

3. Цыганов, А.Р. Влияние нового полифункционального полимера на структуру дерново-подзолистой почвы / А.Р. Цыганов, Г.А. Чернуха / Земляробства і ахова раслін, 2012, №2, с. 32-34.

4. Цыганов, А.Р. Влияние обработки почвы водорастворимым полимером на ростовые процессы в семенах / А.Р. Цыганов, Г.А. Чернуха / Вестник БГСХА. 2019, №2. – С.106-109.

5. Цыганов, А.Р. Влияние обработки почвы полифункциональным водорастворимым полимером на дождевых червей / А.Р. Цыганов, Г.А. Чернуха / Земледелие и защита растений. 2018, №1. С. 24-26.

УДК 613.97:004.8

**Д.Е. Чикрин, А.А. Егорчев,  
Н.В. Харченко, С.С. Герасимов**  
Казанский (Приволжский) федеральный университет

## **СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО БИМЕДИЦИНСКОГО МОНИТОРИНГА ФОНОВОГО СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНЫХ МОДЕЛЕЙ ДАННЫХ С ДАТЧИКОВ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА «АМАЛЬТЕЯ-М»**

**Аннотация.** Рассматривается комплекс решений непрерывного биомедицинского мониторинга фонового состояния здоровья на основе гибридных моделей данных с датчиков мобильных устройств с использованием искусственного интеллекта системы «Амальтея-М». Обозначены основные решаемые задачи в области биомедицинского мониторинга, определены способы решений данных задач, описаны методы реализации алгоритмов искусственного интеллекта для обеспечения биомедицинского мониторинга.

**Ключевые слова:** персонализированная медицина, фоновый мониторинг здоровья, искусственный интеллект, машинное обучение, цифровая обработка сигналов, нейросеть, большие данные в медицине.

**Введение.** Применение искусственного интеллекта в медицине является актуальным и перспективным направлением в мире цифровых технологий. Появляются медицинские программные сервисы, основанные на технологиях искусственного интеллекта, либо элементах искусственного интеллекта. Яркие примеры — многофункциональное ПО MedM Apps; медицинская платформа IBM Watson Health; календарь овуляции Flo Health. Авторами доклада

были исследованы и проанализированы существующие решения в области медицинского биомониторинга, предложен собственный метод использования различных модификаций алгоритмов, а также собственных наработок в рамках реализации на смартфонах.

### 1. Поставленные задачи

Системы непрерывного биомедицинского мониторинга состояния здоровья на основе гибридных моделей данных с датчиков мобильных устройств с использованием искусственного интеллекта «Амальтея-М» ориентирована на решение нескольких задач, путем использования технологий искусственного интеллекта:

- 1) Решение задачи потребности непрерывного мониторинга биомедицинских параметров сотрудников;
- 2) Решение задачи отсутствия актуальных сведений по состоянию здоровья, амортизации автомобилей, техники безопасности и качества выполнения работ;
- 3) Решение задачи персонализированного подхода. В силу индивидуальных особенностей организма каждого человека – разного рода заболевания протекают по-разному.

### 2. Анализ существующих решений

Авторами проведен анализ решений к задачам непрерывного биомедицинского мониторинга состояния здоровья и был сделан вывод, о том, что большинство решений функционирует за счет использования дополнительного носимого оборудования, такого как нательные датчики или браслеты.

В предлагаемом решении системы «Амальтея-М» вместо носимого оборудования авторами предлагается использование смартфона, для решения всех поставленных задач. Решение основано на том, что современные смартфоны оснащены всеми необходимыми для этого типами системы сенсорики: акселерометры, гироскопы, магнитометры, видеокамера, вспышка, микрофон.

