

<https://doi.org/10.21869/2223-1536-2026-16-2-39-53>

УДК 616.24-002.2-07:004.9

Разработка и валидация комплекса программ для дистанционной оценки статуса пациентов с хронической обструктивной болезнью легких

Ю. А. Трусов¹✉, А. А. Гаранин¹

¹ Самарский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Чапаевская, д. 89, г. Самара 443099, Российская Федерация

✉ e-mail: yu.a.trusov@samsmu.ru

Резюме

Цель исследования – проанализировать возможность применения опросников: *Clinical COPD Questionnaire*, *COPD Assessment Test* и *modified Medical Research Council Dyspnoea Scale* – для дистанционной оценки состояния здоровья пациентов с хронической обструктивной болезнью лёгких и их интеграции в программный комплекс, разработанный с целью динамического мониторинга в амбулаторных условиях.

Методы. Разработка настоящего программного комплекса выполнена с использованием языка программирования *Python*. Архитектура комплекса включает в себя модуль автоматизированного расчета баллов в реальном времени, систему обезличивания персональных данных и локальную базу данных. Для обеспечения автономной работы разработана офлайн-версия рассматриваемого комплекса с графическим интерфейсом на базе библиотеки *Tkinter*. В алгоритм заложены математические модели интерпретации шкал, соответствующие международным стандартам.

Результаты. Разработан функциональный программный комплекс, обеспечивающий сбор и структурирование данных о симптомах, функциональном состоянии и психическом статусе пациентов. Комплекс позволяет формировать долгосрочные архивы показателей для оценки течения заболевания. Внутреннее тестирование подтверждает 100%-ную воспроизводимость расчетов и стабильность передачи данных. Интеграция API обеспечивает потенциальную совместимость с государственными медицинскими информационными системами.

Заключение. Разработанный программный комплекс соответствует принципам бережливого производства в здравоохранении и позволяет сократить временные затраты врачей специалистов на 20–30% за счет автоматизации рутинных вычислений. Внедрение системы в амбулаторную практику способствует переходу к проактивной модели ведения ХОБЛ, тем самым обеспечивая раннее выявление обострений и снижение частоты повторных госпитализаций. Адаптация к российским нормативным требованиям делает комплекс перспективным решением для отечественной телемедицины.

Ключевые слова: хроническая обструктивная болезнь легких; телемедицина; дистанционный мониторинг; программный комплекс; медицинские информационные системы.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

© Трусов Ю. А., Гаранин А. А., 2026

Для цитирования: Трусов Ю. А., Гаранин А. А. Разработка и валидация комплекса программ для дистанционной оценки статуса пациентов с хронической обструктивной болезнью легких // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2026. Т. 16, № 2. С. 39–53. <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2026-16-2-39-53>.

Поступила в редакцию 16.04.2026

Подписана в печать 14.05.2026

Опубликована 30.06.2026

Development and validation of a software complex for remote assessment of the status of patients with chronic obstructive pulmonary disease

Yury A. Trusov¹ ✉, Andrey A. Garanin¹

¹ Samara State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
89 Chapaevskaya Str., Samara 443099, Russian Federation

✉ e-mail: yu.a.trusov@samsmu.ru

Abstract

The purpose of the research is analyze the possibility of using questionnaires: Clinical COPD Questionnaire, COPD Assessment Test and modified Medical Research Council Dyspnoea Scale - for remote assessment of the health status of patients with chronic obstructive pulmonary disease and their integration into a software package developed for the purpose of dynamic monitoring in an outpatient setting.

Methods. The software system was developed using the Python programming language. Its architecture includes a real-time automated scoring module, a personal data de-identification system, and a local database. To ensure offline functionality, an offline version of the system was developed with a graphical user interface based on the Tkinter library. The algorithm incorporates mathematical models for interpreting the scales in accordance with international standards.

Results. A functional software system was developed that enables the collection and structured storage of data on symptoms, functional status, and mental health status of patients. The system allows for the creation and maintenance of long-term archives of parameters to assess disease progression. Internal testing confirms 100% reproducibility of calculations and stability of data transfer. API integration ensures potential compatibility with state medical information systems.

Conclusion. The developed software system aligns with the principles of lean healthcare and can reduce specialist physician time expenditure by 20–30% through the automation of routine calculations. Implementation of the system into outpatient practice facilitates a transition to a proactive model of COPD management, thereby enabling early detection of exacerbations and reducing the rate of rehospitalizations. Adaptation to Russian regulatory requirements positions the system as a promising solution for national telemedicine.

Keywords: chronic obstructive pulmonary disease; telemedicine; remote monitoring; software complex; medical information systems.

Conflict of interest: The Authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Trusov Y.A., Garanin A.A. Development and validation of a software complex for remote assessment of the status of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika, informatika. Meditsinskoe priborostroenie* = *Proceedings of the Southwest State University. Series: Control, Computer Engineering, Information Science. Medical Instruments Engineering*. 2026;16(2):39–53. (In Russ.) <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2026-16-2-39-53>.

Received 16.04.2026

Accepted 14.05.2026

Published 30.06.2026

Введение

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) является одной из актуальных задач здравоохранения по причине её высокой распространенности, хронического и рецидивирующего течения заболевания с периодическими обострениями, что в совокупности создает дополнительную экономическую нагрузку. Согласно определению Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD 2023), ХОБЛ представляет собой гетерогенное состояние легких, характеризующееся следующими симптомами: одышкой, кашлем, отхождением мокроты и стойкой бронхиальной обструкцией [1]. Клиническая картина ХОБЛ характеризуется хроническим бронхитом и эмфиземой с симптомами стойкого кашля, одышки и снижения трудоспособности, что ведет к значительному ухудшению качества жизни и существенному социально-экономическому бремени. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в 2021 г. летальность по причине ХОБЛ во всем мире составила около 3,5 млн человек, при этом сохраняется тенденция к росту данного показателя в связи со старением населения и воздействием факторов окружающей среды [2].

