



<https://doi.org/10.29001/2073-8552-2020-35-4-39-48>
УДК 616.1:004.942

Использование математических моделей в кардиологии: от формул к реальной клинической практике

**В.А. Кузнецов, Л.И. Гапон, Л.М. Малишевский, Д.С. Лобунцов,
Е.А. Дзябенко, А.М. Солдатова, Г.С. Пушкарев, В.В. Тодосийчук,
Е.И. Ярославская**

Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук,
625026, Российская Федерация, Тюмень, ул. Мельникайте, 111

Аннотация

Цель: разработать и внедрить 6 калькуляторов для оценки риска различных сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) в виде мобильного приложения для iOS, Android и внешней обработки для программного продукта «1С: Медицина».

Материал и методы. В Тюменском кардиологическом научном центре Томского НИМЦ (ТКНЦ) были созданы мобильное приложение для iOS/Android и внешняя обработка для программного продукта «1С: Медицина», содержащие 6 математических моделей, разработанных и запатентованных ранее в нашем центре.

Результаты и обсуждение. Мобильное приложение увеличивает удобство работы с математическими формулами и сокращает время получения их результата. Использование 1С в качестве среды разработки дает возможность осуществлять автоматическое заполнение полей калькулятора медицинскими данными пациента, что существенно упрощает и ускоряет работу с математическими моделями.

Заключение. Разработанные мобильное приложение и внешняя обработка для 1С позволили внедрить научные разработки ТКНЦ, выраженные в виде математических формул, в реальную клиническую практику за счет увеличения скорости получения результата и частичной автоматизации процесса заполнения полей.

Ключевые слова:	трансляционная медицина, кардиология, математические модели, мобильное приложение.
Конфликт интересов:	авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Прозрачность финансовой деятельности:	никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.
Для цитирования:	Кузнецов В.А., Гапон Л.И., Малишевский Л.М., Лобунцов Д.С., Дзябенко Е.А., Солдатова А.М., Пушкарев Г.С., Тодосийчук В.В., Ярославская Е.И. Использование математических моделей в кардиологии: от формул к реальной клинической практике. <i>Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины</i> . 2020;35(4):39–48. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2020-35-4-39-48 .

Mathematical models in cardiology: From formulas to real clinical practice

Vadim A. Kuznetsov, Lyudmila I. Gapon, Lev M. Malishevskii,
Daniel S. Lobuntsov, Egor A. Dziabenko, Anna M. Soldatova,
Georgiy S. Pushkarev, Viktor V. Todosiyuchuk, Elena I. Yaroslavskaya

Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences,
111, Melnikaite str., Tyumen, 625026, Russian Federation

Abstract

Aim. To develop and implement into clinical practice six calculators of risk for various cardiovascular diseases in the form of mobile application for iOS/Android and module for the 1C: Medicine software.

Material and Methods. At the premises of Tyumen Cardiology Research Center (TCRC) of Tomsk NRMC, we developed the mobile application for iOS/Android and module for the 1C: Medicine software based on six mathematical models that were invented and patented in our center earlier.

Results and Discussion. The use of mobile application improved the convenience of working with the mathematical formulas and reduces the time for obtaining results of calculations. Implementation of 1C as a programming environment allowed to perform automatic filling out the calculator fields with medical data from individual patients, which significantly simplified and accelerated the rate of work with mathematical models.

Conclusion. The developed mobile application and external processing for 1C allowed to implement research products of TCRC in the form of mathematical formulas into real-life clinical practice. These developments contributed to speeding up the process for acquisition of results and partial automatization of filling out the form fields.

Keywords:	translational medicine, cardiology, mathematical models, mobile application.
Conflict of interest:	the authors declare do not declare a conflict of interest.
Financial disclosure:	no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.
For citation:	Kuznetsov V.A., Gapon L.I., Malishevskii L.M., Lobuntsov D.S., Dziabenko E.A., Soldatova A.M., Pushkarev G.S., Todosiyuchuk V.V., Yaroslavskaya E.I. Mathematical models in cardiology: From formulas to real clinical practice. <i>The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine</i> . 2020;35(4):39–48. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2020-35-4-39-48 .

Введение

Одной из важнейших и актуальных задач современной кардиологии является разработка методов, позволяющих прогнозировать течение сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), которые занимают лидирующее место в структуре смертности во всем мире [1–3]. Принципиально новые возможности для решения этой задачи открывают информационные технологии. К особой группе научных разработок в этой сфере относятся предиктивные математические модели [4, 5]. С одной стороны, такие модели направлены на решение реальных проблем, с другой стороны, использование сложных математических формул затруднено в условиях повседневной клинической работы, внедрение инновационных формул и шкал в реальную клиническую практику часто сталкивается с инерционным барьером со стороны практикующих врачей [6]. В связи с этим актуальны решения, реализующие математические формулы в удобные программы для смартфона или персонального компьютера [7, 8]. Важными являются разработки по упрощению и автоматизации процесса сбора информации с возможностью автоматической загрузки необходимых показателей в формулы, что позволит уменьшить барьер для входа в реальную

клиническую практику и облегчит процесс использования математических моделей практикующим врачом.

Цель: разработать и внедрить 6 калькуляторов для оценки риска различных ССЗ в виде мобильного приложения для iOS, Android и внешней обработки для программного продукта «1С: Медицина».

