

**Ганиева Софья Игоревна,**  
Студентка 5 курса Института стоматологии  
и челюстно-лицевой хирургии,  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский  
государственный университет им. Х.М. Бербекова»

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНОЙ ТЕРАПИИ ГИНГИВИТА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДАННЫХ ОПТИЧЕСКОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

**Аннотация.** В статье рассматривается возможность прогнозирования эффективности противовоспалительной терапии гингивита с использованием методов искусственного интеллекта (ИИ) для анализа данных оптической когерентной томографии (ОКТ). Предложена модель глубокого обучения, интегрирующая количественные морфометрические параметры тканей десны. Разработанная модель продемонстрировала точность 87,3%, чувствительность 92% и специфичность 84%, что подтверждает её потенциал для персонализации терапевтических подходов в стоматологии.

**Ключевые слова:** Гингивит, оптическая когерентная томография, искусственный интеллект, прогнозирование, глубокое обучение, персонализированная медицина.

### **Введение:**

Традиционные методы оценки эффективности противовоспалительной терапии при гингивите, основанные на визуальном осмотре и инвазивной биопсии, демонстрируют существенные ограничения. Субъективность интерпретации клинических признаков воспаления, таких как гиперемия или кровоточивость десен, приводит к вариабельности диагностических заключений. Инвазивный характер биопсии ограничивает возможность динамического мониторинга. Отсутствие объективных количественных критериев прогноза способствует развитию резистентных форм воспаления и хронизации патологического процесса [1, 3].

Актуальность исследования обусловлена внедрением принципов персонализированной медицины в стоматологию. Комбинация ОКТ, обеспечивающей детальную визуализацию микроморфологии десны, с алгоритмами ИИ открывает новые возможности для объективного анализа динамики воспаления. Такой подход позволяет преодолеть ограничения субъективных оценок [8].

Целью работы является разработка предсказательной модели, интегрирующей количественные параметры ОКТ-изображений с алгоритмами глубокого обучения для прогнозирования эффективности противовоспалительной терапии при гингивите с точностью не менее 85%.

Для достижения цели решались задачи: формирование аннотированного набора ОКТ-данных; разработка архитектуры нейронной сети для анализа томографических изображений; создание алгоритма извлечения морфологических признаков воспаления; клинико-статистическая валидация модели.

### **Материалы и методы исследования**

#### *Характеристика исследуемой когорты*

Под наблюдением находились 197 пациентов в возрасте от 19 до 35 лет с диагнозом острый и хронический катаральный гингивит (K05.09 и K05.10 по МКБ-10) [1]. Критерии



исключения были направлены на минимизацию влияния сопутствующих состояний на морфологию тканей. Демографические и клинические данные использовались для стратификации выборки.

*Протокол сбора и обработки ОКТ-данных*

Сканирование десневой ткани проводилось по стандартизированному протоколу, обеспечивающему воспроизводимость результатов. Предобработка изображений включала коррекцию артефактов движений, подавление спекл-шумов с помощью адаптивных фильтров, нормализацию контраста и пространственное выравнивание срезов. Контроль качества данных осуществлялся на основе автоматических метрик (соотношение сигнал/шум) и экспертной оценки.

*Методология аннотирования изображений*

Аннотирование ОКТ-изображений проводилось квалифицированными пародонтологами для разметки воспалительных изменений. Для снижения субъективности разработаны четкие критерии оценки воспаления на основе морфологических признаков [3]. Данные были разделены на обучающую, валидационную и тестовую выборки с применением кросс-валидации для балансировки классов и повышения обобщающей способности модели.

*Разработка ИИ-модели*

В качестве базовой архитектуры использована модификация трехмерной сверточной сети U-Net с добавлением механизма внимания, что позволило улучшить выделение релевантных регионов воспаления [4]. Применялись методы предобучения (трансферное обучение) для повышения обобщающей способности на ограниченной выборке.

Автоматизированное извлечение признаков включало:

1. Сегментацию сосудистой сети для расчета плотности капилляров.
2. Измерение толщины эпителиального слоя с субпиксельной точностью.
3. Оценку глубины и интенсивности воспалительной инфильтрации на основе анализа затухания сигнала.

