



New Day in Medicine
Новый День в Медицине

NDM



TIBBIYOTDA YANGI KUN

Ilmiy referativ, marifiy-ma'naviy jurnal



AVICENNA-MED.UZ



ISSN 2181-712X.
EiSSN 2181-2187

9 (83) 2025

Сопредседатели редакционной коллегии:

**Ш. Ж. ТЕШАЕВ,
А. Ш. РЕВИШВИЛИ**

Ред. коллегия:

М.И. АБДУЛЛАЕВ
А.А. АБДУМАЖИДОВ
Р.Б. АБДУЛЛАЕВ
Л.М. АБДУЛЛАЕВА
А.Ш. АБДУМАЖИДОВ
М.А. АБДУЛЛАЕВА
Х.А. АБДУМАДЖИДОВ
Б.З. АБДУСАМАТОВ
М.М. АКБАРОВ
Х.А. АКИЛОВ
М.М. АЛИЕВ
С.Ж. АМИНОВ
Ш.Э. АМОНОВ
Ш.М. АХМЕДОВ
Ю.М. АХМЕДОВ
С.М. АХМЕДОВА
Т.А. АСКАРОВ
М.А. АРТИКОВА
Ж.Б. БЕКНАЗАРОВ (главный редактор)
Е.А. БЕРДИЕВ
Б.Т. БУЗРУКОВ
Р.К. ДАДАБАЕВА
М.Н. ДАМИНОВА
К.А. ДЕХКОНОВ
Э.С. ДЖУМАБАЕВ
А.А. ДЖАЛИЛОВ
Н.Н. ЗОЛотова
А.Ш. ИНОЯТОВ
С. ИНДАМИНОВ
А.И. ИСКАНДАРОВ
А.С. ИЛЪЯСОВ
Э.Э. КОБИЛОВ
А.М. МАННАНОВ
Д.М. МУСАЕВА
Т.С. МУСАЕВ
М.Р. МИРЗОЕВА
Ф.Г. НАЗИРОВ
Н.А. НУРАЛИЕВА
Ф.С. ОРИПОВ
Б.Т. РАХИМОВ
Х.А. РАСУЛОВ
Ш.И. РУЗИЕВ
С.А. РУЗИБОВЕВ
С.А. ГАФФОРОВ
С.Т. ШАТМАНОВ (Кыргызстан)
Ж.Б. САТТАРОВ
Б.Б. САФОВЕВ (отв. редактор)
И.А. САТИВАЛДИЕВА
Ш.Т. САЛИМОВ
Д.И. ТУКСАНОВА
М.М. ТАДЖИЕВ
А.Ж. ХАМРАЕВ
Б.Б. ХАСАНОВ
Д.А. ХАСАНОВА
Б.З. ХАМДАМОВ
Э.Б. ХАККУЛОВ
А.М. ШАМСИЕВ
А.К. ШАДМАНОВ
Н.Ж. ЭРМАТОВ
Б.Б. ЕРГАШЕВ
Н.Ш. ЕРГАШЕВ
И.Р. ЮЛДАШЕВ
Д.Х. ЮЛДАШЕВА
А.С. ЮСУПОВ
Ш.Ш. ЯРИКУЛОВ
М.Ш. ХАКИМОВ
Д.О. ИВАНОВ (Россия)
К.А. ЕГЕЗАРЯН (Россия)
DONG JINCHENG (Китай)
КУЗАКОВ В.Е. (Россия)
Я. МЕЙЕРНИК (Словакия)
В.А. МИТИШ (Россия)
В.И. ПРИМАКОВ (Беларусь)
О.В. ПЕШИКОВ (Россия)
А.А. ПОТАПОВ (Россия)
А.А. ТЕПЛОВ (Россия)
Т.Ш. ШАРМАНОВ (Казахстан)
А.А. ЩЕГОЛОВ (Россия)
С.Н. ГУСЕЙНОВА (Азербайджан)
Prof. Dr. KURBANHAN MUSLUMOV (Azerbaijan)
Prof. Dr. DENIZ UYAK (Germany)

ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН НОВЫЙ ДЕНЬ В МЕДИЦИНЕ NEW DAY IN MEDICINE

*Илмий-рефератив, маънавий-маърифий журнал
Научно-реферативный,
духовно-просветительский журнал*

УЧРЕДИТЕЛИ:

**БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ
ООО «ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН»**

Национальный медицинский
исследовательский центр хирургии имени
А.В. Вишневского является генеральным
научно-практическим
консультантом редакции

Журнал был включен в список журнальных
изданий, рецензируемых Высшей
Аттестационной Комиссией
Республики Узбекистан
(Протокол № 201/03 от 30.12.2013 г.)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

М.М. АБДУРАХМАНОВ (Бухара)
Г.Ж. ЖАРЫЛКАСЫНОВА (Бухара)
А.Ш. ИНОЯТОВ (Ташкент)
Г.А. ИХТИЁРОВА (Бухара)
Ш.И. КАРИМОВ (Ташкент)
У.К. КАЮМОВ (Ташкент)
Ш.И. НАВРУЗОВА (Бухара)
А.А. НОСИРОВ (Ташкент)
А.Р. ОБЛОКУЛОВ (Бухара)
Б.Т. ОДИЛОВА (Ташкент)
Ш.Т. УРАКОВ (Бухара)

10 (84)

2025

октябрь

www.bsmi.uz
https://newdaymedicine.com E:
ndmuz@mail.ru
Тел: +99890 8061882

УДК 004.89:616.8-009.836

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДИАГНОСТИКУ НАРУШЕНИЙ СНА У ВЗРОСЛЫХ: ОТ АВТОМАТИЗАЦИИ К КЛИНИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННЫМ РЕШЕНИЯМ

Касимова О. О. <https://orcid.org/0009-0008-3205-8297>

Рахимаева Г.С. <https://orcid.org/0000-0002-5547-7610>

Даминова Х.М. E-mail: daminovahilola@gmail.com

Ташкентский государственный медицинский университет, 100109 Ташкент, Узбекистан, ул.

Фаробия, 2, Тел: +998781507825 E-mail: info@tdmu.uz

✓ Резюме

В обзоре проанализированы современные подходы к применению искусственного интеллекта (ИИ) в диагностике нарушений сна. Основное внимание уделено системам, обеспечивающим прозрачность диагностических решений и эффективное взаимодействие с врачом. Рассмотрены две методологические платформы: система совместного анализа стадий сна (HCSS) и платформа для диагностики апноэ сна (AIX). Эти системы не только достигают высокой диагностической точности, но и решают ключевые проблемы клинической практики, а именно сокращение временных затрат и повышение доверия к алгоритмическим решениям. Внедрение механизмов визуализации диагностических паттернов и гибких протоколов мониторинга открывает новые перспективы для трансформации диагностики нарушений сна в неврологической практике.

Введение: Внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в диагностику нарушений сна сталкивается с проблемами низкой прозрачности решений и недостаточной интеграцией в клиническую практику. Современные исследования, такие как Liang et al. и Hu et al., смещают фокус с чистой автоматизации на создание гибридных систем, эффективно взаимодействующих с врачом.

Цель исследования: проанализировать современные системы ИИ для диагностики нарушений сна с точки зрения их методологических особенностей, диагностической точности и потенциала для интеграции в практику невролога-сомнолога.

Методы: Проведен анализ публикаций, позволивший выделить две ключевые методологические платформы: систему совместного анализа стадий сна (HCSS) и платформу для диагностики апноэ сна (AIX). Оценка включала диагностическую эффективность, прозрачность решений и влияние на клинические workflow.