Материал и методы

В Тюменском кардиологическом научном центре Томского НИМЦ были созданы мобильное приложение для iOS, Android и внешняя обработка для программного продукта «1С: Медицина», которые содержат 6 калькуляторов. В каждом калькуляторе используется математическая формула, разработанная и запатентованная нами ранее: «Способ прогнозирования риска развития артериальной гипертонии у мужчин трудоспособного возраста, работающих в условиях вахты на Крайнем Севере» [9], «Способ предсказания суперответа на сердечную ресинхронизирующую терапию у пациентов с хронической сердечной недостаточностью» [10], «Способ определения 10-летнего абсолютного суммарного риска смерти от сердечно-сосудистых заболеваний у мужчин трудоспособного возраста» [11], «Способ прогнозирования риска разви-

тия пароксизмов желудочковой тахикардии у больных в первые сутки инфаркта миокарда» [12], «Способ прогнозирования риска развития желудочковых аритмий высоких градаций у пациентов, направленных на коронарную ангиографию» [13], «Способ диагностики необструктивного коронарного атеросклероза у мужчин с подозрением на ишемическую болезнь сердца» [14].

Результаты и обсуждение

Пользовательский интерфейс мобильного приложения выполнен в виде главного экрана, содержащего список из 6 калькуляторов и отдельные экраны для каждого калькулятора, поля для ввода количественных показате-

лей, выпадающие списки для качественных показателей и окно для вывода результатов (рис. 1). Существенным преимуществом мобильного приложения и внешней обработки для системы 1С является то, что все используемые в разработке калькуляторы были ранее запатентованы и доказали высокую эффективность на всех этапах работы с пациентами, начиная с профилактики и ранней диагностики, заканчивая назначением и контролем проводимой терапии [15–17].

На экране калькулятора пользователь вручную вводит количественные показатели, выбирает один из вариантов для качественных показателей, и программа выводит результат расчета с заключением.

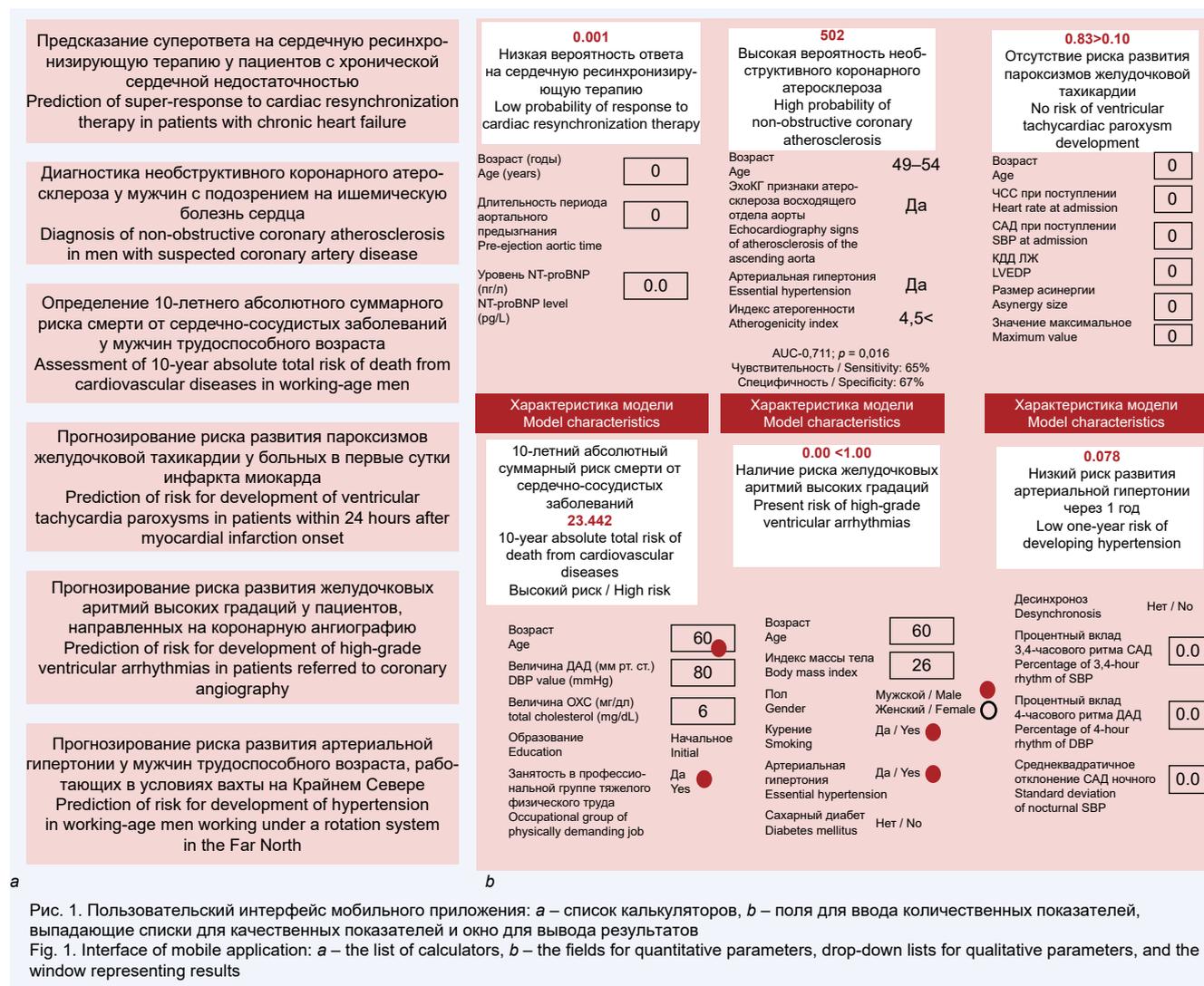


Рис. 1. Пользовательский интерфейс мобильного приложения: а – список калькуляторов, б – поля для ввода количественных показателей, выпадающие списки для качественных показателей и окно для вывода результатов
Fig. 1. Interface of mobile application: a – the list of calculators, b – the fields for quantitative parameters, drop-down lists for qualitative parameters, and the window representing results

