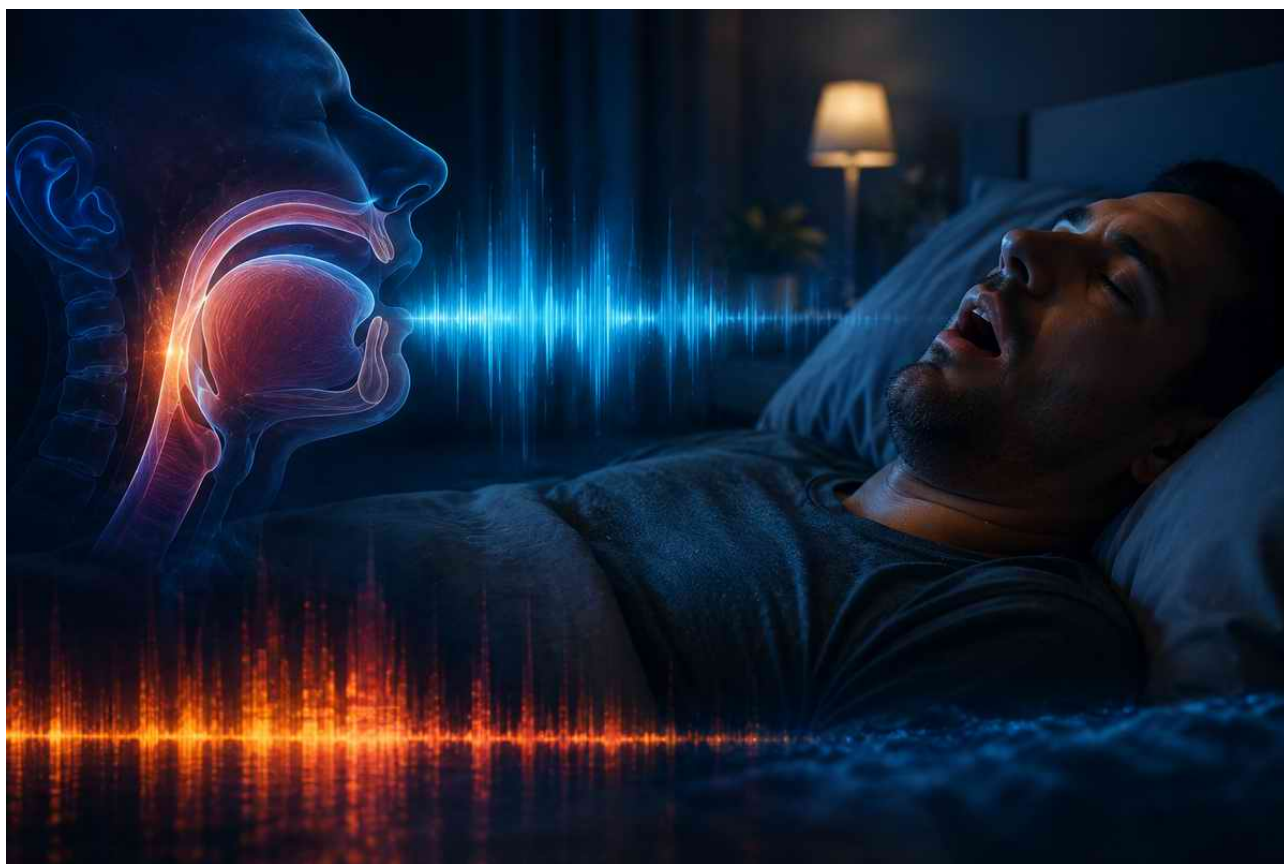


Искусственный интеллект научился определять источник храпа по звуку



Дата публикации: 06.07.2026

Храп долгое время считался лишь неприятной особенностью сна, однако сегодня медицина рассматривает его как важный диагностический признак. Во многих случаях он свидетельствует о нарушении проходимости верхних дыхательных путей и может быть одним из основных симптомов синдрома обструктивного апноэ сна. Именно поэтому ученые во всем мире ищут способы сделать диагностику подобных нарушений более точной, доступной и менее инвазивной. Новое исследование показывает, что искусственный интеллект способен не просто распознавать храп, а определять место возникновения обструкции по одному лишь звуку.

Работа опубликована в журнале Scientific Reports и посвящена созданию интеллектуальной системы анализа аудиозаписей храпа. Авторы исследования разработали новую архитектуру искусственного интеллекта, объединяющую методы цифровой обработки сигналов и машинного обучения. Такой подход позволяет определить, какая именно анатомическая структура верхних дыхательных путей становится источником характерных звуков во время сна.

Обструктивное апноэ сна представляет собой одно из наиболее распространенных нарушений дыхания. Во время сна мягкие ткани верхних дыхательных путей частично или полностью перекрывают поток воздуха, вызывая кратковременные остановки дыхания, снижение уровня кислорода в крови и постоянные микропробуждения. В результате человек может даже после полноценной по продолжительности ночи ощущать сильную усталость, сонливость, снижение концентрации внимания и ухудшение памяти.

