

ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ В НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ

Научная статья

УДК [51-7:613.98:614.2]:004.4

DOI: 10.17853/2587-6910-2024-11-9-16

ЛИЧНЫЙ КАБИНЕТ ВРАЧА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕМПА СТАРЕНИЯ ПАЦИЕНТА В ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ ГЕРОНТОЛОГИИ

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, limanovskaya@mail.ru,

Институт медицинских клеточных технологий, Россия, Екатеринбург

Виктор Николаевич Мещанинов

доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой биохимии
mv-02@yandex.ru

Уральский государственный медицинский университет, Институт медицинских
клеточных технологий Россия, Екатеринбург

Илья Валерьевич Гаврилов

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

Аннотация: В статье представлены результаты разработки программного обеспечения «Личный кабинет врача-гериатра», которое направлено на выявление темпа старения пациента при оказываемых на него геропротективных воздействий и для составления ряда рекомендаций для поддержки принятия решения насчет этих воздействий.

Ключевые слова: прогнозирование состояния здоровья, цифровой двойник пациента, темп старения, биовозраст, агентное моделирование

Для цитирования: Лисовенко А. С., Лимановская О. В., Мещанинов В. Н., Гаврилов И. В. Личный кабинет врача для прогнозирования темпа старения пациента в персонализированной геронтологии // Новые информационные технологии в образовании и науке. 2024. № 11 С. 9–16 <https://doi.org/10.17853/2587-6910-2024-11-9-16>

A DOCTOR'S PERSONAL ACCOUNT FOR PREDICTING THE PATIENT'S AGING RATE IN PERSONALIZED GERONTOLOGY

Anton Lisovenko

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

Oksana Limanovskaya

Institute of Medical Cellular Technologies Yekaterinburg, Russian Federation

Viktor Meshchaninov

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

Iliya Gavrilov

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

Abstract: The article presents the results of the development of the software «Personal office of a gerontologist», which is aimed at predicting the rate of aging of a patient with geroprophylactic effects on him and to make a number of recommendations to support decision-making about these effects.

Keywords: prediction of the state of health, the digital double of the patient, the rate of aging, bio-age, agent modeling

For citation: Lisovenko A, Limanovskaya O, Meshchaninov V, Gavrilov I. A doctor's personal account for predicting the patient's aging rate in personalized gerontology. *New information technologies in education and science*. 2024;11: 9-16. (In Russ.). doi:10.17853/2587-6910-2024-11-9-16

Одной из главных задач реализации концепции развития индивидуального подхода к пациенту, утверждённой приказом Министерства здравоохранения РФ от 24.04.2018 г. «Об утверждении Концепции предиктивной, превентивной и персонализированной медицины» [1], является создание предиктивной цифровой модели состояния здоровья человека. Перспективным методом решения этой задачи является применение метода агентного моделирования, хорошо зарекомендовавшего себя в области моделирования сложных систем [2–5].

Построение цифровой модели состояния здоровья человека целесообразно начать с построения цифровой модели физиологического процесса износа систем организма, так как старение способствует формированию и развитию возраст-ассоциированных заболеваний [6], которые, в свою очередь, имеют тесную связь в возникновении прочих заболеваний. Приняв стартовой точкой построения цифровой

модели состояния здоровья человека построение цифровой модели процесса старения, центральной задачей данной работы определяется необходимостью создания инструментов для индивидуализации геропрофилактической терапии и лечения связанных с процессом старения заболеваний. Процесс старения в рамках данной работы рассматривается через моделирование темпа старения пациента на основе биовозраста пациента, так как отличие календарного и биологического возраста может служить основой для оценки текущего состояния здоровья пациента [7–9].

Целью данной работы является разработка программного обеспечения «Личный кабинет врача-гериатра», которое направлено на выявление темпа старения пациента через прогнозирование биовозраста пациента при оказываемых геропрофилактических воздействиях и которое является частью разрабатываемого программного комплекса «Система прогнозирования состояния здоровья пациента», способного стать инструментом для решения задачи построения цифровой модели состояния здоровья человека.