Высокая распространенность ХОБЛ считается одним из основных факторов, который определяет прогноз течения заболевания и стоимость лечения, а также не менее значимым фактором является риск повторных госпитализаций на фоне обострений. По данным метаанализа, проведенного Ruan H. et al., уровень ремиссий после обострения ХОБЛ достигает 11% в течение 30 дней и 37% в течение года [3]. Описанные факторы оказывают высокую нагрузку на систему обязательного медицинского страхования (ОМС), что делает актуальным

поиск технологий для оптимизации расходов средств и времени, которые соответствуют целям национальных проектов, направленных на повышение эффективности и доступности медицинской помощи [4]. Своевременное выявление и профилактика острых обострений (АЕСОПД) являются важным аспектом ведения пациентов, так как частые эпизоды обострения способствуют снижению функции легких и повышению риска летального исхода [2].

Несмотря на существующие данные, доказывающие эффективность данных технологий, отечественная практика дистанционного динамического наблюдения за больными с ХОБЛ характеризуется отсутствием систематизации. Мониторинг пациентов в РФ основан на эпизодических коммуникациях, включающих телефонные звонки, что не позволяет проводить объективную количественную оценку динамики состояния пациента с использованием валидированных шкал [4]. Внедрение программ самостоятельного наблюдения для снижения бремени ХОБЛ является сложной задачей ресурсов для решения вопросов лечения [5]. Отсутствие объединенного цифрового сервиса затрудняет аудит качества оказания медицинской помощи, а также формирование базы данных для внедрения принципов бережливого производства в рутинную клиническую практику. Исходя из приведенных выше данных, на сегодняшний день существует потребность в разработке и внедрении системы дистанционного динамического мониторинга за пациентами, которая должна включать в себя валидированные методы оценки и преемственность наблюдения, а также соответствовать государственным стандартам оказания медицинской помощи.

Цель исследования – проанализировать возможность применения опросников: CCQ (Clinical COPD Questionnaire), CAT (COPD Assessment Test) и mMRC (modified Medical Research Council Dyspnoea Scale) – для дистанционной оценки состояния здоровья пациентов с ХОБЛ и их интеграции в программный комплекс, разработанный с целью динамического мониторинга в амбулаторных условиях.

Материалы и методы

На сегодняшний день для комплексной оценки состояния пациентов с ХОБЛ применяется несколько валидированных инструментов, а именно: клинический опросник ХОБЛ (Clinical COPD Questionnaire, CCQ) – валидированный инструмент для самостоятельной оценки своего состояния пациентами, который позволяет количественно оценивать роль симптомов заболевания на физическое, эмоциональное состояние пациента и его бытовую активность; тест оценки ХОБЛ (COPD Assessment Test, CAT) – стандартизированный опросник, направленный на комплексную оценку симптомов ХОБЛ и их влияние на качество жизни пациента, а также модифицированная шкала одышки, разработанная координационным советом по исследованиям и разработкам в области медицинской науки (modified Medical Research Council Dyspnoea Scale, mMRC), – количественная шкала для оценки тяжести одышки, отражающая влияние симптома на бытовую активность пациента.

Описанные инструменты дополняют друг друга и позволяют проводить динамическое наблюдение за состоянием пациентов, оценку эффективности проводимой терапии, коррекцию терапевтической тактики и прогнозирование течения заболевания. Данные инструменты прошли международную валида-

цию и рекомендованы к применению в клинической практике.

На платформе научно-практического центра дистанционной медицины Самарского государственного медицинского университета введен в разработку программный комплекс, основной функцией которого является удаленная оценка состояния пациентов с ХОБЛ исходя из данных, полученных на основе опросников CCQ, CAT и mMRC, и представляющий собой веб-приложение, функционирующее в любом браузере после его успешной интеграции в web-среду и включающее три основных модуля: программный калькулятор для оценки баллов по CCQ, CAT и mMRC в режиме реального времени, онлайн-комплекс для передачи, обработки и хранения данных на удаленном сервере, а также базу данных для локального хранения информации. Реализация проекта выполнена с использованием языка программирования Python для разработки алгоритмов обработки данных.

Опросник CCQ включает в себя 10 компонентов (Q1-Q10), каждый из которых оценивается по шкале от 0 до 6 баллов. Перед расчетом показателей баллы, полученные при прохождении теста респондентами, преобразуются с использованием ключа опросника. Общий показатель и домены вычисляются с использованием общего алгоритма:

$$\text{\$ Показатель} = \frac{\text{Сумма баллов по вопросам домена}}{\text{Количество вопросов в домене}} \text{\$},$$

где сумма баллов – сумма значений ответов на вопросы, входящие в домен или общий опросник. Таким образом, общий показатель представляет собой значение от 0 (отсутствие проявлений симптомов) до 6 (максимальная их выраженность). Критерии, оцениваемые для расчета общего показателя, выглядят следующим образом:

Симптомы (Symptoms): $\$ Symptoms = \frac{(Q1 + Q2 + Q5 + Q6)}{4} \$$;

Функциональное состояние (Functional state): $\$ Functional = \frac{(Q7 + Q8 + Q9 + Q10)}{4} \$$;

Психическое состояние (Mental state): $\$ Mental = \frac{(Q3 + Q4)}{2} \$$;

Общий балл CCQ: $\$ CCQ = \frac{(Q1 + Q2 + Q3 + Q4 + Q5 + Q6 + Q7 + Q8 + Q9 + Q10)}{10} \$$.

