

Научная статья

УДК [612.67/.68+613.98+616-053.9]:004

DOI: 10.17853/2587-6910-2024-14-39-49

ПРОЦЕССЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ В ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ И КАЧЕСТВЕ ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

Виктор Николаевич Мещанинов

доктор медицинских наук, профессор mv-02@yandex.ru Институт медицинских
клеточных технологий Уральский государственный медицинский университет
Россия, Екатеринбург

Антон Сергеевич Лисовенко

аспирант anton.lisovenko.researcher@mail.ru Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт медицинских клеточных
технологий Россия, Екатеринбург

Оксана Викторовна Лимановская

кандидат химических наук, старший научный сотрудник limanovskaya@mail.ru
Институт медицинских клеточных технологий Россия, Екатеринбург

Илья Валерьевич Гаврилов

кандидат биологических наук, доцент iliagavrilov18@yandex.ru Уральский
государственный медицинский университет Институт медицинских клеточных
технологий Россия, Екатеринбург

Илья Владимирович Гришкин

grishkin.1988@mail.ru ОАО Российские железные дороги Россия, Екатеринбург

Наталья Матвеевна Черепанова

e.medcentruzi@mail.ru Институт медицинских клеточных технологий Россия,
Екатеринбург

Денис Леонидович Щербаков

кандидат биологических наук cdcom2@yandex.ru Институт медицинских клеточных
технологий Россия, Екатеринбург

Манакова Надежда Станиславовна

Врач клинической лабораторной диагностики лаборатории антивозрастных
технологий lab-imkt@yandex.ru Институт медицинских клеточных технологий
Россия, Екатеринбург

Решетников Евгений Дмитриевич

Лабораторный техник лаборатории антивозрастных технологий lab-imkt@yandex.ru
Институт медицинских клеточных технологий Россия, Екатеринбург

Аннотация. В статье описываются некоторые основные тенденции во внедрении процессов цифровизации и информатизации в теоретические и практические направления геронтологии и гериатрии. Основное внимание в статье уделено примерам использования искусственного интеллекта в геронтологии и гериатрии. На примере использования нейросети для оптимизации исследования биологического возраста человека показан элемент цифровой трансформации диагностического процесса в геронтологических исследованиях.

Ключевые слова: цифровизация; информатизация; моделирование биовозраста; геронтология

Для цитирования: Мещанинов В. Н., Лисовенко А. С., Лимановская О. В., Гаврилов И. В., Гришкин И. В., Черепанова Н. М., Щербаков Д. Л., Манакова Н. С., Решетников Е. Д. Процессы цифровизации и информатизации в продолжительности и качестве жизни человека // Новые информационные технологии в образовании и науке. 2024. № 2 (14). С. 39–49 [https://doi.org/ 10.17853/2587-6910-2024-14-39-49](https://doi.org/10.17853/2587-6910-2024-14-39-49)

DIGITALIZATION AND INFORMATIZATION PROCESSES IN HUMAN LIFE EXPECTANCY AND QUALITY OF LIFE

Viktor Meshchaninov

Doctor of Medical Science, Professor Institute of Medical Cellular Technologies Ural state medical University Yekaterinburg, Russian Federation

Anton Lisovenko

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Institute of Medical Cellular Technologies Yekaterinburg, Russian Federation

Oksana Limanovskaya

Ph.D. in Chemistry, Senior Researcher Institute of Medical Cellular Technologies Yekaterinburg, Russian Federation

Iliia Gavrillov

PhD in Biology, Associate Professor Ural state medical University Institute of Medical Cellular Technologies Yekaterinburg, Russian Federation

Iliia Grishkin

AO Russian Railways

Natalia Cherepanova

Institute of Medical Cellular Technologies Yekaterinburg, Russian Federation

Denis Shcherbakov

PhD in Biology Institute of Medical Cellular Technologies
Yekaterinburg, Russian Federation

Nadezhda Manakova

Doctor of clinical laboratory diagnostics of the laboratory of anti-aging technologies
Institute of Medical Cellular Technologies Yekaterinburg, Russian Federation

Evgeniy Reshetnikov

Laboratory Technician, Anti-Aging Technology Laboratory Institute of Medical Cellular
Technologies Yekaterinburg, Russian Federation

Abstract. The article describes some of the main trends in the penetration of digitalization and informatization processes in theoretical and practical directions of gerontology and geriatrics. The main attention in the article is paid to examples of the use of artificial intelligence in gerontology and geriatrics. The example of using neural networks to optimize the study of human biological age shows the element of digital transformation of the diagnostic process in gerontological research.