Пользовательский интерфейс внешней обработки для 1С выполнен в виде калькулятора, содержащего поля для выбора пациента в системе «1С: Медицина», выбора результатов инструментальных обследований, ввода переменных, используемых в калькуляторе, вывода результата (рис. 2).

Использование 1С в качестве среды разработки позволило реализовать функцию получения демографических, клинических, эхокардиографических и лабораторных показателей пациента из базы данных медицинской

организации с последующим автоматическим заполнением полей калькулятора. С этой целью разработанная функция выполняет поиск медицинских документов по запрограммированному алгоритму, при этом в зависимости от цели калькулятора подгружаются документы, имеющие разные даты. В системе «1С: Медицина» медицинские документы представлены в виде xml-файлов, откуда разработанная функция извлекает значения показателей, используемых в калькуляторе, и автоматически подставляет их в соответствующие поля.

Медицинская информационная система Тюменского кардиологического научного центра – SVR/Медицина. Больница, редакция 1.4 (1С: Предприятие)

Начальная страница Медицинские документы

Калькулятор

Расчеты

1. Способ определения 10-летнего абсолютного суммарного риска смерти от сердечно-сосудистых заболеваний у мужчин трудоспособного возраста

Результат

3,822

Средний риск смерти от сердечно-сосудистых заболеваний

Характеристика модели

Параметры

Пациент

Выбрать ЭхоКГ

Возраст (годы) 34

Образование Начальное Высшее или среднее

Величина ОХС (ммоль/л) 4.70

Величина ДАД (мм рт. ст.) 80.00

Занятость в профессиональной группе тяжелого физического труда

Одинокий брачный статус (в разводе, вдов или одинок)

Главное

- Договоры и взаиморасчеты
- Маркетинг
- Медицинская организация
- Нормативно-справочная информация
- Регистратура
- Листки нетрудоспособности
- Контроль исполнения
- Автоматизированная контрольная точка
- Отделение
- Приемное отделение
- Статистика
- Руководитель
- Электронные

Калькулятор

Расчеты

1. Способ определения 10-летнего абсолютного суммарного риска смерти от сердечно-сосудистых заболеваний у мужчин трудоспособного возраста

Средний риск смерти от сердечно-сосудистых заболеваний

Характеристика модели

Параметры

Пациент

Выбрать ЭхоКГ

Возраст (годы)

1. Способ определения 10-летнего абсолютного суммарного риска смерти от сердечно-сосудистых заболеваний у мужчин трудоспособного возраста

2. Способ диагностики необструктивного коронарного атеросклероза у мужчин с подозрением на ишемическую болезнь сердца

3. Способ прогнозирования риска пароксизмов желудочковой тахикардии у больных в первые сутки инфаркта миокарда

4. Способ прогнозирования риска развития желудочковых аритмий высоких градаций у пациентов, направленных на коронарную ангиографию

5. Способ предсказания суперответа на сердечную ресинхронизирующую терапию у пациентов с хронической сердечной недостаточностью

6. Способ прогнозирования риска развития артериальной гипертензии у мужчин трудоспособного возраста, работающих в условиях вахты

Одинокий брачный статус (в разводе, вдов или одинок)

Главное

- Договоры и взаиморасчеты
- Маркетинг
- Медицинская организация
- Нормативно-справочная информация
- Регистратура
- Листки нетрудоспособности
- Контроль исполнения
- Автоматизированная контрольная точка
- Отделение
- Приемное отделение
- Статистика
- Руководитель
- Электронные

Medical information system of Tomsk Cardiology Research Center – SVR/Medicine. Hospital, edition 1,4 (1C: Enterprise)

Homepage Medical documents Calculations

Calculator

Calculations

1. Approach to assess 10-year absolute total risk of death from cardiovascular diseases in working-age men

Result:
3,822

Moderate risk of death from cardiovascular diseases

Model characteristics

Parameters

Patient [dropdown]

Select echocardiogram

Age [dropdown]

Education
 Elementary
 Higher education of high school

Total cholesterol (mmol/L) [input: 4.75]

DBP (mmHg) [input: 90.00]

Occupational group of physically demanding job
Unmarried marital status (divorced, widowed, or single)

Calculator

Calculator

Calculations

1. Assessment of 10-year absolute total risk of death from cardiovascular diseases in working-age men

1. Assessment of 10-year absolute total risk of death from cardiovascular diseases in working-age men
2. Approach to diagnosis of non-obstructive coronary atherosclerosis in men with suspected coronary artery disease
3. Approach to predict risk of paroxysms of ventricular tachycardia in patients within 24 hours after myocardial infarction
4. Approach to prediction of risk for development of high-grade ventricular arrhythmias in patients referred to coronary angiography
5. Approach to prediction of super-response to cardiac resynchronization therapy in patients with chronic heart failure
6. Approach to prediction of risk for development of hypertension in working-age men under a rotation system in the Far North