Опросник САТ включает в себя 8 компонентов, каждый из которых оценивается от 0 до 5 баллов. Перед расчетом показателей ответы респондентов также преобразуются в соответствии с заданным ключом для данного опросника.

Общий показатель вычисляется по следующему общему алгоритму:

$\$ Показатель = \frac{Сумма\ баллов}{по\ всем\ 8\ вопросам} \$$,

где сумма баллов – сумма значений, складывающаяся из ответов на вопросы, входящие в опросник. Общий показатель, который можно получить по опроснику САТ составляет от 0 (отсутствие симптомов) до 40 (максимальная выраженность симптомов). Показатели для расчета общей суммы:

Кашель (Cough): $\$ Q1 \$$ (балл от 0 до 5);

Мокрота (Phlegm): $\$ Q2 \$$ (балл от 0 до 5);

Тяжесть в груди (Chest tightness): $\$ Q3 \$$ (балл от 0 до 5);

Одышка при подъеме по лестнице (Breathlessness going up hills/stairs): $\$ Q4 \$$ (балл от 0 до 5);

Ограничение активности (Activity limitation at home): $\$ Q5 \$$ (балл от 0 до 5);

Выход из дома (напряжение, тяжесть, страх) (Confidence leaving home): $\$ Q6 \$$ (балл от 0 до 5);

Сон (Sleep): $\$ Q7 \$$ (балл от 0 до 5);

Энергичность (Energy): $\$ Q8 \$$ (балл от 0 до 5).

Общий балл САТ: $\$ CAT = Q1 + Q2 + Q3 + Q4 + Q5 + Q6 + Q7 + Q8 \$$.

Шкала mMRC включает один компонент (оценка одышки), оцениваемый по шкале от 0 до 4 баллов. Перед расчетом показатель также преобразуется в соответствии с ключом. Общий показатель вычисляется напрямую как выбранный уровень одышки:

$\$ Показатель = Уровень\ одышки \$$,

где уровень одышки – значение от 0 (одышка только при интенсивной нагрузке) до 4 (одышка в покое или при минимальной активности). Показатель шкалы mMRC представляет собой значение от 0 (минимальная одышка) до 4 (максимальная одышка). Критерии расчета показателя выглядят следующим образом:

0: Одышка только при интенсивной физической нагрузке;

1: Одышка при быстрой ходьбе по ровной поверхности или подъеме на небольшой уклон;

2: Необходимость остановок при ходьбе в своем темпе;

3: Остановка при ходьбе из-за одышки каждые ~100 метров или нескольких минут ходьбы по ровной поверхности;

4: Одышка при бытовой активности, затруднения при одевании / раздевании, затруднения при выходе из дома.

Также был разработан функционал «обезличивания» данных с целью поддержания конфиденциальности пациентов.

Результаты и их обсуждение

В настоящем исследовании авторами был разработан программный комплекс, интегрирующий в себя опросники CCQ, САТ и mMRC (рис. 1–4). Разрабо-

танный программный комплекс включает в себя: программу-калькулятор, который позволяет высчитывать полученное количество баллов для оценки статуса пациентов непосредственно при работе с пациентом в режиме реального времени, программы с аппаратным онлайн-комплексом, которая позволяет передавать, обрабатывать и сохранять информацию на удаленном сервере в региональном центре дистанционной медицины, с возможностью интеграции в профильное учреждение, а также программы с офлайн-базой, которая позволяет собирать весь массив данных непосредственно в пространственной памяти электронной вычислительной машине (ЭВМ), на которой происходит внесение данных.

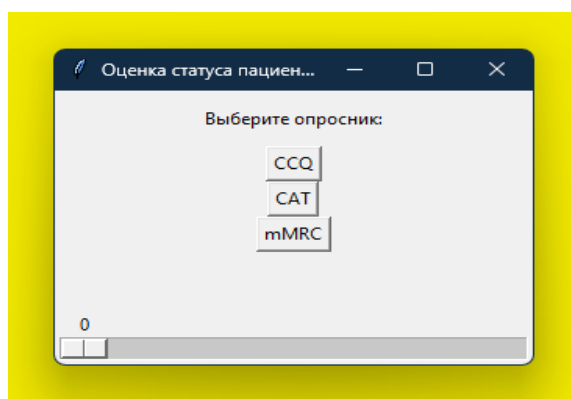


Рис. 1. Главное меню программы с выбором опросника (CCQ, CAT, mMRC)

Fig. 1. Main menu of the software with questionnaire selection (CCQ, CAT, mMRC)

В основе программного комплекса лежит алгоритм, написанный на языке программирования Python, который собирает, систематизирует, статистически обрабатывает и хранит информацию о пациентах на локальном или облачном сервере. При необходимости передачи данных, например при сборе статистической информации в центре дистанционной медицины, электронный помощник «обезличивает» данные о пациенте с целью безопасного хранения массива данных.

