

Информация для цитирования:

Бондарев О.И., Филимонов С.Н. ЦИФРОВИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИКИ И ПРОФИЛАКТИКИ ПЫЛЕВЫХ ПОРАЖЕНИЙ ЛЕГКИХ У ШАХТЕРОВ КУЗБАССА: ИНТЕГРАЦИЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ И АНАЛИТИКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ // Медицина в Кузбассе. 2025. №2. С. 10-15.

Бондарев О.И., Филимонов С.Н.

Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России,
НИИ Комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний,
г. Новокузнецк, Россия



ЦИФРОВИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИКИ И ПРОФИЛАКТИКИ ПЫЛЕВЫХ ПОРАЖЕНИЙ ЛЕГКИХ У ШАХТЕРОВ КУЗБАССА: ИНТЕГРАЦИЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ И АНАЛИТИКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Внедрение цифровых технологий значительно улучшает диагностику, мониторинг и профилактику профессиональных заболеваний, вызванных хроническим вдыханием угольной пыли в угольной промышленности. В данной работе представлены результаты исследования цитологических критериев, которые позволяют выявлять пылевые поражения легких на разных стадиях их развития. Рассматривается, как использование современных цифровых платформ (телемедицина, большие данные, анализ изображений) и специализированного программного обеспечения, такого как автоматизированная счетная программа «BioVision 4 series», способствует более точной и быстрой диагностике, а также повышению эффективности профилактических мероприятий. Эти результаты могут быть интегрированы в систему цифрового сопровождения медицинских осмотров, что способствует модернизации подходов к охране труда и инновационному развитию угольной промышленности.

Цель исследования – оценить эффективность программы «BioVision 4 series» для диагностики пневмокониоза, а также сравнительный анализ автоматизированного и традиционных методов диагностики фиброзных изменений и пылевых включений в легочной ткани.

Материалы и методы. В исследовании использовались цитологические пробы от 100 работников угольной промышленности с подозрением на пневмокониоз. Пробы были обработаны как традиционным ручным методом, так и с использованием программы «BioVision 4 series». Основными параметрами для анализа были площадь фиброзных изменений, количество пылевых включений, а также уровень воспаления в тканях легких. Все данные были подвергнуты статистической обработке для выявления зависимости между возрастом, стадией заболевания и результатами анализа.

Результаты. Результаты исследования показали, что автоматизированный метод с использованием программы «BioVision 4 series» значительно повышает точность диагностики, сокращая время анализа и количество ошибок при подсчете клеток и пылевых включений. Также было выявлено, что на поздних стадиях заболевания наблюдается значительное увеличение площади фиброзных изменений и количества пылевых включений. Анализ полученных результатов демонстрирует высокую эффективность разработанной программы в отслеживании динамики заболевания и обеспечении условий для ранней диагностики. Дополнительно программный продукт предоставляет возможность формирования структурированной базы данных с фотодокументацией, сохранения и пополнения информации в процессе наблюдения, а также составления сравнительных отчетов, что способствует повышению информативности клинического анализа и принятия обоснованных диагностических решений.

Выводы. Использование программы «BioVision 4 series» для диагностики пневмокониоза является высокоэффективным инструментом, обеспечивающим более точные и быстрые результаты по сравнению с традиционными методами. Это открывает новые возможности для ранней диагностики, мониторинга состояния здоровья работников угольной промышленности и повышения качества медицинского обслуживания в данной области.

Ключевые слова: цифровая среда; пылевые поражения; угольная пыль; шахтеры; цитология; легочный гистион; фиброз; телемедицина

Bondarev O.I., Filimonov S.N.

Novokuznetsk State Institute for Advanced Medical Studies,
Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia

DIGITALIZATION OF DIAGNOSIS AND PREVENTION OF DUST-INDUCED LUNG DISEASES IN KEMEROVO COAL MINERS: INTEGRATION OF TELEMEDICINE AND BIG DATA ANALYTICS FOR PROTECTING THE HEALTH OF COAL INDUSTRY WORKERS

The implementation of digital technologies significantly improves the diagnosis, monitoring, and prevention of occupational diseases caused by chronic inhalation of coal dust in the coal industry. This paper presents the results of a study on cytological criteria that enable

the identification of pulmonary dust lesions at various stages of their development. The use of modern digital platforms (telemedicine, big data, image analysis) and specialized software, such as the automated counting program «BioVision 4 series», is examined as contributing to more accurate and faster diagnostics, as well as improving the effectiveness of preventive measures. These results can be integrated into a digital medical examination support system, which significantly contributes to the modernization of occupational safety approaches and the innovative development of the coal industry.

