



Блохин А.А., Шишкин А.Н., Пчелин И.Ю. ✉

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

Модель индикаторов качества жизни у пациентов с кардиологической коморбидностью

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: Блохин А.А. – сбор и подготовка материалов для статьи, разработка модели, подготовка текста статьи; Шишкин А.Н. – подготовка статьи и ее критический пересмотр в части интеллектуального содержания; Пчелин И.Ю. – редактирование, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Подана: 26.03.2025

Принята: 04.08.2025

Контакты: ewan2008@bk.ru

Резюме

Цель. Основной целью данного исследования является разработка подхода для комплексной оценки состояния коморбидных пациентов и математического моделирования влияния бремени коморбидности на показатели качества жизни, связанного со здоровьем.

Материалы и методы. Для моделирования использован метод взвешенной суммы, для оценки коморбидности – индекс Чарлсона (Charlson Comorbidity Index), для анализа качества жизни – опросник SF-36. Учет антропометрических данных проводился с использованием информации, актуальной для популяции России.

Результаты. Разработана концепция интеграции индекса коморбидности Чарлсона и показателей качества жизни, связанного со здоровьем, по SF-36 для комплексного анализа объективного и субъективного состояния коморбидных пациентов. В рамках этой концепции создана гибкая математическая модель, демонстрирующая влияние коморбидности на отдельные показатели качества жизни с учетом антропометрических особенностей пациентов.

Заключение. Модель позволяет прогнозировать изменения качества жизни, связанного со здоровьем, и оценивать бремя коморбидности на его отдельные индикаторы при изменении коморбидного статуса. Предложенный подход к моделированию взаимосвязи объективных параметров состояния пациента и субъективных характеристик качества жизни может быть использован при наличии репрезентативной выборки, отражающей зависимости качества жизни от конкретных коморбидных патологий.

Ключевые слова: коморбидность, ишемическая болезнь сердца, хроническая сердечная недостаточность, качество жизни, индекс коморбидности Charlson, SF-36, бремя коморбидности, сердечно-сосудистая патология, математическое моделирование, индикаторы качества жизни

Blokhin A., Shishkin A., Pchelin I. ✉
St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

Quality of Life Indicators Model in Patients with Cardiac Comorbidity

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: Blokhin A. – materials collection, model design, text writing; Shishkin A. – critical revision in terms of intellectual content; Pchelin I. – editing, final approval of the article version for publication.

Submitted: 26.03.2025

Accepted: 04.08.2025

Contacts: ewan2008@bk.ru

Abstract

Purpose. To elaborate an approach for comprehensive assessment of comorbid patients and mathematical modeling of comorbidity burden impact on health-related quality of life indicators.

Materials and methods. The Weighted Sum Model method was used for modeling, the Charlson index was used for comorbidity assessment, and the SF-36 questionnaire was used for quality of life analysis. Anthropometric data were recorded using information relevant to the general population of the Russian Federation.

Results. The concept of integration of Charlson comorbidity index and SF-36 quality of life indicators for comprehensive analysis of objective and subjective state of comorbid patients was elaborated. Within the framework of this concept, a flexible mathematical model demonstrating comorbidity impact on individual quality of life indicators taking into account anthropometric characteristics of patients was created.

Conclusion. The model allows predicting changes in the quality of life and assessing the impact of comorbidity on its individual indicators when the comorbidity status changes. The proposed approach to modeling the relationship between objective parameters of patient condition and subjective characteristics of quality of life can be used when a representative sample reflecting the dependence of the quality of life on specific comorbid pathologies is available.

Keywords: comorbidity, ischemic heart disease, chronic heart failure, quality of life, Charlson comorbidity index, SF-36, burden of comorbidity, cardiovascular pathology, mathematical modeling, quality of life indicators

■ ВВЕДЕНИЕ: КОМОРБИДНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЖИЗНИ

Практически все взрослые пациенты сегодня в значительной мере обладают более чем двумя хроническими патологиями, которые редко возникают и развиваются изолированно [1]. Чаще всего они оказывают комплексное влияние как на состояние пациента, так и на характер течения других заболеваний. Для оценки таких сочетаний разработано понятие коморбидности.