Результаты: Валидация систем продемонстрировала высокую точность: HCSS достигла согласия с экспертом 90.42% ($\kappa=0.85$), а AIX – точности стратификации тяжести СОАС 73.8–81.0% ($R^2=0.92-0.96$). Внедрение HCSS позволило сократить время анализа ПСГ на 50%. AIX, поддерживающая гибкие протоколы мониторинга (включая пульсоксиметрию), снижает стоимость скрининга. Ключевым достижением является преодоление модели «черного ящика» за счет визуализации диагностических паттернов и выделения сомнительных случаев для врача.

Заключение: Современные системы ИИ, такие как HCSS и AIX, трансформируют диагностику нарушений сна, обеспечивая эффективное взаимодействие алгоритма и врача. Их интеграция в неврологическую практику является перспективным направлением для повышения точности, доступности и экономической эффективности диагностики.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нарушения сна, синдром обструктивного апноэ сна, полисомнография, стадии сна, неврология.

INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES INTO THE DIAGNOSIS OF SLEEP DISORDERS IN ADULTS: FROM AUTOMATION TO CLINICALLY ORIENTED SOLUTIONS

Kasimova O. O. <https://orcid.org/0009-0008-3205-8297>

Rakhimaeva G.S. <https://orcid.org/0000-0002-5547-7610>

Daminova Kh.M. E-mail: daminovahilola@gmail.com

Tashkent State Medical University, 100109 Tashkent, Uzbekistan, 2 Farobiy Street, Tel: +998781507825

E-mail: info@tdmu.uz

✓ **Resume**

Introduction: The implementation of artificial intelligence (AI) in sleep disorder diagnostics faces challenges related to low decision transparency and insufficient integration into clinical practice. Modern research, such as that by Liang et al. and Hu et al., is shifting the focus from pure automation to creating hybrid systems that effectively interact with physicians.

Objective: To analyze modern AI systems for diagnosing sleep disorders in terms of their methodological features, diagnostic accuracy, and potential for integration into the practice of neurologists and sleep specialists.

Material and Methods: An analysis of publications was conducted, identifying two key methodological platforms: the Human-Computer Collaborative Sleep Scoring (HCSS) system and the Apnea Interact Xplainer (AIX) platform. The evaluation included diagnostic efficacy, decision transparency, and impact on clinical workflows.

Results: Validation of the systems demonstrated high accuracy: HCSS achieved 90.42% agreement with an expert ($\kappa=0.85$), while AIX showed an accuracy of 73.8–81.0% for stratifying OSA severity ($R^2=0.92-0.96$). The implementation of HCSS reduced PSG analysis time by 50%. AIX, supporting flexible monitoring protocols (including pulse oximetry), reduces screening costs. A key achievement is overcoming the "black box" model through the visualization of diagnostic patterns and the highlighting of uncertain cases for physician review.

Conclusion: Modern AI systems, such as HCSS and AIX, are transforming sleep disorder diagnostics by ensuring effective collaboration between the algorithm and the physician. Their integration into neurological practice is a promising direction for improving the accuracy, accessibility, and cost-effectiveness of diagnostics.

Keywords: artificial intelligence, sleep disorders, obstructive sleep apnea syndrome, polysomnography, sleep stages, neurology.

KATTA YOSHDAGILARDA UYQU BUZILISHLARINI DIAGNOSTIKA QILISHDA SUN'IIY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARINING INTEGRATSIYASI: AVTOMATLASHTIRISHDAN KLINIK YO'NALTIRILGAN YECHIMLARGA

Kasimova O. O. <https://orcid.org/0009-0008-3205-8297>

Rakhimaeva G.S. <https://orcid.org/0000-0002-5547-7610>

Daminova Kh.M. E-mail: daminovahilola@gmail.com

Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti, 100109 Toshkent, O'zbekiston Farobiy ko'chasi 2, Tel: +998781507825 E-mail: info@tdmu.uz

✓ **Rezyume**

Kirish: Sun'iy intellekt (SI) ning uyqu buzilishlarini tashxislashga joriy etilishi qarorlarning shaffofligi pastligi va klinik amaliyotga yetarlicha integratsiyalanmaganligi bilan bog'liq muammolarga duch kelmoqda. Liang et al. va Hu et al. kabi so'nggi tadqiqotlar diqqatni sof avtomatlashtirishdan shifokor bilan samarali o'zaro ishlaydigan gibrid tizimlarni yaratishga qaratmoqda.