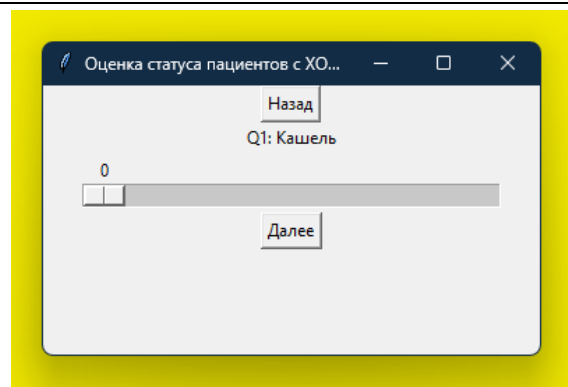


Рис. 2. Окно ввода данных опросника CAT: вопрос Q1 «Кашель» с визуальным ползунком для оценки выраженности симптома от 0 до 5 баллов¹

Fig. 2. Data entry window for the CAT questionnaire: question Q1 "Cough" with a visual slider for assessing symptom severity from 0 to 5 points¹

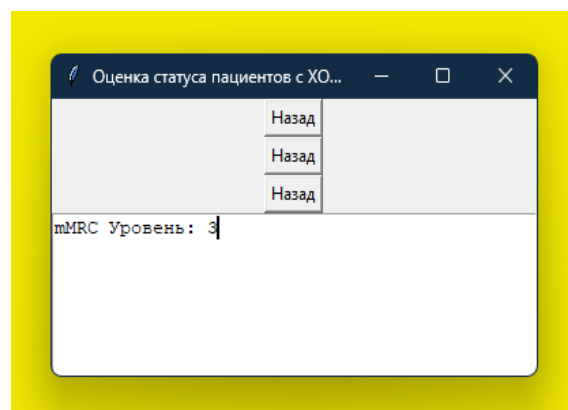


Рис. 3. Результаты опроса по шкале mMRC: отражение выбранного уровня одышки (в примере – уровень 3) с кнопкой «Назад» для возврата к выбору опросника или повторному прохождению

Fig. 3. Results of the mMRC scale: display of the selected dyspnea level (in the example, level 3) with a "Back" button to return to questionnaire selection or to retake the assessment

Программа интегрируема в интерфейс любого браузера, который назначен по умолчанию у пользователя на компьютере. При этом специалист может проводить серию исследований на

¹ Интерфейс программы позволяет проходить все 8 вопросов.

группе пациентов, формируя тем самым базу данных на своем компьютере, а затем проводить анализ состояния пациентов в конкретной когорте больных или в популяции. Помимо вышеописанного программа позволяет удаленно оценивать статус пациентов стороннему наблюдателю, у которого имеются для этого права и доступ к облаку хранения данных, с любой точки, подключенной к сети Интернет, что позволяет проводить массовый удаленный мониторинг пациентов с ХОБЛ в любой точке нашей страны.

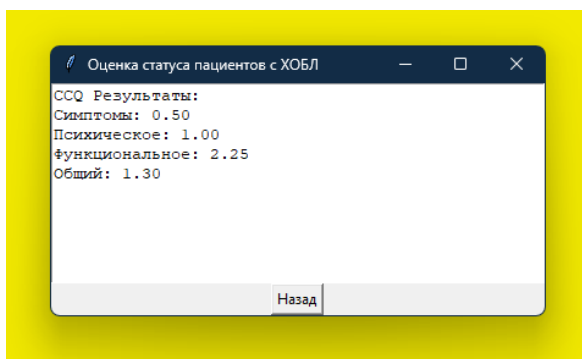


Рис. 4. Результаты опроса по опроснику CCQ: вывод результатов по доменам (Симптомы: 0,50; Психическое состояние: 1,00; Функциональное состояние: 2,25) и общему баллу (1,30)¹

Fig. 4. Results of the CCQ questionnaire: domain-specific scores (Symptoms: 0.50; Mental State: 1.00; Functional State: 2.25) and total score (1.30)¹

Офлайн-версия разработанного комплекса (интегрируемая в веб-платформу и проходящая клиническую валидацию) реализована в виде самостоятельного приложения с графическим интерфейсом с использованием библиотеки Tkinter (Python) для демонстрации функционала. Данная версия автономна

и работает без сети Интернет, включая: выбор опросника, поле ввода ответов с помощью ползунка (scale), а также функцию расчета результатов в реальном времени и отображение результатов.

Пользователь выбирает один из трех инструментов оценки статуса пациента с ХОБЛ и проходит последовательно каждый из предложенных опросников, результаты которых экспортируются в базу данных.

В результате проведения опроса на экран выводится результат анкетирования обследуемого, рассчитанный с помощью интегрированных в ядро программы математических формул в соответствии с алгоритмами интерпретации результатов опросников CCQ, CAT и mMRC (см. рис. 2, 4). Основным преимуществом настоящего программного комплекса является интеграция валидированных шкал CCQ, CAT и mMRC. Это обеспечивает высокую степень достоверности получаемых данных. Программа гарантирует воспроизводимость результатов и предоставляет возможность обращения к электронному архиву показателей, полученных ранее, для оценки их в динамике. Офлайн-версия комплекса успешно прошла внутреннее тестирование на воспроизводимость расчетов и удобство использования и в настоящее время проходит валидацию интегрированной онлайн-версии на веб-платформе научно-практического центра дистанционной медицины.

Разработанный программный комплекс представляет собой практический подход к оптимизации ведения больных в амбулаторных условиях и интегрирует в себя валидированные

¹ Позволяет врачу-специалисту интерпретировать выраженность симптомов и степень ограничений жизнедеятельности пациента.