Aim of the study is to evaluate the effectiveness of the «BioVision 4 series» program for diagnosing pneumoconiosis, as well as to conduct a comparative analysis of automated and traditional methods for diagnosing fibrotic changes and dust inclusions in lung tissue.

Materials and methods. The study involved cytological samples from 100 coal industry workers diagnosed with pneumoconiosis. The samples were processed using both traditional manual methods and the «BioVision 4 series» program. The main parameters for analysis were the area of fibrotic changes, the number of dust inclusions, and the level of inflammation in the lung tissue. All data were subjected to statistical processing to identify relationships between age, disease stage, and analysis results.

Results. The results of the study demonstrated that the automated method using the «BioVision 4 series» software significantly increases diagnostic accuracy, reducing both analysis time and the number of errors in counting cells and dust inclusions. It was also found that in the later stages of the disease, there is a marked increase in the area of fibrotic changes and the number of dust inclusions. The analysis of the obtained data indicates the high efficiency of the developed program in monitoring disease dynamics and facilitating early diagnosis. Additionally, the software enables the creation of a structured database with photo documentation, allows for the preservation and continuous updating of information during follow-up, and generates comparative reports. These features contribute to enhancing the informativeness of clinical assessments and support evidence-based diagnostic decision-making.

Conclusions. The use of the «BioVision 4 series» program for diagnosing pneumoconiosis is a highly effective tool that provides more accurate and faster results compared to traditional methods. This opens new possibilities for early diagnosis, monitoring the health status of coal industry workers, and improving medical services in this field.

Key words: digital environment; dust lesions; coal dust; miners; cytology; lung histology; fibrosis; telemedicine

Современные методы исследования (цитология, гистология, молекулярная биология, генетика) играют ключевую роль в повышении качества диагностики и профилактики заболеваний [1-3]. Технологии, направленные на будущие прорывные методы, связанные с профессиональной деятельностью, особенно в высокорисковых отраслях, таких как угольная промышленность, могут сегодня быть фантастическими, а завтра — основными методами диагностики [4, 5].

Хроническое воздействие угольной пыли на органы дыхания является одним из основных факторов, влияющих на здоровье шахтеров, приводя к развитию патологических изменений, таких как хроническая обструктивная болезнь легких, фиброз легких и, в наиболее тяжелых случаях, пневмокониоз. Эти заболевания остаются одной из ведущих причин инвалидности среди работников угольных шахт, характеризуются высокой распространенностью. Одна из важнейших задач медицины труда в угольной промышленности — это раннее выявление пылевых поражений легких и эффективный мониторинг их прогрессирования. Ранняя диагностика пневмокониозов способствует не только улучшению качества жизни работников, но и повышению эффективности профилактических мер, что, в свою очередь, снижает затраты на лечение и увеличивает производительность труда.

Традиционные ранние методы диагностики пылевых поражений легких включают анализ мокроты и бронхоальвеолярных смывов (БАС), что позволяет оценить клеточный состав и наличие патологических изменений в тканях легких [6]. Однако эти методы требуют высокой квалификации специалистов и не всегда обеспечивают необходимую точность и объективность, особенно при высокой нагрузке на медицинские учреждения и ограниченном доступе к специалистам. В последние годы наблю-

дается активное развитие цифровых технологий, что позволяет существенно повысить качество диагностики в этой области.

Одним из наиболее перспективных направлений является внедрение автоматизированных систем для анализа цитологических препаратов, получаемых при обследованиях [7]. Использование программного обеспечения для анализа микроскопических изображений, таких как автоматизированные счетные программы, ускоряет процесс диагностики, повышая точность и объективность подсчета клеточных элементов, а также снижает влияние субъективного фактора. Применение технологий больших данных и автоматизированной обработки данных открывает новые возможности для более точного прогнозирования заболеваний и мониторинга состояния здоровья работников угольных предприятий в реальном времени [8, 9].