«Система прогнозирования состояния здоровья пациента» является разрабатываемым программным решением, направленном на построение цифровой модели состояния здоровья пациента, которая реализует модульный подход [10] к прогнозированию состояния здоровья человека и которая способна учитывать индивидуальные показатели пациента в процессе прогнозирования. Система основывается на применении принципов агентного моделирования, которые хорошо зарекомендовали себя в построении цифровых моделей развития заболеваний, физиологических процессов, происходящих в организме, и к проверке гипотез влияния окружающей среды и образа жизни на поведение человека в отношении здоровья [2–5; 11–13].

На основе вносимых в программное обеспечение «Личный кабинет врача-гериатра» результатов геропрофилактических воздействий на пациента в виде данных об изменении показателей пациента до и после воздействий личный кабинет предоставляет возможность смоделировать, какое из следующих геропрофилактических воздействий потенциально окажется наилучшим для снижения биовозраста пациента.

Личный кабинет врача-гериатра содержит в себе следующий функционал:

- 1) ввод и отображение информации о пациенте;
- 2) ввод и отображение информации о воздействиях на пациента и о его показателях;
- 3) выявление исходного темпа старения;
- 4) выявление текущего темпа старения;
- 5) отображение архива темпа старения пациента.

Далее подробно представлено описание представленных возможностей «Личного кабинета врача-гериатра».

Ввод данных о пациенте производится с помощью отдельного окна, где заносится информация об идентификаторе пациента, его дате рождения и поле (Рисунок 1).

Личный кабинет врача для прогнозирования темпа старения пациента в персонализированной геронтологии

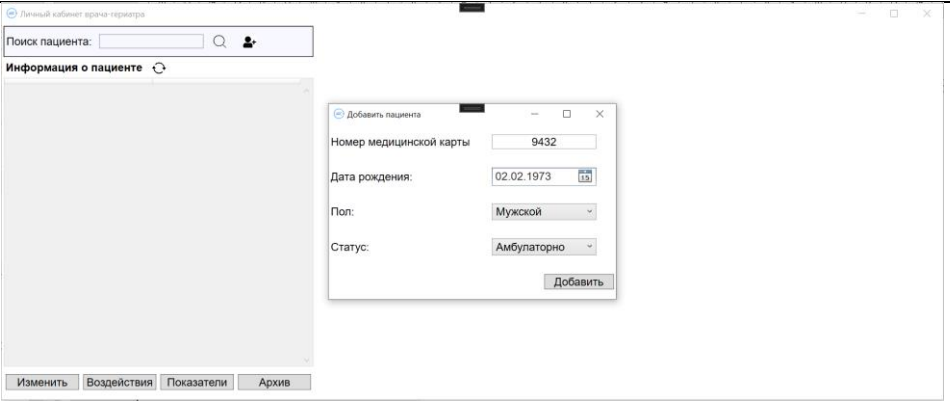


Рис. 1. Окно добавления информации о пациенте

Далее пользователю личного кабинета становится доступным ввод функциональных показателей пациента (рисунок 2), а именно: систолическое (АДС) и диастолическое (АДД) артериальное давление в мм рт.ст., время задержки дыхания на вдохе и выдохе в секундах, жизненная емкость легких в мл, масса тела в кг, аккомодация хрусталика глаза в диоптриях, статическая балансировка в секундах и острота слуха. Данный перечень функциональных параметров используется для расчета биовозраста пациента с помощью заранее обученной модели машинного обучения [14].