Сравнительный анализ параметров предлагаемой системы с существующими реализациями решений, использующих смартфон представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Сравнительный анализ параметров предлагаемой системы с существующими реализациями решения на рынке**

Технико-экономические параметры продукта	Flo Health	Sleep Cycle	Happify	Pacer	ПО «Амальтея-М»
Запись данных с гироскопов	Да	Да	Нет	Да	Да

мобильного телефона					
Анализ данных с гироскопов мобильного телефона	Нет	Да	Нет	Нет	Да
Анализ данных с основной камеры смартфона	Да	Нет	Нет	Да	Частота пульса; Частота дыхания и процента оксигенации; Артериальное давление
Анализ неврологических расстройств	Нет	Нет	Да	Нет	Да
Анализ данных с микрофонов и виброметрических сенсоров	Нет	Да	Нет	Нет	Кашель Падение Шок
Наличие системы обработки данных с AI	Нет	Нет	Нет	Нет	Да
Наличие рекомендаций по питанию	Да	Да	Да	Нет	В разработке
Анализ производственных кейсов	Нет	Нет	Нет	Нет	В разработке
Цена	3200 рублей в год	1790 рублей в год	10290 рублей в год	1989,96 рублей в год	1000-3000 рублей – на всегда

### 3. Описание и функционал предлагаемого решения

Предлагаемое решение позволяет вести диагностику, статистику и осуществлять уведомление врача, администратора или же самого сотрудника о предполагаемых недугах. Реализация ПО «Амальтея-М» основана на уникальных компетенциях команды проекта в областях: виброакустики, психоакустики, машинного обучения, машинного зрения, анализа кинематики и моделей движения.

Научная новизна выражена в комплексном применении технологий из перечисленных областей для решения поставленной задачи непрерывного мониторинга здоровья сотрудников.

Функционал системы:

1) Обнаружение и оповещение служб медцентра или предприятия и сотрудника: наличия на рабочем месте \ времени нахождения на рабочем месте; наличествующем ОРЗ/ОРВИ; подозрении на COVID (сухой кашель, одышка, слабость, стресс: в различной степени выраженности); аллергии/астмы; перенапряжении; нервном срыве; алкогольном/наркотическом опьянении; урологических и гастроэнтерологических патологий; определение потери сознания и эпилептических припадков; производственных травмах и воздействиях ударного типа на оборудование и мебель.

2) Выдача за любой промежуток времени рядом находящихся сотрудников;

3) Новостная рассылка и заполнение сотрудниками чек-листов;

4) Поиск и реакция на тревожные слова \ сочетания;

5) Регулярные проверки готовности сотрудника к выполнению производственных обязанностей (проверка моторики, четкости речи, отсутствия высокого уровня стресса\физической усталости).

Для варианта использования системы «Амальтея-М» в автомобиле, предлагается дополнительный функционал:

1) Определение степени аккуратности вождения;

2) Определение степени усталости водителя;

3) Определение степени амортизации автомобиля проезд по лежащим полицейским, ямам и поребрикам;

4) Определение степени адекватности вождения на предмет необходимости проверки на состояние алкогольного\наркотического опьянения;

5) Распознавание задымления в машине и курения водителя;

6) Определение проезда «на красный», пропускает ли водитель пешеходов;

7) Функционал видеорегистрации, в том числе автоматической фиксации фото высокой четкости и отправки фотографий и видеозаписей в момент ДТП и видео перед и после него.

#### **4. Методы реализации системы биомедицинского мониторинга на смартфоне**

Для реализации системы биомедицинского мониторинга с помощью смартфона авторами предлагаются следующие методы:

1) Для распознавания положения тела по значениям акселерометра и гироскопа формируется многомерный временной ряд. К нему применяются фильтры: медианный и Баттерворта. Вектор признаков получается путем применения преобразования Фурье и анализа амплитудного спектра. Для построения прогноза используется

метод опорных векторов. Данный подход позволяет различать следующие состояния: ходьба, бег, подъём, спуск, человек стоит, человек лежит, человек сидит. [1,2]