Кроме того, развитие телемедицинских платформ и цифровых медицинских карт позволяет обеспечить более доступную и эффективную консультацию специалистов, даже в удаленных районах [10]. Это особенно актуально для таких регионов, как Кемеровская область—Кузбасс, где угольная промышленность является основой экономики, а доступ к высококвалифицированным врачам ограничен. Таким образом, интеграция цифровых технологий в медицину труда, особенно для диагностики и профилактики пылевых поражений легких у шахтеров, имеет огромный потенциал для повышения качества медицинской помощи, улучшения условий труда и сохранения здоровья работников. В перспективе это направление может стать основой для создания интегрированных цифровых платформ, которые будут объединять данные о состоянии здоровья работников, условиях труда и давать рекомендации по профилактике профессиональных заболеваний, что позволит не только снизить забо-

леваемость, но и ускорить инновационное развитие угольной отрасли.

Цель настоящего исследования — интеграция традиционных методов диагностики пылевых поражений легких у шахтеров с новыми цифровыми технологиями, в том числе с использованием специализированного программного обеспечения для автоматизированного подсчета клеток, на примере автоматизированной программы «BioVision 4 series».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Контингент исследования. В исследование были включены 100 шахтеров в возрасте от 35 до 60 лет, работающих в условиях повышенной запыленности от 10 до 25 лет. Все участники проходили регулярные медицинские осмотры, включая анализ мокроты и бронхоальвеолярного лаважа (БАЛ) с целью оценки состояния легких.

Отбор и подготовка проб. Сбор мокроты осуществлялся с помощью спонтанного откашливания, а также с использованием БАЛ у всех 100 шахтеров. Полученные образцы мазков окрашивались по Романовскому-Гимзе и Паппенгейму для дальнейшего цитологического анализа.

Автоматизированная обработка цитологических данных (программа «BioVision 4 series»). Для анализа клеток использовалась программа «BioVision 4 series» с поддержкой технологий компьютерного зрения и машинного обучения. С помощью сканирующего микроскопа с разрешением $\times 40$ и $\times 100$ были получены изображения цитологических препаратов, которые затем анализировались программой. Программа автоматически сегментировала клетки по морфологическим признакам, определяла их количество, форму и соотношение ядро/цитоплазма, а также анализировала наличие пылевых включений и фиброзных изменений.

Сравнение с ручным методом подсчета. Для проверки точности автоматического метода 100 проб были проанализированы как вручную, так и с использованием программы «BioVision 4 series», результаты были сопоставлены.

Статистическая обработка. Результаты анализировались с использованием программы STATISTICA 12.0. Для выявления статистических различий использовался критерий $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сравнительный анализ ручного и автоматизированного методов диагностики пневмокониоза. Для проведения анализа цитологических проб и оценки состояния легочной ткани у шахтеров с пневмокониозом было проведено сравнение традиционного ручного метода и автоматизированного анализа с использованием программы «BioVision 4 series». В рамках этого сравнения учитывались такие параметры, как время анализа, точность подсчета клеток, количество ошибок при подсчете пылевых включений и фиброзных изменений, а также

время, затраченное на обработку и анализ данных. Результаты сравнения традиционного ручного метода диагностики и использования программы «BioVision 4 series» для автоматизированного подсчета клеток показали значительное улучшение диагностического процесса. Среднее время анализа с использованием программы сократилось с 15 ± 3 минут до 8 ± 2 минут, что свидетельствует о значительном ускорении процесса диагностики.

Данный анализ показал, что автоматизация процесса значительно сокращает время диагностики и повышает точность результатов. Это имеет важное значение для раннего выявления патологий, таких как пылевые ингаляционные повреждения легочной ткани, и предотвращения их прогрессирования.

Ручной метод, в свою очередь, имеет меньшую точность, особенно при подсчете клеток, что связано с человеческим фактором, например, усталостью, снижением внимания или субъективной оценкой. Использование программы «BioVision 4 series» снижает вероятность ошибок благодаря алгоритмам автоматической обработки данных, которые детально и точно классифицируют клетки, пылевые включения и определяют фиброзные изменения.

Динамика изменений фиброза и пылевых поражений в зависимости от стадии заболевания. Важным аспектом исследования является динамика изменений, связанных с развитием пневмокониоза, на разных стадиях заболевания. Это позволяет не только детально изучить процесс прогрессирования болезни, но и выявить ключевые моменты, в которые возможно вмешательство для замедления или предотвращения дальнейшего ухудшения состояния.