международные опросники Clinical COPD Questionnaire (CCQ), COPD Assessment Test (CAT) и modified Medical Research Council Dyspnoea Scale (mMRC) в единую цифровую платформу, оснащенную модулями для расчета показателей в реальном времени, безопасного хранения и последующего анализа данных. Полноценная оценка симптомов на сегодняшний день является важной составляющей процесса лечения в сравнении с простым измерением выраженности нарушений функции дыхания [6].

Для системы здравоохранения преимущества настоящего комплекса заключаются в реализации принципов бережливого производства, при которой автоматизация рутинного сбора данных позволяет сократить временные затраты труда специалиста на 20-30% за счет автоматизированной обработки данных. Отсутствие взаимодействия систем внутри медицинских организаций и между ними часто приводит к дополнительным финансовым затратам и повторным обследованиям, что говорит о необходимости разработки единой системы обмена данными [7]. Использование автоматизированных систем позволяет проводить профилактику повторных госпитализаций путем раннего выявления рецидивов, что подтверждается корреляцией показателей CCQ с риском обострений. При этом установлено, что общий балл CCQ, в частности его функциональный и симптоматический домены, является независимым фактором риска повторных госпитализаций в течение 3 лет. Функциональный домен CCQ (Q10) имеет наиболее высо-

кую точность в прогнозировании повторных госпитализаций в сравнении с симптоматическим доменом (Q1-Q5) [8]. Прогностическая способность функционального домена значительно выше, чем у симптоматического или ментального доменов, и его использование в качестве дополнения к наблюдению динамики обострений существенно повышает точность предсказательных моделей [9]. Данная система снижает экономическую нагрузку на систему ОМС за счет интеграции в рамки проектов, направленных на повышение доступности оказания медицинской помощи. Помимо этого, программный комплекс позволяет проводить аудит качества на основе собираемой базы данных.

В контексте работы врачей-специалистов настоящий комплекс стандартизирует процедуру оценки путем автоматизации расчета баллов по включенным опросникам в полном соответствии со стандартными операционными процедурами (СОП). Наглядная демонстрация визуализации динамики состояния в реальном времени через графический интерфейс Tkinter является инструментом для принятия обоснованных решений о коррекции терапии, что подтверждается корреляцией CAT с SGRQ ($r = 0,652$) и CCQ с SGRQ ($r = 0,621$), которые демонстрируют надежность инструмента для применения в клинической практике [10]. Опросники CAT и CCQ также демонстрируют значимую корреляцию с индексом BODE и показателями объема форсированного выдоха (ОФВ1), что подтверждает их статус как чувстви-

тельных и надежных инструментов для планирования лечения [6].

Для пациентов преимущества заключаются в упрощенной коммуникации с лечащим врачом, при интеграции данного комплекса в веб-платформы, доступные в любом браузере, повышает приверженность лечению путем самостоятельного контроля течения симптомов. Аналогичный эффект наблюдается при использовании мобильных приложений, целью которых является мониторинг оксигенотерапии, где показатель САТ снижается в среднем на 5 баллов (с 27 до 22), что повышает качество жизни и снижает показатель одышки по шкале Borg на 3,5 пункта [11]. Такой метод самостоятельной оценки симптомов повышает контроль за состоянием со стороны пациентов, что особенно важно в амбулаторных условиях, в которых традиционные методы не обеспечивают непрерывного динамического наблюдения. Данный подход соответствует проактивной модели профилактики обострений заболевания, что позволяет снизить риск повторных госпитализаций на 19% у пациентов из группы высокого риска, согласно данным ассоциаций САТ с выраженностью симптомов [12].

При сравнении с зарубежными аналогами, такими как myCOPD и COPD Navigator [13], которые интегрируют в себя функции самостоятельного контроля и модуль обучения, но при этом ориентированы на англоязычную аудиторию с акцентом на применение технологий виртуальной реальности или планшетов (такие технологии демонстрируют улучшение результатов в те-

сте 6-минутной ходьбы (6MWD) на 47 м и САТ на 2,91 пункта [14]), разработанный комплекс адаптирован к российским нормативным требованиям. Это позволяет интегрировать данный комплекс в отечественные медицинскими информационными системами через унифицированный API, что обеспечивает преемственность с региональными лечебными заведениями. Внедрение подобных связующих программ важно для обеспечения обмена данными между мобильными приложениями и электронными медицинскими записями [15].

К ограничениям настоящего комплекса можно отнести проблему цифрового разрыва, особенно выраженную среди пациентов пожилого возраста и жителей сельских регионов, у которых низкая цифровая грамотность и плохая интернет-инфраструктура могут снижать уровень приверженности [16]. Однако данное ограничение можно преодолеть за счет возможности привлечения родственников или реализации гибридного режима, при котором опрос проводится медицинской сестрой по телефону с последующим внесением данных в систему через программный комплекс, что аналогично подходам в исследованиях с применением VR, в которых гетерогенность нивелируется за счет персонализации [17]. Адаптация цифровых технологий для работы в условиях низкой пропускной способности сети и участие социальных работников являются реализуемыми путями преодоления цифровых сложностей в здравоохранении [16]. Необходимость глубокой интеграции с медицинскими

информационными системами решается путем разработки API и установления партнерских отношений с ведущими разработчиками в России, что в перспективе позволит синхронизировать данные с результатами спирометрии и пульсоксиметрии для комплексной оценки. Программа является инструментом поддержки принятия решений, а не заменой заключению специалиста, поскольку субъективность шкал (например, CCQ с порогом 1,4, который лучше прогнозирует $SGRQ \geq 25$, чем порог 1,0) требует обязательной интеграции с объективными клиническими данными для снижения гетерогенности оценки [18].