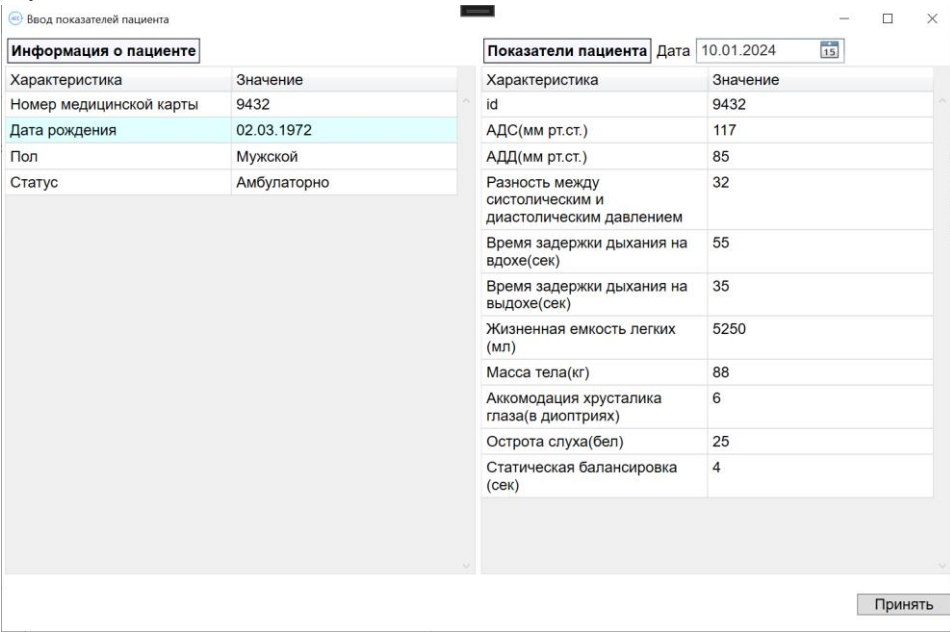


Рис. 2. Окно ввода функциональных показателей пациента

Перечень всех внесенных в «Личный кабинет врача-гериатра» показателей пациента отображается в отдельном окне с разбиением списка по дате занесения показателей (Рисунок 3).

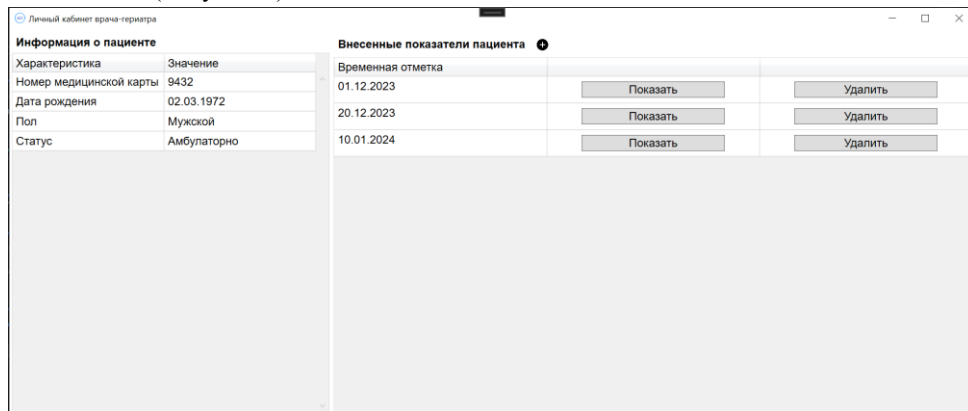


Рис. 3. Окно внесенных показателей пациента

Также пользователю «Личного кабинета врача-гериатра» доступен ввод оказываемых на пациента геропрофилактических воздействий, которые описываются временной отметкой начала, окончания и наименованием (Рисунок 4).

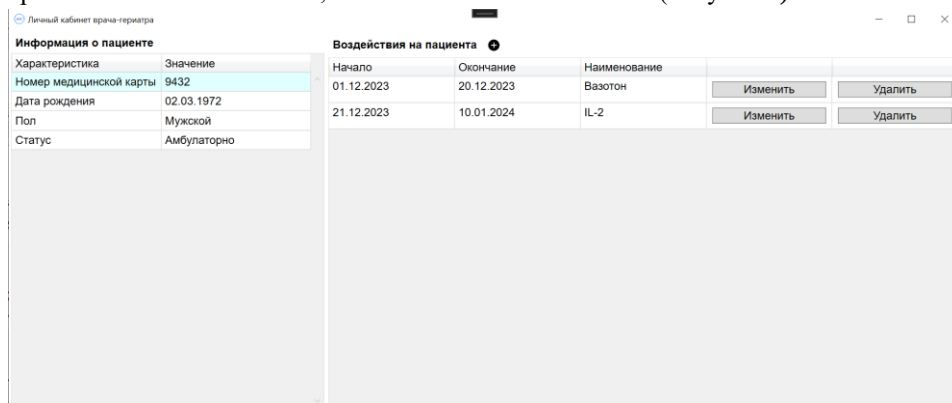


Рис. 4. Окно ввода информации о оказываемых на пациента геропрофилактических воздействий