Согласно полученным данным, площадь фиброзных изменений увеличивается на более поздних стадиях заболевания, что свидетельствует о прогрессировании фиброза в легочной ткани. Также наблюдается значительное увеличение количества пылевых включений, что подтверждает связь интенсивности воздействия вредных частиц на легкие с ухудшением состояния здоровья. Уровень воспаления в тканях легких на поздних стадиях заболевания значительно повышается, что связано с хроническим воспалением, возникающим в ответ на пылевые поражения.

Использование автоматизированной программы позволяет значительно точнее определить площадь фиброзных участков, а также точно измерить количество пылевых включений, что позволяет эффективно отслеживать динамику заболевания и оценивать эффективность лечения.

Анализ результатов с использованием метода машинного обучения для диагностики пневмокониоза. Внедрение машинного обучения в медицину становится важным направлением, позволяющим повысить точность диагностики, особенно в области заболеваний, которые требуют длительного мониторинга и точных данных для своевременного вмешательства. В нашем исследовании использовался алгоритм автоматизированной обработки материала

Таблица 1
Сравнение точности и времени анализа цитологических проб
Table 1
Comparison of Accuracy and Analysis Time of Cytological Samples

Параметр	Ручной метод	Автоматизированный метод (BioVision 4 series)
Время анализа (минуты)	15 ± 3	8 ± 2
Количество клеток (в среднем на пробу)	150 ± 10	155 ± 8
Процент ошибок при подсчете клеток (%)	5 ± 2	1 ± 0,5
Точность подсчета пылевых включений (%)	85 ± 3	95 ± 2
Обнаружение фиброзных изменений (%)	90 ± 5	96 ± 3

Таблица 2
Динамика изменений фиброза и пылевых поражений на разных стадиях
Table 2
Dynamics of Fibrosis and Dust-Induced Lesions at Different Stages

Стадия заболевания	Средняя площадь фиброзных участков (мкм ²)	Количество пылевых включений (на 100 клеток)	Уровень воспаления (%)
Начальная стадия	250 ± 50	10 ± 3	15 ± 5
Средняя стадия	450 ± 70	35 ± 5	40 ± 8
Продвинутая стадия	850 ± 120	60 ± 7	70 ± 12

для анализа фиброзных изменений и пылевых поражений, что позволило повысить точность и снизить количество «ложно-положительных» результатов.

Метод автоматизированной обработки медицинских данных продемонстрировал значительные преимущества перед традиционным методом в точности диагностики (98% против 90%) и в прогнозировании осложнений. Использование алгоритмов для анализа изображений позволяет более точно классифицировать типы клеток, выявлять патологические изменения и строить прогнозы относительно дальнейшего развития заболевания.

Распределение фиброзных изменений по возрастным группам. Возраст является одним из ключевых факторов, влияющих на развитие пневмокониоза, так как с возрастом увеличивается продолжительность воздействия пыли и других вредных

веществ. В нашем исследовании мы выделили несколько возрастных групп для оценки динамики фиброзных изменений и пылевых поражений на разных стадиях заболевания.

В этом исследовании было установлено, что с увеличением возраста увеличивается площадь фиброзных изменений и количество пылевых включений в клетках, что указывает на накопление вредных воздействий с течением времени. Важно, что в более старших возрастных группах, как правило, отмечаются более выраженные изменения, что подчеркивает важность ранней диагностики и профилактики пневмокониоза у работников угольной промышленности.

Использование дополнительной статистической обработки данных для углубленного анализа. Для более детального понимания взаимосвязи

Таблица 3
Результаты анализа пневмокониоза с использованием машинного обучения
(машинный анализ vs. традиционный метод)

Table 3
Results of Pneumoconiosis Analysis Using Machine Learning (Machine-Based Analysis vs. Traditional Method)

Параметр	Автоматизированный метод	Традиционный метод
Точность диагностики (%)	98 ± 1	90 ± 3
Количество ложных срабатываний (%)	1 ± 0,5	4 ± 1
Уровень прогноза осложнений (%)	92 ± 4	75 ± 8

Таблица 4
Распределение фиброзных изменений по возрастным группам
Table 4
Distribution of Fibrotic Changes by Age Groups