Разработанный комплекс соответствует современным концепциям менеджмента качества, обеспечивая постоянный мониторинг основных показателей состояния пациента (KPI), таких как CAT и mMRC, и формирует основу для реализации PDCA-цикла (цикла Деминга) при ведении пациентов с хроническими заболеваниями. Эффективность данного подхода подтверждается улучшением качества жизни на 16,5% у пациентов из группы риска и снижением частоты осложнений на 67% [12], что подчеркивает научную новизну его применения в российских условиях и потенциал для снижения частоты обострений путем интеграции с программами реабилитации, в которых комбинация с физическими тренировками снижает количество госпитализаций и улучшает переносимость физических нагрузок [14]. Несмотря на необходимость дальнейших клинических испытаний для подтверждения

минимальной клинически значимой разницы (MCID, 2 пункта для CAT по якорному методу), система предоставляет перспективную технологию для развития телемедицинских технологий [19], а корреляции показателей CCQ и CAT с индексом BODE ($r = 0,80$ и $0,66$ соответственно) демонстрирует их прогностическую ценность для оценки клинических исходов у пациентов с ХОБЛ [20].

Выводы

Разработанный программный комплекс для дистанционной оценки статуса пациентов с ХОБЛ представляет собой методологически обоснованное решение, интегрирующее в себя международные инструменты для мониторинга (CCQ, CAT, mMRC) в единую цифровую платформу. Он обеспечивает стандартизированное, автоматизированное и динамическое наблюдение в амбулаторных условиях, способствуя реализации принципов бережливого производства и преемственности оказания медицинской помощи. Настоящий комплекс демонстрирует потенциал, который позволяет снизить нагрузку на систему здравоохранения за счет профилактики обострений и оптимизации временных затрат медицинского персонала. Адаптация к российским нормативным требованиям и возможность интеграции с отечественными медицинскими информационными системами через API позволяют преодолевать фрагментированность существующих методов в направлении наблюдения за пациентами с ХОБЛ. Несмотря на существующие ограничения, связанные с

цифровым разрывом, и необходимость дальнейшей клинической валидации MCID, внедрение данного комплекса имеет перспективы для развития персо-

нализированной телемедицины, аудита качества на основе сбора данных и проведения популяционных исследований в Российской Федерации.

Список литературы

1. Alghamdi S. M. Content, Mechanism, and Outcome of Effective Telehealth Solutions for Management of Chronic Obstructive Pulmonary Diseases: A Narrative Review // Healthcare. 2023. N 11(24). P. 3164. <https://doi.org/10.3390/healthcare11243164>.

2. Artificial Intelligence Methods and Digital Intervention Strategies for Predicting and Managing Chronic Obstructive Pulmonary Disease Exacerbations: An Umbrella Review / M. Pozza, N. Navarin, V. Sakkalis, S. Gabrielli // Healthcare. 2025. N 13(23). P. 3037. <https://doi.org/10.3390/healthcare13233037>.

3. Readmission rate for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis / H. Ruan, H. Zhang, J. Wang, H. Zhao, W. Han, J. Li // Respir. Med. 2023. N 206. P. 107090. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2022.107090>.

4. Телемедицина в пульмонологии: достижения и перспективы / Л. Ю. Шван, И. В. Губарева, О. В. Фатенков, Е. Ю. Губарева, Д. О. Фатенков // Ульяновский медико-биологический журнал. 2024. № 4. С. 6–24. <https://doi.org/10.34014/2227-1848-2024-4-6-24>.

5. Effectiveness of Mobile Health–Based Self-Management Programs on Health-Related Outcomes in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Systematic Review and Meta-Analysis / G. N. Prawesti, P. Lo, M. A. Sarasmita, H. Y. Chen // JMIR Mhealth Uhealth. 2025. N 13. P. e74967. <https://doi.org/10.2196/74967>.

6. Kaur A., Goyal A., Pandhi N. To Study the Correlation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) Assessment Test, Clinical COPD Questionnaire, and BODE Index in Patients of Stable COPD // Assam. J. Intern. Med. 2022. N 12(1). P. 18–23. https://doi.org/10.4103/ajom.ajom_21_21.

7. Literature Review: Clinical Data Interoperability Models / R. Ait Abdelouahid, O. Debauche, S. Mahmoudi, A. Marzak // Information. 2023. N 14(7). P. 364. <https://doi.org/10.3390/info14070364>.

8. Predictive Value of CCQ and its Subdomains for Hospitalized Exacerbations in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A 3-Year Observational Prospective Study / Z. Zhou, W. Cheng, C. Liu [et al.] // J. Gen. Intern. Med. 2025. N 40. P. 1550–1558. <https://doi.org/10.1007/s11606-024-09067-0>.

9. Predictive Value of CCQ and its Subdomains for Hospitalized Exacerbations in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A 3-Year Observational Prospective Study /

Z. Zhou, W. Cheng, C. Liu [et al.] // J. Gen. Intern. Med. 2025. N 40. P. 1550–1558. <https://doi.org/10.1007/s11606-024-09067-0>.

10. Psychometric Analysis of Clinical Chronic Obstructive Pulmonary Disease Questionnaire and Chronic Obstructive Pulmonary Disease Assessment Test and Its Correlation with St. George Respiratory Questionnaire in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients / S. A. Ali, H. Saniya, K. Naseeruddin [et al.] // Indian. J. Respir. Care. 2022. N 11. P. 224–229. https://doi.org/10.4103/ijrc.ijrc_89_22.