Keywords: digitalization; informatization; bio-ageing modeling; gerontology

For citation: Meshchaninov V, Lisovenko A, Limanovskaya O, Gavrilov I, Grishkin I, Cherepanova N, Shcherbakov D, Manakova N, Reshetnikov E. Digitalization and informatization processes in human life expectancy and quality of life. *New information technologies in tduction and science*. 2024;2(14): 39-49. (In Russ.). doi:10.17853/2587-6910-2024-14-39-49

简评：文章描述了老年医学和老年病学理论和实践领域实施数字化和信息化过程的一些主要趋势。文章注重人工智能在老年医学和老年病学中的应用示例。使用神经网络优化人类生物年龄研究的例子展示了老年医学研究中诊断过程的数字化转型成分。

主题词：数字化；信息化；生物年龄建模；老年医学。

Введение

Актуальность проблемы. Единая цель геронтологии и гериатрии — достижение качественно полноценной и максимально длительной при этом продолжительности здоровой жизни человека получила новые перспективы в свете общемировых тенденций внедрения в науку, практику деятельности человечества цифровых технологий [1; 2; 3]. Внедрение отдельных элементов информационных технологий в уже существующий административно-технологический и научный процесс в геронтологии и гериатрии при этом отмечалось довольно давно.

Цифровизация, представляющая собой по определению замену существующих административно-производственных процессов на новые, глобально использующие «цифровые»/«информационные» технологии, в мире наблюдается прежде всего в некоторых особо практически значимых направлениях гериатрии.

Так, в практической гериатрии модифицируется телекоммуникационный сестринский уход за ограниченно дееспособным пациентом, находящимся как в социальном или медицинском круглосуточном стационаре, так и на дому. При подключении функций искусственного интеллекта [4] (ИИ) при этом происходит автоматическое распознавание образов несанкционированных событий в жизнедеятельности пациента, в простейшем случае частой в гериатрии проблеме падений пожилого человека, с сохранением уже существующих сигналов тревожных ситуаций (пожар, задымление, контроль температуры воздуха, затопление, короткое замыкание и т. д.). В большинстве исследований и практик использовались алгоритмы машинного обучения, экспертные или гибридные системы применялись значительно реже. Основная цель применения искусственного интеллекта – обработка изображений и сигналов, отслеживание, мониторинг или классификация активности и состояния здоровья с последующей координацией и коммуникацией, прежде всего обнаружение экстренных ситуаций таких как падения. При этом в новом прочтении встают новые ранее не существовавшие этические проблемы неприкосновенности личной жизни человека [5].

Обзор литературы

Внедрение ИИ в сферу дополнительной заместительной психотерапии в плане социализации и коммуникации одиноко проживающему человеку пожилого или старческого возраста позволяет в какой-то степени компенсировать негативные стороны его психо-эмоционального состояния, связанные с дефицитом человеческого общения [6]. Так, в стартапе Replica, созданном как приложение к гаджетам Android, Apple и др., реализована идея ИИ-собеседника для безопасного выражения чувств и эмоций в персональной беседе с аватаром. Пациент может смело делиться мыслями, переживаниями, воспоминаниями, мечтами, идеями, не боясь осуждения, насмешки или других негативных реакций. В каком-то смысле человек общается с самим собой, со своим цифровым близнецом – единомышленником. Это становится возможным благодаря нейросети, анализирующей большие объёмы текстовых сообщений «оригинала» — пользователя [7]. В какой-то степени эту же задачу решает и менее нацеленная на гериатрию, но общеизвестная в России «Алиса» — виртуальный голосовой помощник (Яндекс), распознающий речь человека, поддерживающий диалог, дающий ответы на вопросы пользователя и благодаря запрограммированным навыкам, решающий различные задачи, наделенный своеобразными качествами человеческого интеллекта (корректная ирония, юмор, сдержанное несогласие, сомнение). Работает на смартфонах, планшетах, компьютерах.