Moderate risk of death from cardiovascular diseases

Model characteristics

Parameters

Patient [dropdown]

Select echocardiogram

Age [dropdown]

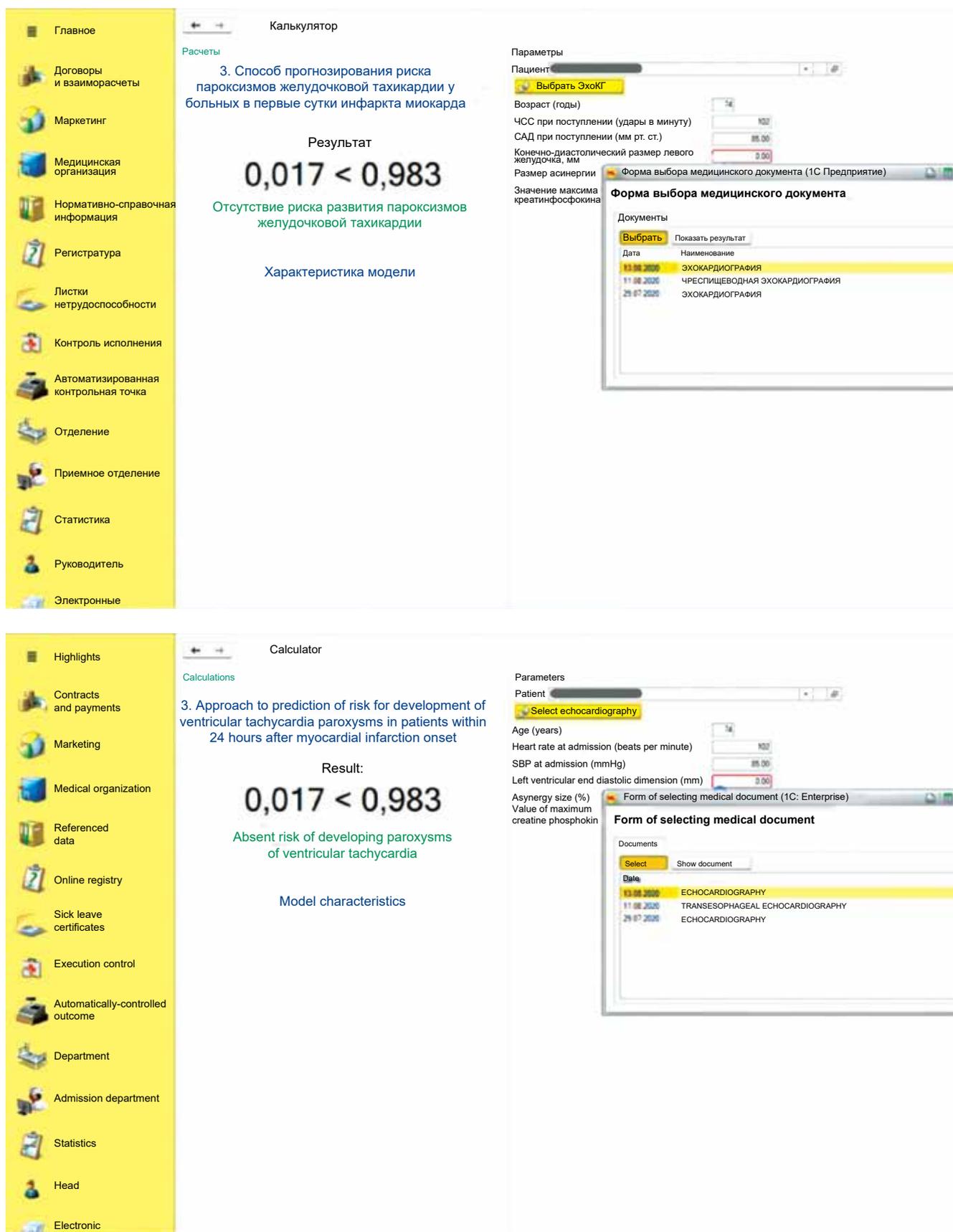


Рис. 2. Пользовательский интерфейс внешней обработки для 1С (поля для выбора пациента, выбора протокола эхокардиографического исследования, ввода переменных, используемых в калькуляторе, вывода результата)
Fig. 2. Interface of external processing module for 1C (the fields for selecting patient, choosing echocardiographic data, entering clinical variables, and window with results)