Maqsad: Uyqu buzilishlarini tashxislash uchun zamonaviy SI tizimlarini ularning uslubiy xususiyatlari, tashxis aniqligi va nevrolog-somnolog amaliyotiga integratsiya qilish imkoniyatlari nuqtai nazaridan tahsil qilish.

Usullar: Nashrlarni tahsil qilish asosida ikkita asosiy uslubiy platforma ajratib ko'rsatildi: HCSS (Human-Computer Collaborative Sleep Scoring) va AIX (Apnea Interact Xplainer). Baholash tashxis samaradorligi, qarorlarning shaffofligi va klinik jarayonlarga ta'sirini o'z ichiga oldi.

Natijalar: Tizimlarni validatsiyalash yuqori aniqlikni ko'rsatdi: HCSS mutaxassis bilan 90.42% mos kelishuvga ($\kappa=0.85$) erishdi, AIX esa OSA og'irligini stratifikatsiya qilishda 73.8–81.0% aniqlikni ($R^2=0.92-0.96$) namoyish etdi. HCSS ni joriy etish PSG tahlil vaqtini 50% ga qisqartirdi. Moslashuvchan monitoring protokollarini (shu jumladan pulsoksimetriyani) qo'llab-quvvatlovchi AIX skrining narxini kamaytiradi. Asosiy yutuq "qora quti" modelini tashxis naqshlarini vizuallashtirish va shifokor tekshiruvini uchun ishonchsiz holatlarni ajratib ko'rsatish orqali bartaraf etishdir.

Xulosa: HCSS va AIX kabi zamonaviy SI tizimlari algoritmi va shifokor o'rtasida samarali hamkorlikni ta'minlab, uyqu buzilishlarini tashxislashni transformatsiya qilmoqda. Ularni nevrologik amaliyotga integratsiyalash tashxisning aniqligi, qulayligi va iqtisodiy samaradorligini oshirish uchun istiqbolli yo'nalish hisoblanadi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, uyqu buzilishlari, obstruktiv uyku apneasi sindromi, polisomnografiya, uyqu bosqichlari, nevrologiya.

Актуальность

Распространенность нарушений сна среди взрослого населения продолжает расти, представляя серьезную проблему для системы здравоохранения. Синдром обструктивного апноэ сна (СОАС) встречается у порядка 1 миллиарда человек в возрасте 30–69 лет [1]. «Золотым стандартом» диагностики остается полисомнография (ПСГ) — комплексное исследование, требующее проведения целой ночи в специализированной лаборатории сна [2, 3]. Последующий анализ ПСГ-записей включает определение стадий сна и идентификацию нарушений дыхания, что представляет собой трудный и долгий процесс, занимающий у опытного специалиста в среднем 70–90 минут на одну запись [4].

Разработка алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ) для автоматического анализа ПСГ первоначально была направлена на повышение точности диагностики [5, 6]. Однако, как отмечают Liang et al., клиническое применение этих систем ограничено из-за их характера «черного ящика» и невозможности понять логику принятия диагностических решений [7]. Важно отметить, что отсутствие интеграции таких алгоритмов в клиническую практику не позволяет существенно сократить нагрузку на врача-невролога и сомнолога [7].

Современные исследования сосредоточены на двух основных направлениях. Первое предполагает создание гибридных систем, обеспечивающих эффективное распределение задач между алгоритмом и экспертом [7]. Второе направление нацелено на разработку прозрачных и интерпретируемых систем ИИ, которые не только ставят диагноз, но и предоставляют врачу понятное обоснование своих выводов [8].