Французский стартап Colette представляет собой платформу, которая помогает пожилым людям сдавать свободные комнаты студентам с взаимной выгодой для всех сторон. Пожилые люди получают дополнительный доход, поддержку и

общение, а молодые люди — доступное жилье. Условия проживания и стоимость определяет пожилое поколение. Colette лично общается с обеими сторонами для обеспечения высокого уровня удовлетворенности сожителей [8].

JoinPara (Флорида, США) мобильное приложение предназначено для соединения молодых людей с теми, кто старше 60 лет и нуждается в помощи и общении. Люди старшего возраста могут оставлять запросы на помощь через приложение, сайт или телефон. Спектр предлагаемых услуг включает совместный просмотр фильмов, прогулки на свежем воздухе, выполнение бытовых дел и поручений, сопровождение в медицинские учреждения и многое другое. Для старшего поколения использование сервиса стоит \$20 в час, молодым людям, предоставляющим помощь, выплачивается \$12 из этой суммы, остальное получает приложение [9].

Японский производитель M J I разработал робота Taria для использования в семьях с пожилыми родственниками. Робот помогает напоминаниями о погодных условиях, важных событиях и ежедневных делах, таких как водные процедуры, прием лекарств и время сна. Taria также включает функции мониторинга безопасности и здоровья, позволяя родственникам быть в курсе состояния пожилых членов семьи. Если человек не отвечает на звонки, робот может отправить фотографию его текущего местоположения. Taria может подключаться к медицинским смарт-устройствам для проверки показателей здоровья. Робот способен управлять умной бытовой техникой и электроприборами на расстоянии и общаться с пожилыми людьми [10].

В рамках норвежского стартапа No Isolation разработан компьютер под названием КОМР, который отличается максимально простым управлением и пользовательским интерфейсом. Компьютер предназначен для пожилых людей, которые могут быть не знакомы с современными технологиями. КОМР предлагает функции видеозвонков, обмена фотографиями и отправки сообщений. В нем отсутствует сенсорный экран, функции авторизации с использованием запоминания паролей и другие сложные функции. Вместо этого управление осуществляется с помощью одной кнопки, компьютер легко настраивается через специальное приложение [11].

Система забота и тревожная кнопка для пожилых людей функционируют в г. Санкт-Петербурге. Если у пожилого человека возникают проблемы медицинского, социального или бытового характера, или он сталкивается с какой-либо сложной жизненной ситуацией, он нажимает кнопку на своем устройстве, что позволяет ему связаться с врачом-оператором. Врачи-операторы в колл-центре имеют высокую квалификацию и опыт работы. Врач-оператор может увидеть на мониторе информацию о пожилом человеке. Операторы либо сами решают проблему, либо передают информацию соответствующим службам — аварийным, социальным, медицинским или ЖКХ. Вопрос остается на контроле у операторов до тех пор, пока проблема не будет решена [12].

В России, помимо МЗ РФ, в медико-социальной адаптации лиц пожилого и старческого возраста, включая инвалидов, участвуют и другие министерства и ведомства. Например, АО РЖД проводит заранее объявляемые на официальном сайте

РЖД акции «Пассажирам 60+» (<https://www.rzd.ru/ru/9331>), в разделе «Центр действия мобильности» запущен Виртуальный многофункциональный помощник, включающий видеоконсультации маломобильным пассажирам, в том числе — с ослабленным слухом. Требованием в РФ для официальных веб-сайтов учреждений является версия сайта «для слабовидящих» (ГОСТ Р 52872-2019), что актуально для значительного контингента пациентов старшего возраста и с ускоренным старением при патологиях.