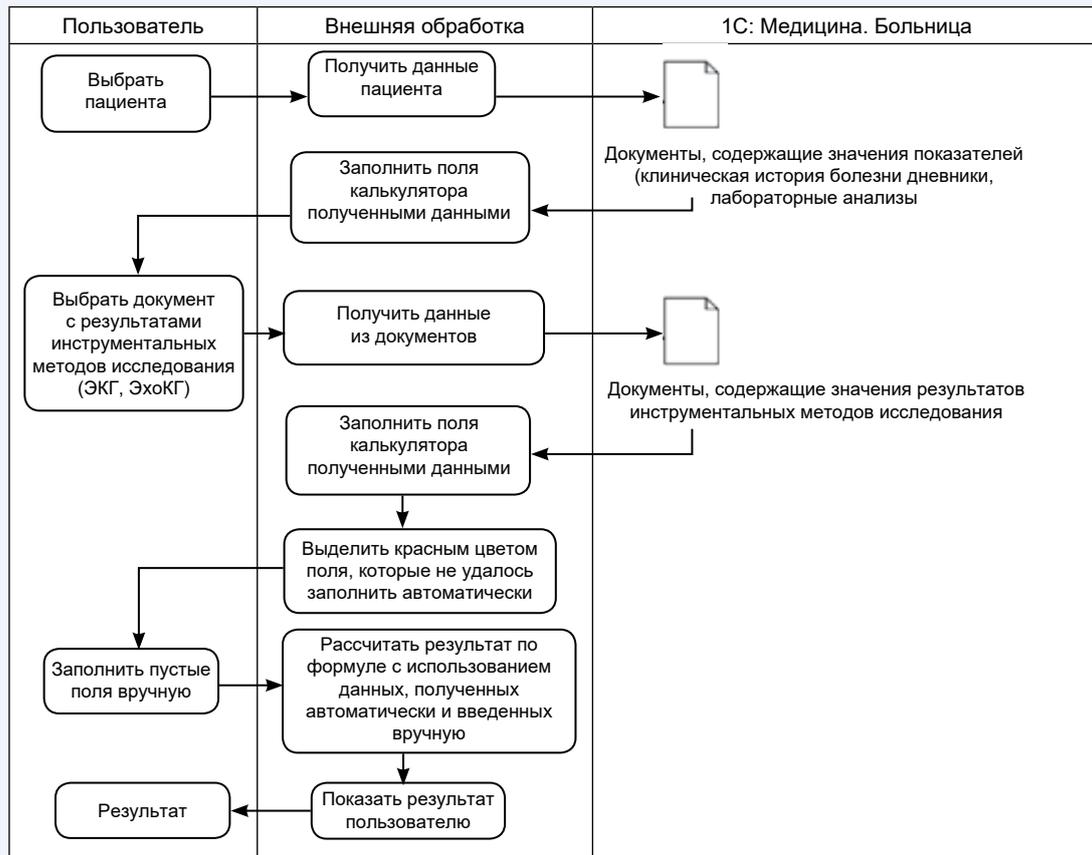


Рис. 3. Блок-схема работы калькулятора

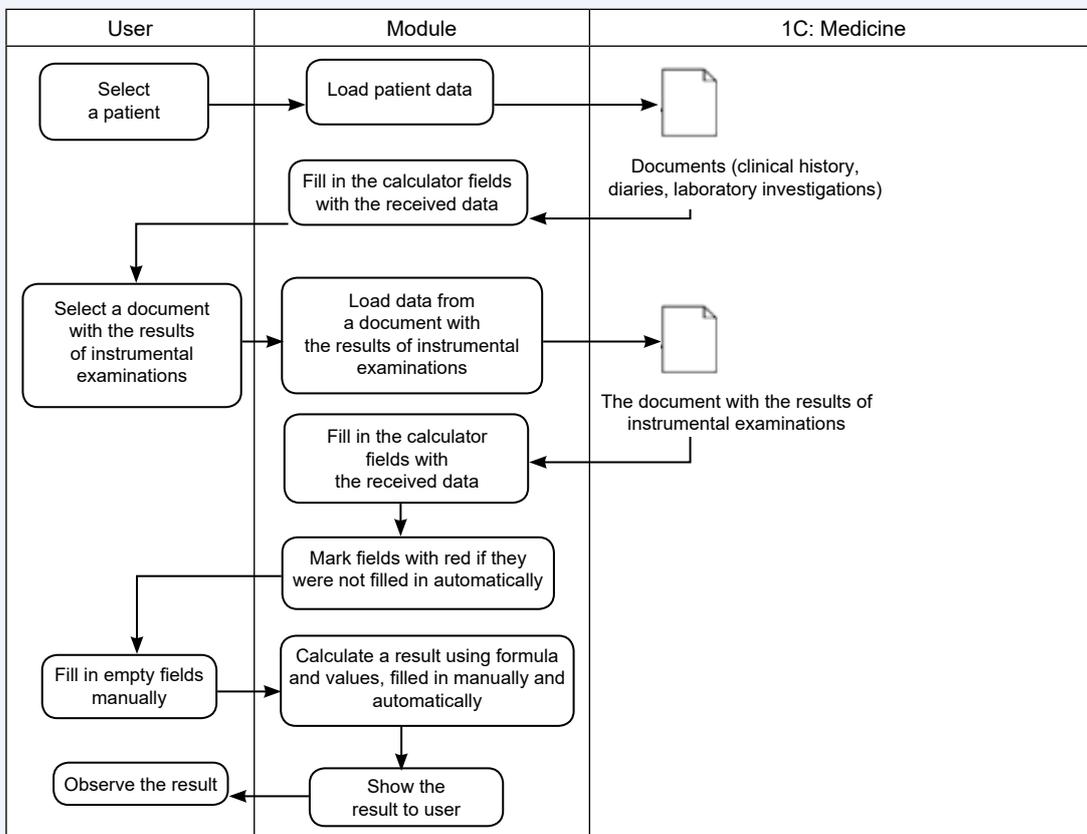


Fig. 3. The workflow of the calculator

Следует отметить, что большинство из разработанных ранее программ расчета риска при различных ССЗ требуют ручного ввода показателей для каждого отдельного пациента [18], в то время как внешняя обработка для 1С основана на автоматическом получении данных из базы «1С: Медицина», что позволяет в значительной степени упростить процесс, сократить время для получения результатов и их интерпретации.

Важно отметить, что внешняя обработка функционирует только в рамках базы данных медицинской организации, сохраняя приватность и безопасность медицинских данных пациентов.