Коморбидность – это термин, обозначающий одновременное сосуществование нескольких, патогенетически взаимосвязанных между собой болезней. Коморбидность оказывает существенное влияние на течение и исход основного

заболевания, а также на выбор терапевтической стратегии, направленной как против основной патологии, так и на купирование сопутствующих патологических состояний. Кроме того, ее необходимо учитывать при диагностике и на этапе реабилитации пациента [2]. В связи с тем, что сердечно-сосудистая система (ССС) связана и участвует в функционировании всех органов и систем, необходимо принимать во внимание ее состояние при наличии коморбидности [3, 4]. С другой стороны, тяжелые патологические состояния в других органах и системные патологии (эндокринные нарушения, метаболические нарушения, онкологические патологии, заболевания нервной системы) неизбежно влияют на ССС, отягощая имеющиеся или порождая новые заболевания сосудов и сердца. Исследователи при разработке индексов оценки коморбидности практически всегда включают ключевые показатели функции ССС в проектируемые индексы [5–7]. Коморбидные состояния с кардиологическим компонентом существенно влияют на общий функциональный статус и качество жизни пациентов [8].

Под качеством жизни, связанным со здоровьем (КЖСЗ), понимают такой интегральный показатель, который отражает эффект воздействия заболевания (или сочетания заболеваний) и последующей терапии на физическое, психологическое, эмоциональное и социальное функционирование пациента. Таким образом, согласно определению здоровья Всемирной организацией здравоохранения, понятие «качество жизни» является неотъемлемой составляющей понятия «здоровье» [9–11]. Исследование показателей КЖСЗ – эффективный и простой способ оценить и охарактеризовать состояние здоровья и общего благополучия человека. Показатель КЖСЗ обобщенно отражает степень адаптированности человека к болезни (или их совокупности) и возможность выполнения базовых функций, соответствующих его социально-экономическому положению [12]. Личное участие пациента в оценке своего состояния имеет важное значение, поскольку дает возможность пациенту поделиться субъективной информацией о степени удовлетворения аспектами своей жизни, связанными с симптомами заболеваний, психологическими и социальными последствиями. Оценка качества жизни важна не только для определения состояния пациента в конкретный момент, но и может влиять на корректирование тактики лечения, поскольку оптимальным считается лечение, которое не только увеличивает продолжительность жизни, но и улучшает ее качество. В исследованиях показано, что некоторые методы лечения, не влияя существенно на прогноз, могут, тем не менее, улучшить качество жизни, уменьшая клинические проявления заболевания, частоту осложнений и госпитализаций [13].

В существующих исследованиях [7, 8, 14–16] уделяется большое внимание влиянию коморбидности на качество жизни пациентов, отмечается значительная вариабельность распространенности коморбидности в зависимости от возраста и пола пациентов [17], отмечается необходимость более масштабных исследований взаимовлияния качества жизни и коморбидности и их комплексного влияния на состояние пациента [18, 19]. Количественная оценка влияния тяжести кардиологических патологий, таких как артериальная гипертензия (АГ), хроническая сердечная недостаточность (ХСН) и ишемическая болезнь сердца (ИБС), на отдельные компоненты качества жизни у коморбидных пациентов необходима для принятия решений о коррекции терапевтических подходов, направленных на различные сочетания коморбидных заболеваний, а также для реализации



комплексного подхода к реабилитации пациентов, направленного на повышение качества жизни [20–22].

Задача оценки воздействия коморбидности на индикаторы качества жизни сложна ввиду ее многомерности и неоднозначности. В связи с этим авторами предлагается разработать математическую модель коморбидного пациента, которая сможет демонстрировать и прогнозировать влияние отдельных заболеваний и различных их сочетаний на индикаторы качества жизни пациентов разного возраста и пола. Основной целью данного исследования является разработка структуры модели, которая позволит отражать влияние конкретных заболеваний и их коморбидных сочетаний на отдельные индикаторы (и группы индикаторов) КЖСЗ. Наиболее подходящим в данных условиях является моделирование изменения отдельных индикаторов методом взвешенной суммы. Ранее предложенные модели индикаторов КЖСЗ не оценивали их изменения в зависимости от коморбидных комбинаций и индекса коморбидности Чарлсона (Charlson Comorbidity Index, CCI) [8, 16].