С другой стороны, массированное внедрение цифровой электроники в жизнь и быт, профессии людей разного возраста выдвигает на первое место проблему возрастного ослабления кратковременной оперативной памяти и снижения обучаемости людей пожилого и старческого возраста цифровизации, перерастающую часто с их стороны в глобальное неприятие нового, а со стороны людей более молодого возраста — в негативное к ним отношение, так называемый эйджизм — дискриминация по возрастному признаку [13].

Одной из основополагающих и до конца не разрешенных современных проблем в геронтологии и гериатрии является измерения степени возрастного «износа» организма — его биологического возраста (БВ), который в отличие от паспортного возраста отражает степень объективного повреждения клеток, органов и тканей, функций организма и является прогностическим мерилем размера предстоящей продолжительности жизни [14; 15]. Этот показатель, измеренный точно и объективно, позволяет оценить тип старения, который имеется у пациента, обратившегося к врачу. От него зависит дальнейшая тактика лечения.

В настоящее время математическое моделирование, искусственный интеллект (ИИ) и нейронные сети находят широкое применение в медицине [14; 15], в том числе и для оценки БВ [16], но ее применение для диагностики интегрального состояния здоровья не всегда давало сопоставимые с клиническим улучшением результаты, часто при однотипном лечении отличающиеся у женщин и мужчин [14].

Ранее нами была разработана модель [15] оценки БВ пациента на основе его функциональных данных. Эта модель давала прогноз БВ на основе следующих функциональных физиологических параметров организма:

- 1) артериальное давление систолическое в мм рт. ст., среднее значение 128 мм рт. ст.;
- 2) артериальное давление диастолическое в мм рт. ст., среднее значение 79 мм рт. ст.;
- 3) разность между систолическим и диастолическим давлением в мм рт. ст., среднее значение 49 мм рт. ст.;
- 4) время задержки дыхания на вдохе в секундах, среднее значение 45 с;
- 5) время задержки дыхания на выдохе в секундах, среднее значение 27 с;
- 6) жизненная емкость легких в мл, среднее значение 3481 мл;
- 7) масса — масса тела в кг, среднее значение 78 кг;
- 8) аккомодация хрусталика глаза в диоптриях, среднее значение 4,8 диоптрий;
- 9) острота слуха в децибелах, среднее значение 31 децибел;

10) статическая балансировка в секундах, среднее значение 17 с.

Модель построена на алгоритме Случайный лес и показывает точность в 6 лет.

Материалы и методы

С целью апробации работы модели в тестовом режиме на малых выборках с целью уточнения ее гендерной ориентированности была предпринята попытка ее построения с использованием нейронных сетей.

Поскольку данных для обучения модели на основе нейронных сетей было недостаточно, то в работе [17] проведено искусственное увеличение объема выборки с помощью генеративно-состязательных нейронных сетей. Для построения нейронных сетей нами использовался язык программирования Python 3.9 и библиотека tensorflow. Для проверки статистической схожести искусственно полученных данных с реальными данными был проведен АВ анализ искусственно полученных выборок и выборок реальных данных. Проведенный АВ анализ показал, что искусственно созданные выборки не имеют статистически значимых отличий от реальных данных. Построенная модель показала более высокую точность на обучающей выборке, чем модель на Случайном лесе, а именно 1 год, но при ее использовании на реальных данных дала гораздо большую ошибку, чем модель на Случайном лесе. Поэтому от этой модели было решено отказаться.

Нами в работе [16] была отмечена тенденция к разделению данных на 4 кластера — 2 мужских и 2 женских, что показывает необходимость построения гендерно-зависимых моделей оценки БВ. Поэтому нами в работе [18] были построены 4 модели оценки БВ — 2 для мужчин и 2 для женщин.