Также была разработана функция для выделения незаполненных полей красным цветом, так как у части пациентов в системе «1С: Медицина» могут отсутствовать данные, используемые в калькуляторе. Эта функция позволяет врачу визуально выявить незаполненное поле и ввести недостающее значение вручную, что увеличивает скорость работы с модулем и снижает вероятность

ошибки. Это имеет особое значение для качественных переменных (см. рис. 1). Принцип работы разработанного калькулятора представлен на рисунке 3.

Заключение

Таким образом, нами созданы мобильное приложение для iOS, Android и внешняя обработка для системы «1С: Медицина», которые могут быть применены на любом этапе работы с пациентами, начиная с профилактики и ранней диагностики, заканчивая назначением и контролем проводимой терапии, в любом медицинском учреждении. Разработанные системы внедрены в работу Тюменского кардиологического научного центра и используются в ежедневной клинической работе. Значительным преимуществом является возможность автоматической выгрузки данных из системы «1С: Медицина», что существенно упрощает процесс и сокращает время на интерпретацию полученных результатов.

Литература

- Ralston J., Reddy K.S., Fuster V., Narula J. Cardiovascular diseases on the global agenda: The United Nations high level meeting, Sustainable Development Goals, and the way forward. *Glob. Heart.* 2016;11(4):375–379. DOI: 10.1016/j.ghheart.2016.10.029.
- Шлякто Е.В., Звартау Н.Э., Виллевалде С.В., Яковлев А.Н., Соловьева А.Е., Алиева А.С. и др. Система управления сердечно-сосудистыми рисками: предпосылки к созданию, принципы организации, целевые группы. *Российский кардиологический журнал.* 2019;24(11):69–82. DOI: 10.15829/1560-4071-2019-11-69-82.
- Califf R.M. Future of personalized cardiovascular medicine. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018;72(25):3301–3309. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.09.079.
- Antman E.M., Loscalzo J. Precision medicine in cardiology. *Nat. Rev. Cardiol.* 2016;13(10):591–602. DOI: 10.1038/nrcardio.2016.101.
- Niederer S.A., Lumens J., Trayanova N.A. Computational models in cardiology. *Nat. Rev. Cardiol.* 2019;16(2):100–111. DOI: 10.1038/s41569-018-0104-y.
- Bonner C., Fajardo M.A., Psych (Hons) B., Hui S., Stubbs R., Trevena L. Clinical Validity, Understandability, and Actionability of Online Cardiovascular Disease Risk Calculators: Systematic Review. *J. Med. Internet Res.* 2018;20(2):e29. DOI: 10.2196/jmir.8538.
- Shabaan M., Arshid K., Yaqub M., Jinchao F., Zia M.S., Boja G.R. et al. Survey: smartphone-based assessment of cardiovascular diseases using ECG and PPG analysis. *BMC Med. Inform. Decis. Mak.* 2020;20(1):177. DOI: 10.1186/s12911-020-01199-7.
- Trayanova N. From genetics to smart watches: Developments in precision cardiology. *Nat. Rev. Cardiol.* 2019;16(2):72–73. DOI: 10.1038/s41569-018-0149-y.
- Ветошкин А.С., Шуркевич Н.П., Гапон Л.И., Губин Д.Г., Дьячков С.М., Пошинов Ф.А. и др. Патент RU № 2623455 С1. Способ прогнозирования риска развития артериальной гипертонии у мужчин трудоспособного возраста, работающих в условиях вахты на Крайнем Севере. Оpubл. 26.06.2017.
- Кузнецов В.А., Солдатова А.М., Криночкин Д.В., Енина Т.Н.,

- Петелина Т.И., Рычков А.Ю. и др. Патент RU № 2623487 С1. Способ предсказания суперответа на сердечную ресинхронизирующую терапию у пациентов с хронической сердечной недостаточностью. Оpubл. 26.06.2016.
- Трубачева И.А., Пушкарев Г.С., Акимова Е.В., Кузнецов В.А., Солдатова А.М., Акимов А.М. Патент RU № 2649829 С1. Способ определения 10-летнего абсолютного суммарного риска смерти от сердечно-сосудистых заболеваний у мужчин трудоспособного возраста. Оpubл. 04.04.2018.
- Лыкасова Е.А., Тодосийчук В.В., Кузнецов В.А., Дьячков С.М. Патент RU № 2650039 С1. Способ прогнозирования риска развития пароксизмов желудочковой тахикардии у больных в первые сутки инфаркта миокарда. Оpubл. 06.04.2018.
- Кузнецов В.А., Тодосийчук В.В., Кутрунов В.Н., Дьячков С.М. Патент RU № 103857 А. Способ прогнозирования риска развития желудочковых аритмий высоких градаций у пациентов, направленных на коронарную ангиографию. Оpubл. 08.08.2018.
- Кузнецов В.А., Ярославская Е.И., Горбатенко Е.А. Патент RU № 2690405 С1. Способ диагностики необструктивного коронарного атеросклероза у мужчин с подозрением на ишемическую болезнь сердца. Оpubл. 03.06.2019.
- Солдатова А.М., Кузнецов В.А., Криночкин Д.В., Енина Т.Н., Широков Н.Е. Прогнозирование суперответа на сердечную ресинхронизирующую терапию у пациентов с хронической сердечной недостаточностью. *Медицинская визуализация.* 2018;(3)49–59. DOI: 1607-0763-2018-3-49-59.
- Ярославская Е.И., Кузнецов В.А., Горбатенко Е.А. Диагностика необструктивного коронарного атеросклероза у мужчин с подозрением на ИБС. *Атеросклероз.* 2018;14(4):56–66. DOI: 10.15372/ATER20180406.
- Пушкарев Г.С., Кузнецов В.А., Акимова Е.В. Суммарный 10-летний риск смерти от сердечно-сосудистых заболеваний у мужчин 25–64 лет г. Тюмени. *Профилактическая медицина.* 2020;1(23):77–84. DOI: 10.17116/profmed20202301177.
- Ventola C.L. Mobile devices and apps for health care professionals: Uses and benefits. *P & T.* 2014;39(5):356–364.