Основными зонами возникновения храпа считаются мягкое небо, основание языка, надгортанник и боковые стенки ротоглотки. До настоящего времени точное определение источника обструкции чаще всего требовало сложных инструментальных исследований, включая эндоскопические методы, которые не всегда удобны для пациента и требуют участия специалистов.

Именно поэтому идея диагностики по звуку представляет особый интерес. Каждый участок дыхательных путей создает собственные акустические особенности, которые человеческое ухо практически не различает, однако современные алгоритмы искусственного интеллекта способны обнаруживать скрытые закономерности в аудиосигналах.

Разработанная система состоит из трех взаимосвязанных этапов. Сначала звуковая запись храпа преобразуется в спектрограмму при помощи кратковременного преобразования Фурье. Такой метод позволяет представить звук одновременно во временной и частотной областях, превращая обычную аудиозапись в подробную карту распределения частот во времени.

После этого полученные спектрограммы анализируются предварительно обученной сверточной нейронной сетью. Подобные алгоритмы широко используются в компьютерном зрении, однако в данном случае они рассматривают спектрограмму как изображение и автоматически выделяют наиболее информативные признаки, характеризующие конкретный тип храпа.

На заключительном этапе специальный классификатор на основе метода опорных векторов определяет наиболее вероятный источник возникновения звука. В результате каждая запись относится к одной из четырех категорий: мягкое небо, основание языка, надгортанник или боковые стенки ротоглотки.

Для проверки эффективности новой технологии исследователи использовали Мюнхенско-Пассауский корпус звуков храпа — одну из наиболее известных специализированных баз данных в данной области. В нее входят многочисленные записи пациентов, для которых источник возникновения храпа был заранее подтвержден клиническими методами.

Одной из основных сложностей исследования стало неравномерное

распределение данных. Наиболее распространенные типы храпа встречались значительно чаще, тогда как записи некоторых категорий были представлены в ограниченном количестве. Чтобы избежать смещения модели, ученые применили специальные методы балансировки обучающей выборки.

После подготовки данных система была обучена на тысячах спектрограмм. Наиболее эффективной оказалась комбинация нейронной сети AlexNet с использованием признаков одного из последних слоев обработки изображений. Именно этот вариант обеспечил наиболее высокую точность среди всех протестированных конфигураций.

Финальная модель достигла средневзвешенной точности распознавания 67,1% на независимой тестовой выборке. Для столь сложной задачи этот показатель считается весьма высоким, особенно если учитывать необходимость различать четыре похожих между собой источника акустических сигналов.

Авторы также провели серию дополнительных экспериментов, позволяющих оценить вклад каждого элемента системы. Если вместо спектрограмм использовались обычные изображения звуковой волны, точность заметно снижалась. Аналогичное ухудшение наблюдалось при замене классификатора или отказе от предварительно обученной нейронной сети. Это свидетельствует о том, что все компоненты модели работают как единая взаимодополняющая система.

Новая архитектура сравнивалась с рядом современных методов анализа аудиосигналов, включая MFCC с методом опорных векторов, классические сверточные нейронные сети, модели CNN-LSTM, DualConvGRU, Audio Spectrogram Transformer, WavLM и wav2vec 2.0. Во многих случаях предложенная разработка продемонстрировала лучшие результаты именно на независимом тестовом наборе данных, что говорит о ее более высокой способности обобщать полученные знания.

Особенно важным преимуществом новой технологии является ее потенциальная простота использования. В перспективе подобные алгоритмы смогут работать совместно с обычными микрофонами смартфонов, домашними устройствами мониторинга сна или носимой электроникой. Это позволит предварительно оценивать вероятность различных типов обструкции без сложных обследований в специализированных лабораториях сна.

Несмотря на впечатляющие результаты, исследователи подчеркивают, что технология пока остается экспериментальной. Для широкого клинического применения необходимы дополнительные испытания с участием пациентов разных возрастов, пола и этнических групп, а также проверка модели на

независимых медицинских базах данных. Только после этого можно будет говорить о создании надежного диагностического инструмента для практического здравоохранения.

Тем не менее исследование демонстрирует, насколько быстро искусственный интеллект меняет подходы к медицинской диагностике. Если раньше анализ храпа ограничивался субъективной оценкой врача или сложными инструментальными исследованиями, то сегодня обычная аудиозапись постепенно превращается в источник большого объема клинически значимой информации. В будущем подобные технологии могут значительно упростить раннее выявление синдрома обструктивного апноэ сна, повысить точность определения причин храпа и помочь врачам быстрее подбирать наиболее эффективное лечение для каждого пациента.

Ссылка: «Классификация храпа с использованием глубоких частотно-временных характеристик» DOI: [10.1038/s41598-026-58941-w](https://doi.org/10.1038/s41598-026-58941-w).