Построенные нами гендер- и возраст-зависимые модели были использованы для оценки эффективности результатов геропрофилактического воздействия БАД L-аргинином, без применения данных моделей которого уже нами отмечалась некоторая геропрофилактическая активность и только для женщин, проведенного курсом длительностью 1,5 месяца по 500 мг 2 раза в сутки путем энтерального приема в группе 32 пациентов с полиморбидной патологией, не имевших травм, операций в предшествующий исследованию 1 год, обострений хронических заболеваний на момент начала, проведения и завершения исследования в возрасте от 29 до 89 лет. Из них — 14 мужчин и 18 женщин. БВ оценивался до и после воздействия. На основе полученной оценки БВ вычислялась разница между календарным БВ. Далее вычислялось изменение разницы между календарным и БВ до и после воздействия (дельта воздействия).

Результаты

Результаты приведены в таблице 1. Если изменение дельты воздействия между календарным возрастом и БВ составило более 4 лет включительно, то такое воздействие считалось существенным. Если изменение показывало уменьшение БВ пациента после воздействия, то мы считали, что данное геропрофилактическое воздействие прошло для него успешно и можно предположить метаболический аргинин-зависимый механизм старения пациента.

Таблица 1.

Результаты расчета дельты воздействия

Table 1.

Results of the impact delta calculation

Величина дельты воздействия, лет	Число пациентов	Женщины	Женщины моложе 40	Женщины 40+	Мужчины	Мужчины моложе 40 лет	Мужчины 40+
От 4 до 7 лет включительно	8	6	0	6	2	0	2
От 3 до 1 года включительно	10	4	0	4	6	0	6
0	6	2	0	2	4	2	2
От -1 до -5 лет включительно	8	6	2	4	2	0	2

Обсуждение результатов

Как видно по данным таблицы 1, результатом нашего исследования стало выявление 8 пациентов (4 мужчин от 44 до 83 лет и 4 женщин от 52 до 70 лет), для которых воздействие аргинином дало положительный эффект. Причем, амплитуда снижения БВ после воздействия существенно увеличивалась по абсолютной величине с ростом календарного возраста пациента не зависимо от его пола.

Для организации использования моделей оценки БВ, построенных как на нейронных сетях, так и методами классического машинного обучения нами был создан прототип веб-приложения для эксплуатации прогностической математической модели БВ пациента на основе функциональных параметров его организма с дальнейшей возможностью его дополнения маркерами старения, учитывающий индивидуальные параметры пациента (пол, возраст, наличие или отсутствие патологии и др.) с целью повышения степени индивидуализации геропротекции. Оценка БВ с целью контроля качества лечения пациента производится до и после геропротективных воздействий. На основе изменений различия БВ и календарного возраста пациента до и после воздействия определяется скорость старения. После этого при необходимости корректируются дозы и режимы лечебных воздействий для продолжения более эффективного лечения, что было положено в основу создания автоматизированного рабочего места врача-гериатра.

Заключение

Использование модели в тестовом скрининговом варианте применения геропротективного препарата L-аргинина для пациентов разного пола и возраста с полиморбидностью показало его неоднозначно эффективное влияние на жизненно важные физиологические показатели всех поло-возрастных представителей испытуемых, значимое снижение БВ только у отдельных представителей и женщин и мужчин, обнаружило в этой части более высокую гендер-зависимую мощность примененного нами диагностического мониторинга и поставило следующую задачу, состоящую в выявлении причин именно такого эффекта.

Цифровое приложение для измерения БВ пациентов обоего пола может быть после проведения всесторонних клинических испытаний рекомендовано для использования в работе гериатрических кабинетов поликлиник и гериатрических стационаров районного, городского, областного, федерального значения, гериатрических центров федерального и мирового уровня, так как позволяет количественно и качественно оценить степень постарения организма человека в динамике и скорректировать схему примененной геропротекции.