■ МЕТОД И ПРОЦЕДУРЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Методом оценки КЖСЗ является опрос пациентов по методике SF-36 (The 36-Item Short Form Health SurveyShort) [23]. Этот опросник состоит из 36 вопросов, сгруппированных в восемь шкал: физическое функционирование, ролевая деятельность, телесная боль, общее здоровье, жизнеспособность, социальное функционирование, эмоциональное состояние и психическое здоровье [24]. Данный опросник наиболее распространен и широко используется в научно-исследовательской и прикладной целях, переведен и валидирован в России. В модели для оценки КЖСЗ используются индикаторы, предложенные этим опросником.

Индекс коморбидности Чарлсона используется для оценки прогноза пациентов с хроническими заболеваниями на основе тяжести сопутствующих и коморбидных патологий [6]. При его разработке использовали данные о пациентах из медицинских центров и анализировали их медицинскую документацию, чтобы выявить заболевания, которые влияли на долгосрочную выживаемость. В результате были выбраны 19 заболеваний и их групп (сахарный диабет, онкологические заболевания, хронические заболевания легких и др.), которые статистически значимо коррелировали с общей смертностью. Каждому из этих заболеваний присваивался вес (от 1 до 6 баллов), отражающий их вклад в риск смертности. Вес рассчитывался на основе многовариантного анализа, который показывал степень воздействия каждого состояния на вероятность летального исхода в течение года. Заболевания, которые редко встречаются или не оказывают значительного влияния на прогноз, были исключены. Это сделало индекс более универсальным для широкого использования в клинической практике [25, 26]. Поэтому оценка коморбидности в данной работе опирается в том числе и на индекс коморбидности Charlson [27]. С учетом изменений (был добавлен учет ИБС и ХСН) 1992 г. он позволяет количественно оценить прогноз у пациентов с длительными сроками наблюдения. Используется балльный метод для каждого из сопутствующих заболеваний (включая сахарный диабет, хронические заболевания легких, заболевания печени, системные заболевания соединительной ткани и пр.) и возраста пациента. Этот индекс рассчитывается в модели как отдельно в качестве справочного значения, так и в качестве фактора, влияющего на индикаторы КЖСЗ.

Для моделирования используется распространенный пакет прикладных офисных программ Microsoft Office Excel 2024, язык программирования Visual Basic for Applications, пакет прикладных программ Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Модель может быть запущена на персональных компьютерах на базе ОС Microsoft Windows 11 с процессором мин. 2,33 ГГц для x86-совместимых процессоров; 1,6 ГГц для нетбуков Intel Atom, 1 Гб доступной оперативной памяти и разрешением дисплея 1024×768 пикселей.

Разработанная нами модель может опираться на клинические и экспериментальные данные, полученные на целевых и популяционных выборках, которые отражают зависимость отдельных индикаторов КЖСЗ от индекса коморбидности, комбинации различных заболеваний и прочих интересующих исследователей факторов. Важным компонентом моделирования является определение стартовых показателей КЖСЗ, на базе которых моделируется влияние сетки коморбидных состояний. В рамках предлагаемой модели мы опирались на популяционные показатели КЖСЗ по SF-36, полученные в исследовании «МИРАЖ». МИРАЖ (Многоцентровое Исследование Результатов и Анализа Жизни) – масштабное мультицентровое исследование, направленное на изучение влияния различных факторов на качество жизни пациентов, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями [24]. Оно было организовано для оценки взаимосвязи между клиническими, психологическими и социальными аспектами здоровья пациентов и их самооценкой КЖ. Одной из целей исследования было исследование влияния сопутствующих заболеваний, уровня физической активности, когнитивного и эмоционального состояния на субъективное восприятие качества жизни. Было отмечено, что женщины часто оценивают свое качество жизни ниже, чем мужчины, при сопоставимых клинических данных, а пожилые пациенты меньше акцентируют внимание на симптомах и больше на социальной поддержке. Поэтому для модели важно было учесть, помимо коморбидности, возраст и пол пациентов. Значения индикаторов КЖСЗ для каждой половозрастной группы размещены в отдельном разделе модели (табл. 1) и могут быть модифицированы вручную, если они отличаются от популяционных значений или изменились с течением времени. Для сокращения использовались принятые аббревиатуры индикаторов: физическое функционирование (PF – Physical Functioning), ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием (RP – Role-Physical Functioning), интенсивность боли (BP – Bodily pain), общее состояние здоровья (GH – General Health), жизненная активность (VT – Vitality), социальное функционирование (SF – Social Functioning), ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием (RE – Role-Emotional), психическое здоровье (MH – Mental Health).