После ввода данных о показателях пациента в главном окне «Личного кабинета врача-гериатра» пользователю предоставляется возможность ознакомиться с информацией об выявленном исходном и текущем темпе старения пациента (Рисунок 5). Информация о темпе старения пациента описывается следующим набором данных:

- наименование и описание состояния, соответствующее выявленному темпу старения;
- календарный возраст, соответствующий временной отметке занесения показателей пациента;

Личный кабинет врача для прогнозирования темпа старения пациента в персонализированной геронтологии

- рассчитанный биологический возраст;
- разницу между календарным и рассчитанным биологическим возрастом;
- показатели пациента, на основе которых производился расчет темпа старения.

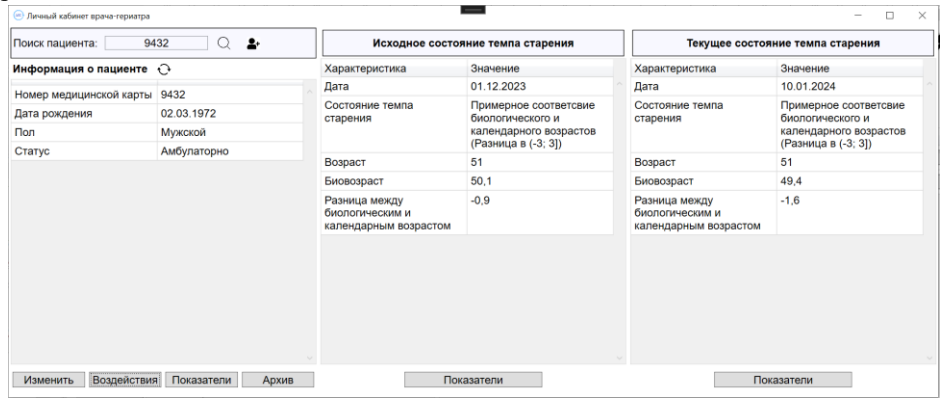


Рис. 5. Отображение исходного и текущего темпа старения пациента в «Личном кабинете врача-гериатра»

Пользователю приложения «Личный кабинет врача-гериатра» доступна возможность отображения архива темпа старения для конкретного пациента. Архив темпа старения представляет собой набор выявленных темпов старения пациента на основе всех когда-либо внесенных функциональных показателей организма пациента (Рисунок 6). Также пользователю доступна возможность экспорта полученного архива темпа старения пациента в файл формата .pdf.

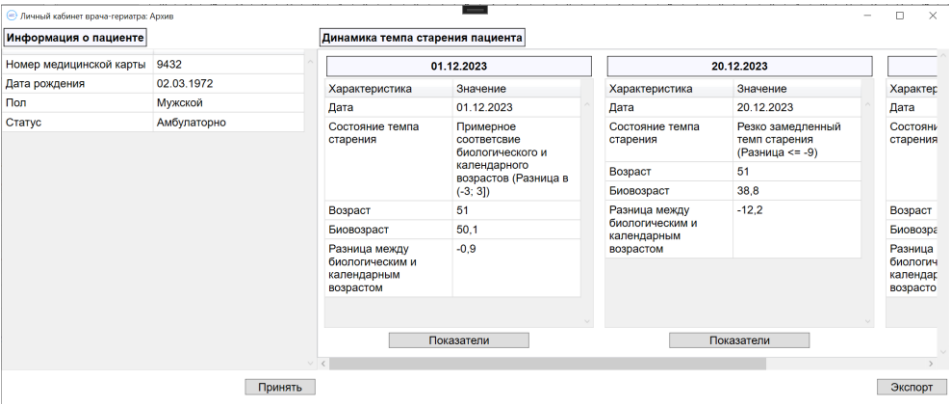


Рис. 6. Окно архива темпа старения пациента

Заключение

Приложение «Личный кабинет врача-гериатра» позволяет количественно оценить степень постарения организма человека и эффективность оказанных на пациента геропрофилактических воздействий. Также приложение позволяет после

кратковременных геропрофилактических воздействий решить, правильно ли подобрано лечение на основе количественной оценки степени постарения организма человека. Исходя из этого, «Личный кабинет врача-гериатра» может быть применен в работе гериатрических кабинетов поликлиник и гериатрических стационаров районного, городского, областного, федерального значения.