Список источников

1. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (дата обращения: 20.02.2024).
2. Приказ МЗ СО от 02.04.2021 г № 666 «О реализации мероприятий регионального проекта Свердловской области «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой гос. системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ)» в 2021 году». URL: <https://minzdrav.midural.ru/uploads/document/5730/666-p.pdf> (дата обращения: 20.02.2024).
3. Приказ Минздрава России от 27.01.2021 № 28 «Об утверждении ведомственной программы цифровой трансформации Министерства здравоохранения Российской Федерации на 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 годов». URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-minzdrava-rossii-ot-27012021-n-28-ob-utverzhenii> (дата обращения: 20.02.2024).
4. Алексеева М. Г., Зубов А. И., Новиков М. Ю. Искусственный интеллект в медицине // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 7 (121), ч. 2. С. 10–13. (121). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.121.7.038>.
5. Application Scenarios for Artificial Intelligence in Nursing Care: Rapid Review / K. Seibert, D. Domhoff, D. Bruch, M. Schulte-Althoff, D. Fürstenau, F. Biessmann, K. Wolf-Ostermann // Journal of Medical Internet Research. 2021. Vol. 23 (11). P. e26522. <https://doi.org/10.2196/26522>.
6. Barbosa Neves B., Baecker R. Mixing Methods and Sciences: A Longitudinal Cross-Disciplinary Mixed Methods Study on Technology to Address Social Isolation and Loneliness in Later Life // Journal of Mixed Methods Research. 2022. Vol. 16, iss. 1. P. 88–113. <https://doi.org/10.1177/1558689820977646>.
7. Replika. URL: <https://replika.ai/> (дата обращения: 20.02.2024).
8. Colette Club. URL: <https://www.colette.club/> (дата обращения: 20.02.2024).
9. Papa.com. URL: <https://www.papa.com/> (дата обращения: 20.02.2024).
10. Clck.ru. URL: <https://clck.ru/39CY9P/> (дата обращения: 20.02.2024).
11. Clck.ru. URL: <https://clck.ru/39CYFB/> (дата обращения: 20.02.2024).
12. Система Забота. URL: <https://zabota365.ru/> (дата обращения: 20.02.2024).
13. Digital Ageism: Challenges and Opportunities in Artificial Intelligence for Older Adults / C. H. Chu, R. Nyrupe, K. Leslie et al. // The Gerontologist. 2022. Vol. 62, no. 7. P. 947–955. <https://doi.org/10.1093/geront/gnab167>.

14. Гендерные демографические и статистические закономерности процесса старения человека / В. Н. Мещанинов, И. В. Гаврилов, В. С. Мякотных, Д. Л. Щербаков // Новые информационные технологии в образовании и науке. 2022. № 2 (6). С. 65–71. <https://doi.org/10.17853/2587-6910-2022-06-65-71>.

15. Моделирование биологического возраста пациентов на основе их функциональных показателей / О. В. Лимановская, И. В. Гаврилов, В. Н. Мещанинов, Д. Л. Щербаков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2021. Т. 9, № 2 (33). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2021.33.2.028>.

16. Лимановская О. В., Мещанинов В. Н., Гаврилов И. В. Кластеризация пациентов на основе их функциональных, клинических и антропометрических показателей для построения моделей оценки биовозраста // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2023. Т. 11, № 2 (41). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2023.41.2.011>.

17. Лимановская О. В., Гаврилов И. В., Мещанинов В. Н. Применение нейронных сетей для генерации данных и построения гендерно-зависимых моделей биовозраста на основе функциональных данных пациента // Современные исследования высшей школы - 2024: сборник статей Международной научно-практической конференции, 27 февраля 2024 г. Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2024. С. 40–45. <https://doi.org/10.46916/20032024-978-5-00215-292-6>.

18. Построение гендерно- и возрастзависимых моделей оценки биовозраста на основе функциональных данных организма пациента / О. В. Лимановская, И. В. Гаврилов, В. Н. Мещанинов, А. С. Лисовенко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2024. Т. 12, № 2 (45). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2024.45.2.012>.

