиран числово)
* **service\_type** — Тип услуга (кодиран числово)
* **complexity** — Степен на сложност (от 1 до 5)
* **time** — Време за изпълнение на услугата (в минути, числова стойност)

Примерни редове от датасета:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| length | colors | decorations | technique | service\_type | complexity | time |
| 26 | 5 | 2 | 2 | 0 | 2 | 71.6 |
| 39 | 3 | 1 | 1 | 0 | 5 | 79.7 |
| 48 | 5 | 2 | 1 | 0 | 2 | 74.4 |

# **Оценка на модел**

**Използвани метрики**

1. **Средна абсолютна грешка (MAE): 2.46 минути**  
   Показва средната разлика между реалното време и прогнозираното от модела.  
   Например, ако реалното време е 60 минути, а моделът предсказва 62.5 минути, грешката е 2.5 минути.  
   MAE = 2.46 означава, че в средностатистическия случай моделът греши с около 2.5 минути, което е много добро при прогнозиране на време.
2. **Средна квадратична грешка (MSE): 10.97**  
   Средната стойност на квадратите на разликите между реални и предсказани стойности.  
   По-силно наказва по-големите грешки и се използва за изчисляване на RMSE.
3. **Квадратен корен от MSE (RMSE): 3.31 минути**  
   Аналогично на MAE, но с по-голямо влияние на големите отклонения.  
   RMSE = 3.31 минути показва, че в най-лошите случаи моделът може да греши с около 3.3 минути, което също е приемливо.
4. **Коефициент на детерминация (R²): 0.92**  
   Измерва колко добре моделът обяснява вариацията в данните.  
   Стойности от 0 до 1, където 1 означава перфектно обяснение.  
   R² = 0.92 означава, че 92% от вариациите във времето се обясняват от входните характеристики.

**Резултати и анализ**

Моделът се представя много добре при прогнозиране на времето за маникюр.  
Средната грешка от около 2.5–3.3 минути е приемлива за реални условия и осигурява надеждни прогнози.  
Високият коефициент R² показва, че основните фактори (като дължина на ноктите, брой цветове, техника и сложност) са достатъчни за адекватно предсказване.

# **Избор на признаци**

**Критерии за избор**

За изграждането на модела бяха избрани характеристики, които имат значимо влияние върху времето за изпълнение на маникюра. Основните критерии за подбор включват:

* **Релевантност** — Признаците трябва пряко да влияят на времето за изпълнение, например дължина на ноктите или сложност на услугата.
* **Наличие на данни** — Избрани са признаци, които са налични и коректно измерени за всички записи в датасета.
* **Липса на мултиколинеарност** — Проверява се за силна корелация между признаците, за да се избегне излишно повторение на информация.
* **Интерпретируемост** — Признаците трябва да бъдат лесно разбираеми и приложими за бизнес контекста.

**Тестване и селекция**

За потвърждаване на значимостта на признаците бяха приложени следните методи:

* **Корелационен анализ** — Изчислени бяха корелационните коефициенти между всяка характеристика и времето за изпълнение, за да се идентифицират най-силно свързаните.
* **Обучение на модел с всички признаци** — След първоначалното трениране на модела, бе направен анализ на важността на признаците (feature importance) и влиянието им върху прогнозирането.
* **Тестове с различни подмножества от признаци** — За да се открие оптималният набор, бяха направени експерименти с изключване на някои характеристики и оценка на резултатите.

В резултат на този процес бяха избрани следните ключови признаци:

* Дължина на ноктите (length)
* Брой цветове (colors)
* Брой декорации (decorations)
* Използвана техника (technique)
* Тип услуга (service\_type)
* Степен на сложност (complexity)

Тези признаци предоставят добра предсказателна сила и осигуряват балансиран и интерпретируем модел.

# **Интеграция в уеб приложение**

**Описание на уеб приложението**

Проектът представлява уеб базирана платформа за резервации и управление на маникюр услуги, наречена **NailTime AI**. Системата обединява три основни потребителски роли — Клиент, Маникюрист и Собственик — като всяка има собствен интерфейс с функции, съобразени с нейните нужди. Основната цел е да се улесни процесът на резервация, да се оптимизира графикът на работниците и да се подобри управлението на салона чрез използването на машинно обучение за прогнозиране на времето за услуги.