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для моделирования коморбидных состояний были выбраны критерии, которые используются для расчета индекса коморбидности Charlson. Они являются научно обоснованными, определена достоверная корреляция их со смертностью пациентов и тяжестью их состояния, они объективны, опираются на клинические данные, которые легко обнаружить, измерить и учесть. Принимая во внимание преимущественно субъективную составляющую компонентов КЖСЗ, учет объективных данных особенно важен. Кроме того, у всех критериев высокая прогностическая ценность, учитывается возраст пациента, тяжесть его состояний и их сочетаний. Эти критерии

Таблица 1
Базовые значения индикаторов качества жизни для половозрастных групп [24]
Table 1
Baseline values of quality of life indicators for different age and sex groups [24]

Пол	Возраст	n	Mean										SD										MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH	RE	SF	VT	GH	BP	RP	PF	MH
-----	---------	---	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

легко получить и собрать из имеющихся в медицинских базах данных сведений. Для учета влияния на каждый из индикаторов КЖСЗ того или иного критерия в модели предусмотрена таблица функциональной зависимости (табл. 2) с весовыми коэффициентами для линейной зависимости и с возможностью использования своих функций для нелинейных и других сложных форм зависимостей. В демонстрационных целях данные поля заполнены случайными данными. С целью расширения возможностей модели предусмотрены 6 дополнительных критериев, которые можно изменить и учитывать при моделировании. Они не будут приниматься во внимание при расчете индекса коморбидности, но будут отражать влияние на индикаторы КЖСЗ в зависимости от назначенных весовых коэффициентов. Весовой коэффициент отражает степень влияния наличия отдельного критерия на конкретный индикатор качества жизни, он принимает значение от 0 до 1, с точностью до 5 знаков после запятой, где 0 – наибольшее влияние – полностью аннулирует значение индикатора при наличии критерия, а 1 – не имеет никакого влияния на индикатор качества жизни. Для удобства пользователей модель подкрашивает ячейки значений в красный цвет: чем больше влияние, тем больше насыщенность цвета. Окраска пересчитывается в реальном времени при изменении значений. Модель также предполагает отдельный расчет влияния значения индекса коморбидности на качество жизни, поэтому в модели существует отдельная, аналогичная представленной на рисунке, таблица функциональной зависимости, индекс рассчитывается автоматически на основе введенных данных и выводится как справочное значение. Однако весовые коэффициенты или формулы функций для функциональной зависимости предлагается ввести самостоятельно на основе имеющихся или полученных в дальнейших исследованиях данных. Индекс коморбидности в рамках модели может принимать значение от 0 до 29. В таблице также присутствует цветовая градуировка.