References

1. Program "Digital Economy of the Russian Federation". (In Russ.). Accessed February 20, 2024. <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>

2. Order of the Ministry of Health of the Sverdlovsk Region dated 02.04.2021 No. 666. On the implementation of measures of the regional project of the Sverdlovsk Region "Creation of a unified digital contour in healthcare based on the Unified State Healthcare Information System (EGISZ)" in 2021. (In Russ.). Accessed February 20, 2024. <https://minzdrav.midural.ru/uploads/document/5730/666-p.pdf>

3. Order of the Ministry of Health of Russia dated 27.01.2021 No. 28. On the approval of the departmental digital transformation program of the Ministry of Health of the Russian Federation for 2021 and the planning period of 2022 and 2023. (In Russ.). Accessed February 20, 2024. <https://legalacts.ru/doc/prikaz-minzdrava-rossii-ot-27012021-n-28-ob-utverzhenii>

4. Alekseeva MG, Zubov AI, Novikov MYu. Artificial Intelligence in Medicine. *International Scientific Research Journal*. 2022;7(2):10-13. (In Russ.). doi:10.23670/IRJ.2022.121.7.038

5. Seibert K, Domhoff D, Bruch D. Application Scenarios for Artificial Intelligence in Nursing Care: Rapid Review. *J Med Internet Res.* 2021;23(11). doi:10.2196/26522
6. Barbosa Neves B, Baecker R. Mixing Methods and Sciences: A Longitudinal Cross-Disciplinary Mixed Methods Study on Technology to Address Social Isolation and Loneliness in Later Life. *Journal of Mixed Methods Research.* 2022;16(1):88-113.
7. Replika. Accessed February 20, 2024. <https://replika.ai/>
8. Colette Club. Accessed February 20, 2024. <https://www.colette.club/>
9. Papa.com. Accessed February 20, 2024. <https://www.papa.com/>
10. Clck.ru. (In Russ.). Accessed February 20, 2024. <https://clck.ru/39CY9P/>
11. Clck.ru. (In Russ.). Accessed February 20, 2024. <https://clck.ru/39CYFB/>
12. Care system. (In Russ.). Accessed February 20, 2024. <https://zabota365.ru/>
13. Chu CH, Nyrup R, Leslie K, et al. Digital Ageism: Challenges and Opportunities in Artificial Intelligence for Older Adults. *Gerontologist.* 2022;62(7):947-955. doi:10.1093/geront/gnab167
14. Meshchaninov VN, Gavrilo IV, Myakotnykh VS, Shcherbakov DL. Gender Demographic and Statistical Patterns of Human Aging Process. *New Information Technologies in Education and Science.* 2022;2(6):65-71. (In Russ.). doi:10.17853/2587-6910-2022-06-65-71
15. Limanovskaya OV, Gavrilo IV, Meshchaninov VN, Shcherbakov DL. Modeling the Biological Age of Patients Based on Their Functional Indicators. *Modeling, Optimization and Information Technologies.* 2021;9(2). doi:10.26102/2310-6018/2021.33.2.028
16. Limanovskaya OV, Gavrilo IV, Meshchaninov VN. Clustering of Patients Based on Their Functional, Clinical, and Anthropometric Indicators for Building Biological Age Assessment Models. *Modeling, Optimization and Information Technologies.* 2023;11(2). (In Russ.). doi:10.26102/2310-6018/2023.41.2.011
17. Limanovskaya OV, Gavrilo IV, Meshchaninov VN. Application of Neural Networks for Data Generation and Building Gender-Dependent Biological Age Models Based on Patient Functional Data. In: *Modern Research of Higher School. 2024: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference, February 27, 2024.* Petrozavodsk: ICSP "NEW SCIENCE"; 2024:40–45. (In Russ.). doi:10.46916/20032024-978-5-00215-292-6
18. Limanovskaya OV, Gavrilo IV, Meshchaninov VN, Lisovenko AS. Building Gender- and Age-Dependent Biological Age Assessment Models Based on Patient Organism Functional Data. *Modeling, Optimization and Information Technologies.* 2024;12(1). (In Russ.). doi:10.26102/2310-6018/2024.45.2.012