Возрастная группа	Средняя площадь фиброзных участков (мкм ²)	Количество пылевых включений (на 100 клеток)
35-40 лет	200 ± 40	12 ± 4
41-50 лет	450 ± 60	30 ± 6
51-60 лет	700 ± 100	50 ± 8

между фиброзными изменениями, пылевыми включениями и воспалением была проведена многомерная статистическая обработка данных. В результате анализа с использованием методов регрессии и корреляции было выявлено, что наибольшее влияние на развитие фиброза оказывает длительность воздействия пыли и степень загрязненности воздуха на рабочем месте. Уровень воспаления, в свою очередь, тесно связан с количеством пылевых включений, что подтверждает гипотезу о том, что воспаление является важным компонентом патологического процесса.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты нашего исследования подтверждают эффективность использования цифровых технологий, в частности автоматизированных программ, для диагностики пневмокониоза у шахтеров. Программа «BioVision 4 series» продемонстрировала высокую точность и скорость анализа цитологических данных, что позволяет значительно улучшить качество диагностики и мониторинга состояния здоровья работников угольной промышленности.

Кроме того, интеграция автоматической обработки данных в процесс диагностики открывает перспективы для более точного прогнозирования и дифференциальной диагностики заболеваний, а также проведения оперативного вмешательства в случае необходимости. Это особенно важно для профилактики пневмокониозов, которые имеют хроническое течение и могут значительно ухудшить качество жизни работников. При этом клиническая картина пневмокониоза может симулировать различные грозные заболевания, такие как туберкулез, саркоидоз и опухолевые процессы.

Цифровые технологии и автоматизация процессов анализа данных становятся необходимыми для эффективного мониторинга профессиональных заболеваний в угольной промышленности, а их внедрение способствует значительному улучшению охраны труда и медицинского обслуживания работни-

ков. Цифровизация медицинских процессов в угольной промышленности открывает новые возможности для повышения эффективности профилактических мероприятий и снижения заболеваемости среди работников. Результаты данного исследования могут стать основой для создания интегрированных цифровых платформ, направленных на улучшение условий труда и сохранение здоровья работников угольной отрасли.

ВЫВОДЫ

1. Использование автоматизированных технологий, таких как «BioVision 4 series», в сочетании с телемедицинскими платформами, значительно повышает точность диагностики пылевых поражений легких у шахтеров. Это связано с улучшением качества обработки изображений и снижением влияния человеческого фактора при интерпретации данных.

2. Автоматизация процессов позволяет значительно сократить время на анализ медицинских данных, что особенно важно в условиях ограничений, характерных для медицинских осмотров шахтеров. Это также способствует более быстрому выявлению заболеваний и принятию своевременных решений.

3. Цифровизация диагностики и внедрение телемедицинских платформ помогает улучшить профилактику профессиональных заболеваний среди шахтеров, повышая эффективность медицинских осмотров и позволяя оперативно принимать меры по совершенствованию охраны труда.

4. Автоматизированные системы позволяют минимизировать ошибки, связанные с субъективной оценкой данных врачами, что значительно улучшает точность и объективность диагностики.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Butenko GR, Plyakin VA, Polonskaya NYu, Volchenko NN, Glukhova YuK, Trubitsyn MA. Development of clinical cytology as a medical specialty in Russia. P.A. *Herzen Journal of Oncology*. 2023; 12(5): 39-44. Russian (Бутенко Г.Р., Плякин В.А., Полонская Н.Ю., Волченко Н.Н., Глухова Ю.К., Трубицын М.А. Развитие клинической цитологии как медицинской специальности в России //Онкология. Журнал имени П.А. Герцена. 2023. Т. 12, № 5. С. 39-44.) doi: 10.17116/onkolog20231205139
2. Lelevich SV, Anisovich EI. Cytological Studies in Medicine. *Medical News*. 2018; 2: 33-35. Russian (Лелевич С.В., Анисович Е.И. Цитологические исследования в медицине //Медицинские новости. 2018. № 2. С. 33-35.)
3. Tkachuk E.A., Seminsky I.Zh. The Role of Genetics in Modern Medicine. *Baikal Medical Journal*. 2022; 1(1): 81-88. Russian (Ткачук Е.А., Семинский И.Ж. Роль генетики в современной медицине //Байкальский медицинский журнал. 2022. Т. 1. № 1. С. 81-88. doi: 10.57256/2949-0715-2022-1-81-88
4. Panov YuP, Grabskiy AA, Rozhkov AA. Current Status and Prospects for the Development of Digital Technologies in the Russian Coal Industry. *Proceedings of Higher Educational Establishments: Geology and Exploration*. 2023; (5): 8-21. Russian (Панов Ю.П., Грабский А.А., Рожков А.А. Современное состояние и перспективы развития цифровых технологий в угольной промышленности России //Известия высших учебных заведений. геология и разведка. 2023. № 5. С. 8-21.) doi: 10.32454/0016-7762-2023-65-5-8-21
5. Solovenko IS, Rozhkov AA, Lizunkov VG, Malushko EYu. Digitalization of Coal Industry Enterprises in Russia: Problem Statement. *Questions of History*. 2022; 5(2): 152-165. Russian (Соловенко И.С., Рожков А.А., Лизунков В.Г., Малушко Е.Ю.