11. The COPD assessment test: a systematic review / N. Gupta, L. M. Pinto, A. Morogan, J. Bourbeau // Eur. Respir. J. 2014. N 44(4). P. 873–884. <https://doi.org/10.1183/09031936.00025214>.

12. Комплексная оценка степени тяжести хобл на амбулаторно-поликлиническом приеме / А. А. Низов, А. Н. Ермачкова, В. Н. Абросимов, И. Б. Пономарева // Российский медико-биологический вестник имени академика И. П. Павлова. 2019. Т. 27, № 1. С. 59–65. <https://doi.org/10.23888/PAVLOVJ201927159-65>.

13. Development of a Standard Set of Outcome Domains and Proposed Measures for Chronic Obstructive Pulmonary Disease in Primary Care Physical Therapy Practice in the Netherlands: a Modified RAND/UCLA Appropriateness Method / A. C. Verburg, S. A. van Dulmen, H. Kiers, J. H. Ypinga, M. W. Nijhuis-van der Sanden, P. J. van der Wees // Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis. 2019. N 14. P. 2649–2661. <https://doi.org/10.2147/COPD.S219851>.

14. Efficacy and Acceptability of a Mobile App for Monitoring the Clinical Status of Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease Receiving Home Oxygen Therapy: Randomized Controlled Trial / A. Naranjo-Rojas, L. Á. Perula-de Torres, F. E. Cruz-Mosquera, G. qMolina-Recio // J. Med. Internet. Res. 2025. N 27. P. e65888. <https://doi.org/10.2196/65888>.

15. Ndlovu K., Scott R. E., Mars M. Interoperability opportunities and challenges in linking mhealth applications and eRecord systems: Botswana as an exemplar // BMC Med. Inform. Decis. Mak. 2021. N 21. P. 246. <https://doi.org/10.1186/s12911-021-01606-7>.

16. Mbanugo O. J. The new normal-chronic disease management and digital healthcare practice in rural and low internet environments. GSC Biological and Pharmaceutical Sciences. 2020. N 13(1). P. 279–300. <https://doi.org/10.30574/gscbps.2020.13.1.0315>.

17. The cutoff point of clinical chronic obstructive pulmonary disease questionnaire for more symptomatic patientsn / Y. S. Jo, S. Park, D. K. Kim [et al.] // BMC Pulm. Med. 2018. N 18. P. 38. <https://doi.org/10.1186/s12890-018-0601-0>.

18. Качество жизни больных хронической обструктивной болезнью легких с различным риском развития обострений / Е. Г. Кулик, В. И. Павленко, С. В. Нарышкина, О. М. Гончарова // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2020. Вып. 75. С. 47–52. <https://doi.org/10.36604/1998-5029-2020-75-47-52>.

19. Correlation of chronic obstructive pulmonary disease assessment test and clinical chronic obstructive pulmonary disease questionnaire score with BODE index in patients of stable chronic obstructive pulmonary disease / S. Singh, M. K. Daga, H. S. Hira, L. Kumar, G. Mawari // *Lung. India*. 2018. N 35(6). P. 494–498. https://doi.org/10.4103/lungindia.lungindia_93_18.

20. Synergistic effects of virtual reality and traditional treatment methods in the management of chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / W. Qi, F. Song, M. Li [et al.] // *PeerJ*. 2025. N 13. P. e20047. <https://doi.org/10.7717/peerj.20047>.

References

1. Alghamdi S.M. Content, Mechanism, and Outcome of Effective Telehealth Solutions for Management of Chronic Obstructive Pulmonary Diseases: A Narrative Review. *Healthcare*. 2023;(11):3164. <https://doi.org/10.3390/healthcare11243164>.

2. Pozza M., Navarin N., Sakkalis V., Gabrielli S. Artificial Intelligence Methods and Digital Intervention Strategies for Predicting and Managing Chronic Obstructive Pulmonary Disease Exacerbations: An Umbrella Review. *Healthcare*. 2025;(13):3037. <https://doi.org/10.3390/healthcare13233037>.

3. Ruan H., Zhang H., Wang J., Zhao H., Han W., Li J. Readmission rate for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *Respir. Med.* 2023;(206):107090. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2022.107090>.

4. Shvan L.Yu., Gubareva I.V., Fatenkov O.V., Gubareva E.Yu., Fatenkov D.O. Telemedicine in pulmonology: achievements and prospects. *Ul'yanovskii mediko-biologicheskii zhurnal = Ulyanovsk Me-Wild-Biological Journal*. 2024;(4):6-24. (In Russ.) <https://doi.org/10.34014/2227-1848-2024-4-6-24>.

5. Prawesti G.N., Lo P., Sarasmita M.A., Chen H.Y. Effectiveness of Mobile Health-Based Self-Management Programs on Health-Related Outcomes in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Systematic Review and Meta-Analysis. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2025;(13):e74967. <https://doi.org/10.2196/74967>.

6. Kaur A., Goyal A., Pandhi N. To Study the Correlation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) Assessment Test, Clinical COPD Questionnaire, and BODE Index in Patients of Stable COPD. *Assam. J. Intern. Med.* 2022;(12):18-23. https://doi.org/10.4103/ajom.ajom_21_21.

7. Ait Abdelouahid R., Debauche O., Mahmoudi S., Marzak A. Literature Review: Clinical Data Interoperability Models. *Information*. 2023;(14):364. <https://doi.org/10.3390/info14070364>.