Процедура моделирования с точки зрения пользователя заключается в последовательном выполнении следующих шагов:

1. Подготовка модели к использованию. Необходимо ввести весовые коэффициенты (полученные ранее или рассчитанные для конкретной популяции или выборки, либо формулы для нелинейных типов зависимости) в таблицы функциональных зависимостей индикаторов КЖСЗ от критериев и индекса коморбидности (табл. 2). При необходимости откорректировать базовые значения индикаторов КЖСЗ для половозрастных групп (табл. 1).
2. Ввод исходных данных. Внести на главной странице модели значения исходных данных в цифровой форме (значения в вербальной форме будут отражены автоматически): где «№» – номер моделируемого объекта. «Пол»: 0 – для женщин, 1 – для мужчин, 2 – для моделирования без привязки к полу. «Возраст» – число полных лет в годах. «Данные о коморбидности» и «Прочие критерии»: 1 – для наличия критерия у пациента, 0 – при отсутствии данного критерия. В групповых формах критерия, учитывающих степень тяжести, следует указывать 1 только для наиболее тяжелой степени (более легкие следует заполнить 0) заболевания, наличествующего у пациента.
3. Выполнить проверку ввода – поля, заполненные неверно, будут подсвечены красным фоном. Расчет индекса и моделирование выполнены не будут либо будут выполнены с математической ошибкой.

Таблица 2
Функциональная зависимость отдельных индикаторов качества жизни от коморбидных состояний (демонстрационная версия)
Table 2
Functional dependence of individual quality of life indicators on comorbid conditions (a demo version)

Критерий		Влияние критерия на индикатор КЖ							
		PF	RP	BP	GH	VT	SF	RE	MH
Инфаркт миокарда		0,91362	0,99818	0,80674	0,99014	0,87457	0,92120	0,86903	0,90722
Хроническая сердечная не- достаточность		0,94236	0,98336	0,86430	0,80860	0,94377	0,97366	0,91011	1,00000
Заболевания перифериче- ских сосудов		0,82531	0,90718	0,80264	0,81870	0,84019	0,92788	0,97455	0,96878
Инсульт или транзиторная ишемическая атака		0,85778	0,86494	0,88442	0,86891	1,00000	1,00000	1,00000	0,89277
Деменция		0,81098	0,98286	1,00000	1,00000	0,94125	0,88989	0,85437	0,86314
Хроническая обструктивная болезнь легких		0,91234	0,95761	0,84860	0,82767	0,97812	0,89155	0,85330	0,83579
Заболевание соединитель- ной ткани		0,93502	0,88599	0,82371	1,00000	0,87482	1,00000	0,89059	0,94321
Язвенная болезнь		0,99822	0,95354	0,97531	0,91630	0,81870	1,00000	1,00000	1,00000
Болезнь печени	легкая	0,84001	0,89458	0,90486	0,97594	0,90326	0,96410	0,84203	0,99697
	средняя	0,97768	0,95912	0,87565	0,95987	0,91776	1,00000	0,98677	0,95680
	тяжелая	0,86796	0,86779	0,97715	0,83101	0,85461	0,80550	0,80540	0,98280
Сахар- ный диабет	контролируемый диетой	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,89744	0,92531	1,00000
	нетяжелый	0,87761	1,00000	1,00000	0,87514	1,00000	0,88815	0,86088	0,83893
	с повреждением органов-мишеней	0,99837	0,88046	0,88888	0,80333	0,80409	0,92502	0,98696	0,97431
Гемиплегия		0,95523	0,87311	0,90506	0,82281	0,95800	0,87762	0,93033	0,95680
Хрони- ческая болезнь почек	легкая	1,00000	1,00000	1,00000	0,80778	0,91484	1,00000	0,94867	0,98280
	умеренная	0,88608	0,97524	1,00000	0,81309	0,97475	0,82949	1,00000	0,96562
	тяжелая	0,82385	0,91773	0,96015	0,95375	0,89735	0,84638	0,96246	0,87929
Со- лidayная опухоль	локализованная	0,84652	0,87203	0,81410	0,98719	0,81423	0,85982	0,80280	0,97641
	метастатическая	0,90895	0,86796	0,86779	0,97715	0,83101	0,85461	0,80550	0,80540
Лейкемия		0,89085	0,96873	0,85956	0,96377	0,95862	0,98764	0,85562	0,86467
Лимфома		0,96459	0,87138	0,86954	0,89846	0,97985	0,81007	0,96802	0,97641
СПИД		0,99722	0,82001	0,89434	0,94028	0,84917	0,82960	0,81151	0,82593

4. Моделирование. Нажать на кнопку «Моделирование». Модель подсчитает индекс коморбидности, прогноз 10-летней выживаемости и охарактеризует его значение, учтет вклад критериев в индикаторы качества жизни и продемонстрирует результат пользователю в табличной и графической форме.