Цель исследования: проанализировать современные системы ИИ для диагностики нарушений сна у взрослых с точки зрения их методологических особенностей, диагностической точности и потенциала для интеграции в практику невролога-сомнолога.

Материал и методы

Анализ современных решений позволил выделить две основные методологические платформы HCSS и AIX, направленные на преодоление разрыва между алгоритмической точностью и клиническими потребностями.

Система совместного анализа стадий сна (HCSS)

Модель, предложенная Liang et al. (Human-Computer Collaborative Sleep Scoring, HCSS), использует правило-ориентированный алгоритм автоматического определения стадий сна согласно стандартам AASM [7, 9]. Ключевым элементом является последующий анализ надежности каждой 30-секундной эпохи сна. Система оценивает три параметра: признаки медленно волновой активности включает анализ электроэнцефалографических показателей для дифференциальной диагностики между стадиями N2 и N3; близость к смене стадии и определение расстояния текущей эпохи до ближайшего интервала, принадлежащего другой стадии; частота смены стадий и подсчет количества переходов между стадиями сна в пределах заданного временного окна. На основе оценки этих параметров система присваивает каждой эпохе уровень надежности. Врач-невролог-сомнолог осуществляет контроль только тех эпох, где уровень надежности автоматического скоринга недостаточен, по данным исследования составляет около 27% от общего объема данных [7].

Платформа для диагностики апноэ сна (AIX)

Система Apnea Interact Xplainer (AIX), описанная Hu et al., представляет собой комплексную платформу для выявления нарушений дыхания во сне и оценки тяжести СОАС [8]. Ее архитектура включает: двухэтапный анализ, включает в себя детекцию дыхательных событий и последующий расчет интегральных показателей ИАГ (индекс апноэ-гипопноэ). Гибкие протоколы мониторинга — это поддержка как полноценной ПСГ, так и упрощенных скрининговых исследований, а так же использование только пульсоксиметрии (SpO₂). Механизм визуализации диагностических паттернов, таких как отображение конкретных фрагментов сигналов (назальный поток, дыхательное усилие, сатурация) через технологию «прозрачного масштабного диффузионного механизма» (transparent scale diffusion mechanism). Оценка достоверности результатов и автоматическое выделение сомнительных случаев для

приоритетной проверки специалистом, что реализует эффективную модель взаимодействия «человек-ИИ».

Результаты и обсуждения

Валидация рассмотренных систем проводилась на репрезентативных выборках пациентов взрослого возраста. Система **HCSS** показала согласие с экспертом-сомнологом на уровне 90.42% (каппа-коэффициент = 0.85) [7]. Система **AIX** продемонстрировала точность стратификации тяжести СОАС 73.8–81.0% при анализе 15,807 исследований из многонациональных когорт. Коэффициент детерминации (R^2) для прогнозирования ИАГ составил 0.92–0.96 [8]. В клинической эффективности выделили 1. Сокращение времени анализа: внедрение HCSS позволило сократить продолжительность ручного анализа ПСГ более чем на 50% [7]. Аналогично, использование AIX значительно ускоряет процесс анализа по сравнению с полностью ручным подходом. 2. Экономическая эффективность использования AIX в скрининговом режиме (на основе SpO_2) снижает стоимость исследования до <\$10, что делает диагностику более доступной [8]. 3. Стабильность результатов: две системы показали устойчивые результаты у пациентов разного пола, возраста и этнической принадлежности, что подтверждает их возможность широкого клинического применения [7, 8]. AIX также продемонстрировала высокую чувствительность (0.970) для раннего выявления СОАС с использованием только сигналов оксиметрии [8].

Проведенный анализ демонстрирует, что современные системы ИИ в сомнологии преодолели этап простой автоматизации и вступили в фазу создания клинически ориентированных диагностических решений. Если сравнивать анализы подходов, то системы HCSS и AIX представляют различные, но взаимодополняющие стратегии. HCSS более ориентирована на оптимизацию клинического процесса анализа стадий сна, тогда как AIX представляет собой диагностическую экосистему для респираторных нарушений с максимальным уровнем прозрачности и адаптивности к условиям мониторинга. Обе программы решают проблему «черного ящика», но разными способами: HCSS - через проверку ненадежных эпох, AIX — через наглядное объяснение логики принятия решений.