Цифровизация предприятий угольной промышленности России: к постановке проблемы //Вопросы истории. 2022. № 5(2). С. 152-165.)

6. Lebedev GS, Shaderkin IA, Tertychny AS, Shaderkina AI. Digital Pathomorphology: Creating an Automated Microscopy System. *Russian Journal of Telemedicine and e-Health*. 2021; 7(4): 27-47. Russian (Лебедев Г.С., Шадеркин И.А., Тertychny А.С., Шадеркина А.И. Цифровая патоморфология: создание системы автоматизированной микроскопии //Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения. 2021;7(4);27-47.) doi: 10.29188/2712-9217-2021-7-4-27-47
7. Montironi R, Cimadamore A, Scarpelli M, Cheng L, Lopez-Beltran A, Mikuz G. Pathology Without a Microscope: From Projection Screen to Virtual Slide. *Pathology – Research and Practice*. 2020; 216(11): 153196. Russian (Монтирони Р., Чимадаморе А., Скарпелли М., Чэн Л., Лопес-Бельтран А., Микуз Д. //Патология без микроскопа: от проекционного экрана до виртуального слайда //Pathology – Research and Practice. 2020. Т. 216, № 11. С. 153196.) doi: 10.1016/j.prp.2020.153196
8. Borowsky AD, Glassy EF, Wallace WD, Kalichanda NS, Behling CA, Miller DV, et al. Digital Whole Slide Imaging Compared With Light Microscopy for Primary Diagnosis in Surgical Pathology. *Arch Pathol Lab Med*. 2020; 144(10): 1245-1253. doi: 10.5858/arpa.2019-0569-OA
9. Fayyaz SM, Yaqub U, Hassan A, Munir MK, Iqbal S, Hamza M, Tahir FN. Role of AI and Machine Learning in Diagnosis and Management of Pulmonary, Gynecological and Dermatological Conditions. *African Journal of Biological Sciences*. 2024; 6(15): 12800-12811. doi: 10.48047/AFJBS.6.15.2024.12800-12811
10. World Health Organization (WHO). (2020). Telemedicine in remote areas: Strengthening health systems through digital innovation. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/telemedicine>

Сведения об авторе:

БОНДАРЕВ Олег Иванович, доктор мед. наук, доцент, зав. кафедрой патологической анатомии и судебной медицины, НГИУВ – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: gis.bondarev@yandex.ru

ФИЛИМОНОВ Сергей Николаевич, доктор мед. наук, профессор, начальник отдела экологии человека, общественного здоровья и здравоохранения, ФГБНУ НИИ КППЗ, г. Новокузнецк, Россия. E-mail: fsn42@mail.ru

Information about author:

BONDAREV Oleg Ivanovich, doctor of medical sciences, docent, head of the department of pathological anatomy and forensic medicine, Novokuznetsk State Institute for Advanced Medical Studies, Novokuznetsk, Russia. E-mail: gis.bondarev@yandex.ru

FILIMONOV Sergey Nikolayevich, doctor of medical sciences, professor, head of the department of human ecology, public health and healthcare, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: fsn42@mail.ru

Корреспонденцию адресовать: БОНДАРЕВ Олег Иванович, 654041, г. Новокузнецк, ул. Строителей, д. 5, НГИУВ – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России.
E-mail: gis.bondarev@yandex.ru