References

- Ralston J., Reddy K.S., Fuster V., Narula J. Cardiovascular diseases on the global agenda: The United Nations high level meeting, Sustainable Development Goals, and the way forward. *Glob. Heart.* 2016;11(4):375–379. DOI: 10.1016/j.ghheart.2016.10.029.
- Shlyakhto E.V., Zvartau N.E., Villevalde S.V., Yakovlev A.N., Soloveva A.E., Alieva A.S. et al. Cardiovascular risk management system: Pre-requisites for developing, organization principles, target groups. *Russian Journal of Cardiology.* 2019;(11):69–82 (In Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2019-11-69-82.
- Califf R.M. Future of personalized cardiovascular medicine. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018;72(25):3301–3309. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.09.079.

- Antman E.M., Loscalzo J. Precision medicine in cardiology. *Nat. Rev. Cardiol.* 2016;13(10):591–602. DOI: 10.1038/nrcardio.2016.101.
- Niederer S.A., Lumens J., Trayanova N.A. Computational models in cardiology. *Nat. Rev. Cardiol.* 2019;16(2):100–111. DOI: 10.1038/s41569-018-0104-y.
- Bonner C., Fajardo M.A., Psych (Hons) B., Hui S., Stubbs R., Trevena L. Clinical Validity, Understandability, and Actionability of Online Cardiovascular Disease Risk Calculators: Systematic Review. *J. Med. Internet Res.* 2018;20(2):e29. DOI: 10.2196/jmir.8538.
- Shabaan M., Arshid K., Yaqub M., Jinchao F., Zia M.S., Boja G.R. et al. Survey: smartphone-based assessment of cardiovascular diseases using ECG and PPG analysis. *BMC Med. Inform. Decis. Mak.* 2020;20(1):177. DOI: 10.1186/s12911-020-01199-7.

8. Trayanova N. From genetics to smart watches: Developments in precision cardiology. *Nat. Rev. Cardiol.* 2019;16(2):72–73. DOI: 10.1038/s41569-018-0149-y.
9. Vetoshkin A.S., Shurkevich N.P., Gapon L.I., Gubin D.G., Dyachkov S.M., Poshinov F.A. et al. Patent RU No. 2623455 C1. Prediction of arterial hypertension in men of working age in the Arctic Shift. Publ. 26.06.2017 (In Russ.).
10. Kuznetsov V.A., Soldatova A.M., Krinochkin D.V., Enina T.N., Petelina T.I., Rychkov A.Yu. et al. Patent RU No. 2623487 C1. Method for prediction of super response to cardiac resynchronization therapy for patients with chronic heart failure. Publ. 26.06.2016 (In Russ.).
11. Trubacheva I.A., Pushkarev G.S., Akimova E.V., Kuznetsov V.A., Soldatova A.M., Akimov A.M. Patent RU No. 2649829 C1. Method for determining the 10-year absolute total risk of death from cardiovascular diseases in men of working age. Publ. 04.04.2018 (In Russ.).
12. Lykasova E.A., Todosiychuk V.V., Kuznetsov V.A., Dyachkov S.M. Patent RU No. 2650039 C1. Method for prediction of risk of ventricular tachycardia paroxysms development in patients in first day of myocardial infarction. Publ. 06.04.2018 (In Russ.).
13. Kuznetsov V.A., Todosiychuk V.V., Kutrunov V.N., Dyachkov S.M. Patent RU No. 103857 A. Method for prediction of high grade ventricular arrhythmias in patients undergoing coronary angiography. Publ. 08.08.2018 (In Russ.).
14. Kuznetsov V.A., Yaroslavskaya E.I., Gorbatenko E.A. Patent RU No. 2690405 C1. Method for diagnosing non-obstructive coronary atherosclerosis in men with suspected coronary heart diseases. Publ. 03.06.2019 (In Russ.).
15. Soldatova A.M., Kuznetsov V.A., Krinochkin D.V., Enina T.N., Shirokov N.E. Prediction of superresponse to cardiac resynchronization therapy in patients with congestive heart failure. *Medical Visualization.* 2018;(3):49–59 (In Russ.). DOI: 1607-0763-2018-3-49-59.
16. Yaroslavskaya E.I., Kuznetsov V.A., Gorbatenko E.A. Diagnosis of non-obstructive coronary atherosclerosis in men with suspected coronary artery disease. *Atheroscler.* 2018;14(4):56–66 (In Russ.). DOI: 10.15372/ATER20180406.
17. Pushkarev G.S., Kuznetsov V.A., Akimova E.V. Total 10-year risk of death from cardiovascular disease in 25–64 year-old men in Tyumen. *The Russian Journal of Preventive Medicine and Public Health.* 2020;23(1):81–88 (In Russ.). DOI: 10.17116/profmed20202301177.
18. Ventola C.L. Mobile devices and apps for health care professionals: Uses and benefits. *P & T.* 2014;39(5):356–364.