2) Для детектирования и классификации кашля и насморка собран аудио датасет, который содержит аудиозаписи с произвольными звуками, звуками чихания, звуками кашля, которые разделены на 2 класса: мокрый и сухой. По набору аудиозаписей сформирован набор спектрограмм. Используя технологию transfer learning, была получена модель на основе уже обученной искусственной сверточной нейронной сети с архитектурой ResNet-152 на наборе данных ImageNet. Данный подход позволяет при небольшом объеме обучающих данных получать качественную модель. Таким образом, модель решает задачу классификации аудиозаписи на 3 класса: чихание, мокрый кашель, сухой кашель; [3,4]

3) Для определения основных гемодинамических показателей (частота дыхания, насыщенность крови кислородом, артериальное давление, частота сердцебиения) Палец человека подносится к камере смартфона, полученное изображение с помощью различных алгоритмов машинного зрения и быстрого преобразования Фурье преобразуется к фотоплетизмограмме. По полученной фотоплетизмограмме вычисляются основные гемодинамические показатели; [5,6,7]

4) Для определения уровня стресса человека по его эмоциональному состоянию используется подход, заключающийся в формировании log-mel спектрограммы по аудиозаписи и обучении сверточной нейронной сети. В подходах проводится предварительная фильтрация аудиозаписи и разделение на окна с шагом 2.56 секунд. Таким образом, получена модель, производящая классификацию аудиозаписи на следующие классы: спокойствие, счастье, грусть, злость, испуг, удивление, отвращение. [8,9]

**Заключение.** Предлагаемое решение - уникальные, так как по совокупности характеристик российские и мировые аналоги отсутствуют, а существующие системы мониторинга либо направлены только на рынок B2C и не обладают системой интеллектуальной обработки данных, либо не обладают таким же широким спектром функций.

#### **Список использованных источников**

1. Konsolakis Kostas, Hermens Hermie, Villalonga Claudia, Vollenbroek-Hutten Miriam, Banos Oresti. -- Human Behaviour Analysis through Smartphones // Proceedings. 2018. 2(19).

2. Voicu, R.-A.; Dobre, C.; Bajenaru, L.; Ciobanu, R.-I. -- Human Physical Activity Recognition Using Smartphone Sensors // Sensors. 2019. 19(3).
3. Bhateja V., Taqee A. and Sharma D. K. - Pre-Processing and Classification of Cough Sounds in Noisy Environment using SVM // 4th International Conference on Information Systems and Computer Networks (ISCON). 2019. C. 822-826.
4. Amoh J. and Odame K. - Deep Neural Networks for Identifying Cough Sounds // In IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems. 2016. 10(5). C. 1003-1011.
5. M. J. Gregoski, M. Mueller, A. Vertegel, A. Shaporev, B. Jackson, R. M. Frenzel, S. M. Sprehn and F. Treiber. - Development and Validation of a Smartphone Heart Rate // International Journal of Telemedicine and Applications. 2011. Vol. 2012. No. 1. P. 1-7.
6. V. Chandrasekaran, R. Dantu, S. Jonnada, S. Thiyagaraja and K. P. Subbu. - Cuffless Differential Blood Pressure Estimation // IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING. 2013. Vol. 60. No. 4. P. 1080-1089.
7. Y. Nam, B. A. Reyes and K. H. Chon. - Estimation of Respiratory Rates Using the // Biomedical and Health Informatics. 2015. Vol. 20. No. 6. P. 1493 - 1501.
8. Shiqing Zhang et al. - Multimodal Deep Convolutional Neural Network for Audio-Visual Emotion Recognition // Proceedings of the 2016 ACM on International Conference on Multimedia Retrieval. 2016.
9. Типы ошибок в инерциальных навигационных системах и методы их аппроксимации / М.А. Литвин, А.А. Малюгина, А.Б. Миллер, А.Н. Степанов, Д.Е. Чикрин // Информационные процессы. 2014. Т. 14. № 4. С. 326-339.

УДК 630\*651.75

**О.А. Куницкая, Е.И. Никитина**

Арктический государственный  
агротехнологический университет, г. Якутск

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫБОРОЧНЫХ РУБОК ЛЕСА**

**Аннотация.** В статье проанализированы основные негативные воздействия на почвогрунты и древостои от воздействия лесных машин при проведении выборочных рубок.