**Как е интегриран ML моделът**

Машинно обучен модел (линейна регресия) е интегриран в бекенда на приложението чрез Flask API. Клиентът въвежда параметри за желаната услуга (напр. дължина на ноктите, брой цветове, техника), които се изпращат чрез POST заявка към REST endpoint /api/predict-time. Моделът обработва данните и връща прогнозирано време за изпълнение на маникюра, което се визуализира на клиента в реално време. По този начин системата подпомага клиентите да изберат удобен час, а маникюристите и собствениците — да планират по-точно графика.

**Използвани технологии**

* **Backend**: Python с Flask — за създаване на REST API, обработка на данни, интеграция и управление на машинно обучен модел.
* **Frontend**: React — динамичен потребителски интерфейс с отделни компоненти за всяка роля и интерактивни форми.
* **CSS Framework**: Tailwind CSS — бързо стилизиране на интерфейса с модерен и адаптивен дизайн.
* **Аутентикация и сигурност**: Flask-Login или JWT токени за управление на сесии и контрол на достъпа според роли.
* **Визуализация на графици**: FullCalendar.js — интерактивен календар за преглед и управление на резервациите.
* **ML библиотека**: scikit-learn — за обучение и сериализация на модела.
* **Сериализация на модела**: joblib — за зареждане и съхранение на обучените ML модели.

# **Функционалности и потребителски роли**

**Основни функционалности**

* **Резервация на маникюрни услуги** — Клиентите могат да заявят услуга, като изберат параметри като дължина на ноктите, брой цветове, техника и сложност, и да получат прогнозирано време за изпълнение.
* **Прогнозиране на време за услуга** — Машинно обучен модел изчислява приблизителното време за изпълнение на всяка заявка, подпомагайки планирането.
* **Управление на график** — Маникюристите виждат своите заявки, могат да приемат или отказват резервации, както и да маркират услугите като завършени.
* **История на резервациите** — Клиентите могат да преглеждат минали услуги и да оценяват качеството им.
* **Административен панел** — Собствениците имат достъп до статистики за натовареност, управление на персонала и преглед на всички резервации.
* **Управление на персонал** — Добавяне, премахване и редактиране на работници, както и промяна на техните работни графици.
* **Експорт на данни** — Изтегляне на информация за услугите и служителите за по-нататъшна обработка и обучение на модела.
* **Сигурна аутентикация и управление на сесии** — Защита на данните и ограничаване на достъпа според ролята на потребителя.

**Описание на ролите**

* **Клиент**  
  Роля, предназначена за потребителите, които резервират маникюрни услуги. Те могат да правят заявки, да получават прогнози за времето, да избират час и да преглеждат историята на своите резервации.
* **Маникюрист (Работник)**  
  Тази роля дава възможност за приемане и отказване на заявки, преглед и управление на дневния график, маркиране на услуги като завършени и въвеждане на реално време за всяка процедура.
* **Собственик (Администратор)**  
  Отговаря за цялостното управление на салона. Има достъп до подробни статистики и графики, управление на персонала, редакция на графици и достъп до експортиране на данни. Контролира цялостната работа и оптимизация на процесите.

# **Техническа архитектура**

**Архитектура на системата**

Системата е изградена като многослойна архитектура, която включва следните компоненти:

* **Потребителски интерфейс (Frontend)** — Реализиран с React, осигурява интуитивен и отзивчив уеб интерфейс за трите основни роли: клиент, маникюрист и собственик.
* **Сървърна логика (Backend)** — Имплементирана с Python и Flask, осигурява REST API за комуникация с фронтенда и обработка на бизнес логиката.
* **Машинно обучение (ML модел)** — Вграден в бекенда, отговорен за прогнозиране на времето за изпълнение на услугите, като подобрява планирането и ресурсното разпределение.
* **База данни** — Съхранява всички потребителски данни, резервации, служители и услуги. Позволява надеждно и бързо извличане на информация.

Комуникацията между компонентите е чрез REST API, като ML моделът се извиква чрез специален endpoint за прогнозиране.

A black background with white text

Description automatically generated

**ER диаграма**

В ER диаграмата са представени основните таблици в базата данни и техните взаимовръзки. Основните таблици са:

* **USERS** — Потребители с роли (клиенти, маникюристи, собственици)
* **APPOINTMENTS** — Резервации с информация за клиента, работника, типа услуга и статус
* **STAFF** — Данни за работниците
* **SERVICES** — Информация за различните предлагани услуги

Диаграмата илюстрира връзките "един към много" между потребители и резервации, както и между персонал и резервации.