Информация о вкладе авторов

Кузнецов В.А. – основная идея исследования, утверждение окончательного варианта рукописи.

Гапон Л.И. – корректировка и утверждение окончательного варианта рукописи.

Малишевский Л.М. – написание основного текста рукописи, подготовка рисунков.

Лобунцов Д.С. – разработка программного обеспечения, утверждение окончательного варианта рукописи.

Дзябенко Е.А. – разработка программного обеспечения, утверждение окончательного варианта рукописи.

Солдатова А.М. – обзор литературы по теме исследования, дизайн, написание основного текста рукописи.

Пушкарев Г.С. – обзор литературы по теме исследования, утверждение окончательного варианта рукописи.

Тодосийчук В.В. – корректировка и утверждение окончательного варианта рукописи.

Ярославская Е.И. – корректировка и утверждение окончательного варианта рукописи.

Information on author contributions

Kuznetsov V.A. – generation of study concept and final approval of manuscript for publication.

Gapon L.I. – revision of the draft and final approval of manuscript for publication.

Malishevskii L.M. – writing the main draft of manuscript and drawing the figures.

Lobuntsov D.S. – software development and final approval of manuscript for publication.

Dziabenko E.A. – software development and final approval of manuscript for publication.

Soldatova A.M. – literature review, study design, and writing the main draft of manuscript.

Pushkarev G.S. – literature review and final approval of manuscript for publication.

Todosiychuk V.V. – revision of the draft and final approval of manuscript for publication.

Yaroslavskaya E.I. – revision of the draft and final approval of manuscript for publication.

Сведения об авторах

Кузнецов Вадим Анатольевич, д-р мед. наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, научный консультант, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-1970-2606.

E-mail: kuznets@infarkta.net

Гапон Людмила Ивановна, д-р мед. наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, научный руководитель научного отдела клинической кардиологии, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-3620-0659.

E-mail: gapon@infarkta.net

Малишевский Лев Михайлович, лаборант-исследователь, лаборатория инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-1025-3728.

E-mail: levmalishevskii@gmail.com

Лобунцов Даниил Сергеевич, лаборант-исследователь, лаборатория инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук.

E-mail: Lobunczoff@gmail.com

Дзябенко Егор Анатольевич, программист, отдел автоматизированных систем управления, Тюменский кардиологический научный

Information about the authors

Vadim A. Kuznetsov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Scientific Supervisor, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-1970-2606.

E-mail: kuznets@infarkta.net

Lyudmila I. Gapon, Dr. Sci. (Med.), Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Head of Scientific Department of Clinical Cardiology, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-3620-0659.

E-mail: gapon@infarkta.net

Lev M. Malishevskii, Research Assistant, Laboratory of Instrumental Diagnostics, Scientific Division of Instrumental Research Methods, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-1025-3728.

E-mail: levmalishevskii@gmail.com

Daniel S. Lobuntsov, Research Assistant, Laboratory of Instrumental Diagnostics, Scientific Division of Instrumental Research Methods, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences.

E-mail: Lobunczoff@gmail.com

Egor A. Dziabenko, Programmer, Department of Automated Control Systems, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences.

E-mail: gorich60@gmail.com



центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук.

E-mail: gorich60@gmail.com.

Солдатова Анна Михайловна, канд. мед. наук, научный сотрудник, лаборатория инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0001-5389-0973.

E-mail: amsoldatova@mail.ru.

Пушкарев Георгий Сергеевич, канд. мед. наук, научный сотрудник, лаборатория инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-1555-5725.

E-mail: pushcarov@mail.ru.

Тодосийчук Виктор Викторович, д-р мед. наук, заведующий отделением функциональной диагностики; ведущий научный сотрудник, лаборатория инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0003-3601-233X.

E-mail: vyt@infarkta.net.

Ярославская Елена Ильинична, д-р мед. наук, врач, отделение ультразвуковой диагностики; ведущий научный сотрудник, лаборатория инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0003-1436-8853.

E-mail: yaroslavskaya@infarkta.net.

 **Малишевский Лев Михайлович**, e-mail: levmalishevskii@gmail.com.

Поступила 16.10.2020

Anna M. Soldatova, Cand. Sci. (Med.), Research Scientist, Laboratory of Instrumental Diagnostics, Scientific Division of Instrumental Research Methods, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0001-5389-0973.

E-mail: amsoldatova@mail.ru.

Georgiy S. Pushkarev, Cand. Sci. (Med.), Research Scientist, Laboratory of Instrumental Diagnostics, Scientific Division of Instrumental Research Methods, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-1555-5725.

E-mail: pushcarov@mail.ru.

Viktor V. Todosiychuk, Dr. Sci. (Med.), Head of the Functional Diagnostics Department, Senior Research Scientist, Laboratory of Instrumental Diagnostics, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0003-3601-233X.

E-mail: vyt@infarkta.net.

Elena I. Yaroslavskaya, Dr. Sci. (Med.), Ultrasound Specialist, Department of Ultrasound Diagnostics; Senior Research Scientist, Laboratory of Instrumental Diagnostics, Scientific Division of Instrumental Research Methods, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0003-1436-8853.

E-mail: yaroslavskaya@infarkta.net.

 **Lev M. Malishevskii**, e-mail: levmalishevskii@gmail.com.

Received October 16, 2020