Список источников

1. Об утверждении Концепции предиктивной, превентивной и персонализированной медицины: Приказ Минздрава РФ от 24 апреля 2018 г. № 186 // ГАРАНТ. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71847662/> (дата обращения: 15.02.2024).
2. Thoroughly Calibrated Modular Agent-Based Model of the Human Cardiovascular and Renal Systems for Blood Pressure Regulation in Health and Disease / E. Kutumova, I. Kiselev, R. Sharipov, G. Lifshits, F. Kolpakov // *Frontiers in Physiology*. 2021. Vol. 12. P. 746300. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.746300>.
3. Hum R. S., Kleinberg S. Replicability, Reproducibility, and Agent-based Simulation of Interventions // *AMIA Annual Symposium proceedings*, 16 April 2017. American Medical Informatics Association, 2018 P. 959–968.
4. Broomhead T., Ballas D., Baker S. R. Neighbourhoods and oral health: Agent-based modelling of tooth decay // *Health & Place*. 2021. Vol. 71. P. 102657. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2021.102657>.
5. An agent-based modeling framework for evaluating hypotheses on risks for developing autism: Effects of the gut microbial environment / B. Weston, B. Fogal, D. Cook, P. Dhurjati // *Medical Hypotheses*. 2015. Vol. 84, iss. 4. P. 395401. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2015.01.027>.
6. Патологическое старение: основные «мишени», возраст – ассоциированные заболевания, гендерные особенности, геропрофилактика / В. С. Мякотных, Е. С. Остапчук, В. Н. Мещанинов, А. П. Сиденкова, Т. А. Боровкова, М. Н. Торгашов, Д. Л. Щербakov. М.: Новый формат, 2021. 128 с.
7. Biological age in healthy elderly predicts aging-related diseases including dementia / J. W. Wu, A. Yaqub, Y. Ma et al. // *Scientific Reports*. 2021. Vol. 11. P. 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-95425-5>.
8. Deep biomarkers of human aging: Application of deep neural networks to biomarker development / E. Putin, P. Mamoshina, A. Aliper et al. // *Aging*. 2016. Vol. 8, iss. 5. P. 1021–1030. <https://doi.org/10.18632/aging.100968>.
9. Самородская И. В., Старинская М. А. Биологический возраст и скорость старения как фактор развития неинфекционных заболеваний и смертности // *Профилактическая медицина*. 2016. Т. 19, № 5. С. 41–46. <https://doi.org/10.17116/prof-med201619541-46>.
10. A reappraisal of how to build modular, reusable models of biological systems / M. L. Neal, M. T. Cooling, L. P. Smith et al. // *PLoS Computational Biology*. 2014. Vol. 10, iss. 10. P. e1003849. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003849>.

11. Using systems science for population health management in primary care / Y. Li, N. Kong, M. A. Lawley, J. A. Pagán // *Journal of Primary Care & Community Health*. 2014 Vol. 5, iss. 4. P. 242–246. <https://doi.org/10.1177/2150131914536400>.

12. Marshall B. D., Galea S. Formalizing the role of agent-based modeling in causal inference and epidemiology // *American Journal of Epidemiology*. 2015. Vol. 181, iss. 2. P. 92–99. <https://doi.org/10.1093/aje/kwu274>.

13. Veloso M. An agent-based simulation model for informed shared decision making in multiple sclerosis // *Multiple Sclerosis and Related Disorders*. 2013. Vol. 2, iss. 4. P. 377–884. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2013.04.001>.

14. Концепция агентной модели прогнозирования общего состояния здоровья пациента в процессе старения / А. С. Лисовенко, О. В. Лимановская, И. В. Гаврилов, В. Н. Мещанинов, В. С. Мякотных // *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2022. № 4 (39), ч. 10. <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2022.39.4.007/>.