Клиническая значимость и внедрение механизмов ИИ является объективной необходимостью для неврологической практики. Возможность визуализации диагностических паттернов позволяет врачу понять логику алгоритма, удостовериться в правильности выводов и повысить доверие к технологии. Это напрямую влияет на готовность клиницистов внедрять такие системы в рутинную диагностику. Гибкость мониторинга, обеспечиваемая AIX, позволяет снизить нагрузку на специализированные сомнологические отделения.

Перспективы развития это создание унифицированных диагностических платформ, объединяющих подходы HCSS и AIX для комплексного анализа как архитектуры сна, так и дыхательных расстройств также углубление фенотипирования нарушений сна на основе анализа больших данных с помощью ИИ для персонализации терапии [10]. Основное внимание уделяется развитию предиктивной аналитики для раннего выявления риска осложнения при СОАС: неврологических, сердечно-сосудистых и метаболических.

Заключение

Современные системы ИИ, такие как HCSS и AIX, представляют собой передовые диагностические платформы, способные трансформировать клиническую практику. Их развитие формирует новый стандарт диагностики нарушений сна в неврологии, обеспечивая объединение экспертизы врача и возможностей алгоритмов. Дальнейшие исследования должны быть направлены на интеграцию этих технологий в клинические рекомендации, анализ пациентов для персонализированной терапии [10] и оценку их влияния на результаты лечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Benjafield A.V. et al. Estimation of the global prevalence and burden of obstructive sleep apnoea: a literature-based analysis. // Lancet Respir. Med. 2019;7:687–698 [https://doi.org/10.1016/s2213-2600\(19\)30198-5](https://doi.org/10.1016/s2213-2600(19)30198-5)

2. Berry R.B. et al. The AASM manual for the scoring of sleep and associated events. Rules, Terminology and Technical Specifications, Darien, Illinois, // American Academy of Sleep Medicine. (2012).
3. Carberry, J. C., et al. "Personalized management approach for OSA." // Chest 2018;153(3):744-755.
4. Choo, B. P. et al. Benchmarking performance of an automatic polysomnography scoring system in a population with suspected sleep disorders. // Front. Neurol. 2023;14:1123935. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1123935>
5. Supratak, A., Dong, H., Wu, C. & Guo, Y. DeepSleepNet: a model for automatic sleep stage scoring based on raw single-channel EEG. IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng. 2017;25:1998-2008. DOI:[10.1109/TNSRE.2017.2721116](https://doi.org/10.1109/TNSRE.2017.2721116)
6. Yildirim O., Baloglu U. B. Acharya U. R. A deep learning model for automated sleep stages classification using PSG signals. // Int. J. Environ. Res. Public Health 2019;16:599.
7. Liang S.-F., Shih Y.-H., Chen P.-Y. Kuo C.-E. Development of a human-computer collaborative sleep scoring system for polysomnography recordings. PLoS ONE 14, e0218948 (2019). doi: [10.1371/journal.pone.0218948](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218948)
8. Hu S.-C. et al. Transparent artificial intelligence-enabled interpretable and interactive sleep apnea assessment across flexible monitoring scenarios. // Nat. Commun. 2025;16:7548. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-62864-x>
9. Liang S. F., Kuo C. E., Hu Y. H. Cheng Y.S. A rule-based automatic sleep staging method. J. Neurosci. Methods 2012;205:169-176. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2011.12.022>
10. Zinchuk A.V., et al. "Phenotypic subtypes of obstructive sleep apnea: implications for personalized therapy." // The Lancet Respiratory Medicine 2021;9.7:769-782. doi:[10.1016/S2213-2600\(21\)00083-8](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(21)00083-8)

Поступила 20.09.2025