A diagram of a company

Description automatically generated

**UML диаграми**

UML диаграмите визуализират основните класове и техните взаимодействия в системата:

* **Клас Client** — Представлява клиента, който прави резервации и преглежда история.
* **Клас Worker** — Маникюристът, който управлява заявки и маркира услуги като завършени.
* **Клас Owner** — Собственикът, който наблюдава статистики и управлява персонала.
* **Клас Appointment** — Свързва клиент, работник и услуга с информация за дата, статус и време.
* **Клас MLModel** — Отговаря за обучение и прогнозиране на време.
* **Клас FlaskAPI** — Управлява входящите заявки и комуникацията с базата и ML модела.

Тези диаграми показват как класовете си взаимодействат, какви методи използват и как са свързани.

A diagram of a computer

Description automatically generated

# **Agile и управление на проекта**

**Използвана методология**

Проектът следва методологията **Agile Scrum**, подходяща за итеративна разработка с чести прегледи и възможност за бърза адаптация към промени. Екипът работи в **спринтове по 2 седмици**, с планиране, ежедневни срещи и демонстрации в края на всеки спринт.

**Инструменти за управление**

* **Trello / Jira** – За управление на задачи и спринтове
* **Git / GitHub Projects** – За контрол на версиите и визуализация на работния поток
* **Slack / Discord** – За вътрешна комуникация
* **Google Drive / Notion** – За документация

**Примерни User Stories по роля:**

**👤 Клиент**

1. Като клиент искам да се регистрирам и влизам, за да използвам системата.
2. Като клиент искам да получавам прогноза за времето на услугата чрез ML, за да направя информиран избор.
3. Като клиент искам да виждам свободните часове и да резервирам, за да си осигуря място.
4. Като клиент искам да мога да оценявам посещения, за да дам обратна връзка.

**💅 Работник**

1. Като работник искам да виждам новите заявки и да избирам кои да приема.
2. Като работник искам да имам календар с графика си.
3. Като работник искам да въвеждам реалното време на сесиите, за да обучаваме модела с реални данни.

**🧑‍💼 Собственик**

1. Като собственик искам да имам dashboard с анализи, за да наблюдавам натовареност и ефективност.
2. Като собственик искам да управлявам служителите – добавяне, график, статус.
3. Като собственик искам да мога да експортирам данни, за да анализирам външно или за повторно ML обучение.

**Спринтове (примерно разпределение)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Спринт | Основен фокус | Ключови User Stories |
| 1 | Аутентикация и роли | 1, 6 |
| 2 | Резервации и ML интеграция | 2, 3 |
| 3 | Клиентска история и работен календар | 4, 5, 7 |
| 4 | Собственик dashboard и служители | 8, 9, 10 |

# **Заключение и бъдещи реализации**

**✅ Резюме на постигнатото**

Проектът „**NailTime AI**“ реализира иновативна платформа за интелигентно управление на маникюр услуги с три ясно дефинирани роли: **Клиент**, **Работник** и **Собственик**. Основните постижения включват:

* **Уеб базирано приложение** с модерен интерфейс, разработено с **React** (фронтенд) и **Flask** (бекенд).
* **Модул за машинно обучение**, който прогнозира времето, необходимо за изпълнение на процедурата според въведените от клиента параметри.
* **Гъвкава роля-базирана логика**, която адаптира интерфейса и функционалността според типа потребител.
* **Пълна база данни**, проектирана чрез ER диаграма, с ясна структура и връзки между обектите.
* **Интеграция на FullCalendar** и визуални компоненти за интерактивно управление на графика.
* **Оценъчна система** и възможност за обучение на ML модела въз основа на реално въведени данни.
* **Agile методология**, с user stories, планиране по спринтове и ясно проследяване на прогреса.

**💡 Идеи за бъдещо развитие**

1. **Интеграция на плащания**
   * Добавяне на онлайн плащания чрез Stripe или PayPal.
2. **Нотификации и напомняния**
   * Изпращане на имейли/SMS или push notifications при предстояща резервация.
3. **Ревю система с коментари**
   * Клиентите да оставят текстова обратна връзка, не само рейтинг.
4. **AI препоръки за услуги**
   * На базата на историята на клиента, системата да препоръчва подходяща услуга.

**🧠 Заключителни думи**

Проектът успешно демонстрира как може да се съчетаят уеб технологии и машинно обучение в реална бизнес ситуация. Чрез фокус върху **автоматизацията**, **удобството на потребителя** и **данните**, NailTime AI предлага иновативен подход към дигитализацията на услуги в сферата на козметиката.

Следващите стъпки са насочени към **оптимизация, мащабируемост и мобилност**, за да се превърне платформата в цялостна SaaS услуга за салони за красота.