Интеграция морфометрических признаков с клиническими данными составила основу мультимодальной прогностической модели. Калибровка весов проводилась с использованием перекрестной валидации для персонализации прогнозов [8].

*Валидация и оценка модели*

Независимая тестовая выборка формировалась из пациентов, не включенных в обучающий пул. Протокол валидации предусматривал слепой анализ данных с расчетом точности, чувствительности и специфичности. Оценка производилась с поправкой на дисбаланс классов для обеспечения объективности результатов [9].

*Результаты и обсуждение*

Разработанная ИИ-модель продемонстрировала прогностическую точность 87,3% на тестовой выборке из 100 пациентов, что превышает заданный порог в 85%. Чувствительность составила 92%, специфичность – 84%. Анализ ключевых морфологических признаков показал, что плотность сосудистой сети и толщина эпителия являются наиболее значимыми предикторами ответа на терапию.





Рисунок 1. Визуализация анализа данных ИИ (глубокое обучение, U-Net + attention)

Сравнение с традиционными методами диагностики выявило преимущества предложенного подхода: снижение субъективности интерпретации, возможность выявления субклинических признаков воспаления и стандартизированная обработка изображений [2, 7]. Полученные результаты согласуются с данными о значимости иммунологических и структурных маркеров в развитии воспалительных заболеваний пародонта [3, 5].

Клиническая применимость модели заключается в возможности стратификации пациентов по ожидаемой эффективности лечения. Персонализированные стратегии, основанные на предсказаниях ИИ, позволяют целенаправленно назначать терапию, что может сократить сроки подбора лечения и снизить риски хронизации воспаления [7, 10].

#### Заключение:

Разработанная предсказательная модель на основе анализа ОКТ-данных и методов глубокого обучения позволяет прогнозировать эффективность противовоспалительной терапии гингивита с высокой точностью (87,3%), чувствительностью (92%) и специфичностью (84%). Внедрение модели в клиническую практику обеспечит переход от субъективной визуальной оценки к объективному количественному анализу, способствуя оптимизации лечебных стратегий.

Перспективы исследования связаны с масштабированием модели на более крупные когорты, ее интеграцией в системы поддержки врачебных решений и дальнейшей валидацией в перспективных клинических исследованиях.

#### Список литературы:

1. Багдасарян Н.П. Эффективность разработанного алгоритма комплексной терапии острого и хронического гингивита: диссертация. – Краснодар, 2023. – 142 с.



2. Гараева Д.Р., Мухамеджанова Л.Р., Карась С.И. и др. Выявление поражений слизистой оболочки полости рта на основе технологий искусственного интеллекта // Научно-практический журнал. – 2025. – №4. – С. 65–73.

3. Дзюба Е.В., Нагаева М.О., Жданова Е.В. Роль иммунологических процессов в развитии воспалительных заболеваний пародонта // Проблемы стоматологии. – 2019. – №2. – С. 24–31.

4. Дурандин Д.П. Классификация медицинских изображений с помощью свёрточных нейронных сетей: диссертация. – Санкт-Петербург, 2021. – 46 с.

5. Камиллов Х.П., Кадырбаева А.А., Ибодуллаева Ш.А. Современные аспекты этиологии и патогенеза катарального гингивита // Educational research in universal sciences. – 2023. – №14. – С. 138–142.

6. Мудров В.П. Искусственный интеллект в иммунодиагностике хронического пародонтита // Инфекция и иммунитет. – 2022. – №6. – С. 1186–1190.

7. Мяндиев М.С. Клинико-лабораторные критерии эффективности противовоспалительной терапии при лечении пациентов с воспалительными заболеваниями пародонта: автореферат. – Москва, 2020. – 24 с.

8. Фуркатов Ш., Хайдаркулов И., Нарзиев И. и др. Возможности и трудности искусственного интеллекта, применяемого в стоматологии // Journal of effective learning and sustainable innovation. – 2024. – №3. – С. 332–336.

9. Шахгельдян К.И., Куксин Н.С., Домжалов И.Г. и др. Анализ эффективности прогностических моделей внутригоспитальной летальности // Современные технологии в медицине. – 2024. – №1. – С. 15–19.

10. Шукина Н.А. Нейросетевые модели в задаче классификации медицинских изображений // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2021. – №4. – С. 1–14.