Процесс моделирования с точки зрения программы заключается в выборе базового значения индикаторов КЖСЗ у половозрастной группы, к которой принадлежит пациент из соответствующей таблицы, с последующим перебором всех присутствующих у пациента критериев. Этот способ расчета модельных значений является более простым, но не сильно менее эффективным, чем другие методы моделирования качества жизни [28]. Для каждого из критериев производится умножение базового

значения каждого из индикаторов КЖСЗ на весовой коэффициент критерия, если он отмечен у пациента. Отдельно выполняется расчет индекса коморбидности и вычисляется его влияние на индикаторы КЖСЗ, аналогично процедуре, предусмотренной для критериев. Фрагмент технической таблицы, демонстрирующий процедуру моделирования, представлен в табл. 3.

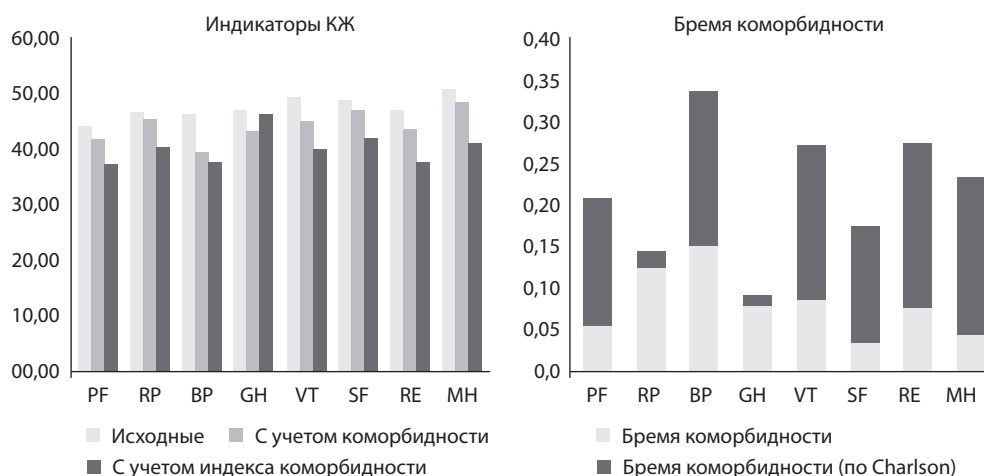
В задачи исследования не входили поиск, проверка и анализ существующих корреляций между КЖСЗ и коморбидностью, расчет весовых коэффициентов, отражающих влияние отдельных заболеваний и их сочетаний на индикаторы качества жизни в конкретной выборке или определение функций нелинейных зависимостей между компонентами модели. Модель предоставляет исследователям возможность ручной коррекции и ввода весовых коэффициентов, параметров и функции зависимостей для моделирования влияния коморбидности на индикаторы качества жизни. Для использования предлагаемой модели, после получения данных от выборки пациентов, необходимо вычислить взвешенные (весовые) коэффициенты. Например, это можно сделать с помощью метода наименьших квадратов, который минимизирует сумму квадратов отклонений между фактическими и предсказанными значениями зависимой переменной. Суть этого метода заключается в построении системы нормальных уравнений, в которой учитываются все независимые переменные, после решения системы будут получены весовые коэффициенты.