8. Zhou Z., Cheng W., Liu C., et al. Predictive Value of CCQ and its Subdomains for Hospitalized Exacerbations in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A 3-Year Observa-

tional Prospective Study. *J. Gen. Intern. Med.* 2025;(40):1550-1558. <https://doi.org/10.1007/s11606-024-09067-0>.

9. Zhou Z., Cheng W., Liu C., et al. Predictive Value of CCQ and its Subdomains for Hospitalized Exacerbations in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A 3-Year Observational Prospective Study. *J. Gen. Intern. Med.* 2025;(40):1550-1558. <https://doi.org/10.1007/s11606-024-09067-0>.

10. Ali S.A., Saniya H., Naseeruddin K., et al. Psychometric Analysis of Clinical Chronic Obstructive Pulmonary Disease Questionnaire and Chronic Obstructive Pulmonary Disease Assessment Test and Its Correlation with St. George Respiratory Questionnaire in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients. *Indian. J. Respir. Care.* 2022;(11):224-229. https://doi.org/10.4103/ijrc.ijrc_89_22.

11. Gupta N., Pinto L.M., Morogan A., Bourbeau J. The COPD assessment test: a systematic review. *Eur. Respir. J.* 2014;(44):873-884. <https://doi.org/10.1183/09031936.00025214>.

12. Nizov A.A., Ermachkova A.N., Abrosimov V.N., Ponomareva I.B. Comprehensive assessment of the severity of COPD at an outpatient clinic. *Rossiiskii mediko-biologicheskii vestnik imeni akademika I. P. Pavlova = Russian Medical and Biological Bulletin named after Academician I.P. Pavlov.* 2019;27(1):59-65. (In Russ.) <https://doi.org/10.23888/PAVLOVJ201927159-65>.

13. Verburg A.C., van Dulmen S.A., Kiers H., Ypinga J.H., Nijhuis-van der Sanden M.W., van der Wees P.J. Development of a Standard Set of Outcome Domains and Proposed Measures for Chronic Obstructive Pulmonary Disease in Primary Care Physical Therapy Practice in the Netherlands: a Modified RAND/UCLA Appropriateness Method. *Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis.* 2019;(14):2649-2661. <https://doi.org/10.2147/COPD.S219851>.

14. Naranjo-Rojas A., Perula-de Torres L.Á., Cruz-Mosquera F.E., Molina-Recio G. Efficacy and Acceptability of a Mobile App for Monitoring the Clinical Status of Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease Receiving Home Oxygen Therapy: Randomized Controlled Trial. *J. Med. Internet. Res.* 2025;(27):e65888. <https://doi.org/10.2196/65888>.

15. Ndlovu K., Scott R.E., Mars M. Interoperability opportunities and challenges in linking mhealth applications and eRecord systems: Botswana as an exemplar. *BMC Med. Inform. Decis. Mak.* 2021;(21):246. <https://doi.org/10.1186/s12911-021-01606-7>.

16. Mbanugo O.J. The new normal-chronic disease management and digital healthcare practice in rural and low internet environments. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences.* 2020;(13):279-300. <https://doi.org/10.30574/gscbps.2020.13.1.0315>.

17. Jo Y.S., Park S., Kim D.K., et. al. The cutoff point of clinical chronic obstructive pulmonary disease questionnaire for more symptomatic patients. *BMC Pulm. Med.* 2018;(18):38. <https://doi.org/10.1186/s12890-018-0601-0>.

18. Kulik E.G., Pavlenko V.I., Naryshkina S.V., Goncharova O.M. Quality of life of patients with chronic obstructive pulmonary disease with various risks of exacerbations. *Byulleten' fiziologii i patologii dykhaniya = Bulletin of Physiology and Respiratory Pathology*. 2020;(75):47-52. (In Russ.) [https://doi.org/ 10.36604/1998-5029-2020-75-47-52](https://doi.org/10.36604/1998-5029-2020-75-47-52).
19. Singh S., Daga M.K., Hira H.S., Kumar L., Mawari G. Correlation of chronic obstructive pulmonary disease assessment test and clinical chronic obstructive pulmonary disease questionnaire score with BODE index in patients of stable chronic obstructive pulmonary disease. *Lung. India*. 2018;(35):494-498. https://doi.org/10.4103/lungindia.lungindia_93_18.
20. Qi W., Song F., Li M., et al. Synergistic effects of virtual reality and traditional treatment methods in the management of chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PeerJ*. 2025;(13):e20047. <https://doi.org/10.7717/peerj.20047>.

Информация об авторах / Information about the Authors

Трусов Юрий Александрович, врач-кардиолог-клиник, ассистент кафедры пропедевтической терапии с курсом кардиологии, Самарский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара, Российская Федерация, e-mail: yu.a.trusov@samsmu.ru, ORCID: 0000-0001-6407-3880

Yury A. Trusov, Cardiologist at the Clinics, Assistant at the Department of Propedeutic Therapy with a Course in Cardiology, Samara State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Samara, Russian Federation, e-mail: yu.a.trusov@samsmu.ru, ORCID: 0000-0001-6407-3880

Гаранин Алексей Алексеевич, кандидат медицинских наук, доцент, директор научно-практического центра дистанционной медицины, Самарский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара, Российская Федерация, e-mail: a.a.garanin@samsmu.ru, ORCID: 0000-0001-6665-1533

Alexey A. Garanin, Cand. Sci. (Medical), Associate Professor, Director of the Scientific and Practical Center for Distance Medicine, Samara State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Samara, Russian Federation, e-mail: a.a.garanin@samsmu.ru, ORCID: 0000-0001-6665-1533