Таблица 3
Демонстрация процедуры моделирования значений индикаторов КЖСЗ и расчета индекса коморбидности (фрагмент)
Table 3
Demonstration of modeling values of quality of life indicators and comorbidity index calculation (a fragment)

Критерий			Значение	PF		
				Исходн.	Коэф.	Результ.
Коэффициент – арифметическое среднее			44,48	0,94455	42,01373	
Коэффициент – минимальный из всех				0,91362	40,63782	
Коэффициент – максимальный из всех				0,97768	43,48721	
Индекс коморбидности Charlson			7	44,48	0,84652	37,65321
Инфаркт миокарда			1	44,48	0,91362	40,63782
ХСН			1		0,94236	41,91617
Болезнь печени	легкая	0				
	средняя	1			0,97768	43,48721
	тяжелая	0				
Входной параметр			Вес	Исх.	Балл	
Возраст			–	69	2	
Инфаркт миокарда			1	1	1	
ХСН			1	1	1	
Болезнь печени	легкая	1	0	0		
	средняя	3	1	3		
	тяжелая	3	0	0		
Индекс коморбидности Charlson			7			
Характеристика значения			Очень высокий			
10-летняя выживаемость			0,009%			

Результаты моделирования демонстрируются в табличном виде и в графической форме в виде гистограмм. Также выводятся значения индикаторов качества жизни, характерных для половозрастной группы, к которой относится моделируемый респондент. Моделирование выполняется отдельно по всем критериям и отдельно для расчетного индекса коморбидности. В первую очередь выводятся результаты моделирования по критериям в следующем виде: каждый из индикаторов качества жизни представлен в виде диапазона: минимальное значение (полученное как следствие вклада максимально значащего критерия в исходные данные) – максимальное значение (полученное как следствие вклада минимально значащего критерия в исходные данные). Также каждый из индикаторов представлен в форме арифметического среднего от всех критериев, отмеченных у респондента. Такой способ демонстрации результатов моделирования прост и понятен для исследователей и позволяет сразу использовать числовые значения для расчетов [29]. В том числе демонстрируются результаты расчета индекса коморбидности и прогноз 10-летней выживаемости респондента с таким коморбидным набором. После чего аналогичным образом представлены результаты моделирования КЖСЗ с учетом только индекса коморбидности.

Также модель выполняет расчет «бремени коморбидности» – абсолютное и относительное значение разности индикаторов качества жизни, до учета вклада коморбидного набора в состояние респондента и с учетом такого вклада. Чем оно больше, тем сильнее изменилось значение данного индикатора от этого конкретного набора коморбидных патологий. Для удобства использования в модели также предусмотрена динамическая цветовая градуировка ячеек с результатами моделирования. Все результирующие показатели демонстрируются также в графическом виде для наглядности в форме гистограмм. Для примера на рисунке и в табл. 4 продемонстрирован результат моделирования индикаторов качества жизни у коморбидного пациента мужского пола 69 лет с инфарктом миокарда в анамнезе, хронической сердечной недостаточностью и болезнью печени средней степени тяжести.



Графическое представление результатов моделирования
Graphical presentation of modeling results

Таблица 4
Представление результатов моделирования
Table 4
Presentation of modeling results

PF	RP	BP	GH	VT	SF	RE	MH
Показатели качества жизни (SF-36) без учета коморбидности для антропологической выборки							
44,48 ± 10,60	46,54 ± 10,32	46,50 ± 8,31	47,17 ± 8,09	49,58 ± 9,74	48,95 ± 9,25	47,30 ± 11,15	51,01 ± 8,73
Показатели качества жизни с учетом коморбидности (SF-36) (метод расчета – среднее арифметическое)							
42,01373	45,61944	39,47370	43,37454	45,21861	47,23447	43,60918	48,69789
Показатели качества жизни с учетом коморбидности (SF-36) (метод расчета – минимальный и максимальный коэффициенты)							
40,63 – 43,48	44,63 – 46,45	37,51 – 40,71	38,14 – 46,70	43,36 – 46,79	45,09 – 48,95	41,10 – 46,67	46,27 – 51,01
Бремя коморбидности (abs.)							
0,99 – 3,84	0,08 – 1,90	5,78 – 8,99	0,47 – 9,03	2,79 – 6,22	0,00 – 3,86	0,63 – 6,19	0,00 – 4,73
2,47	0,92	7,03	3,80	4,36	1,72	3,69	2,31
Бремя коморбидности (%)							
2,23% – 8,64%	0,18% – 4,09%	12,44% – 19,33%	0,99% – 19,14%	5,62% – 12,54%	0,00% – 7,88%	1,32% – 13,10%	0,00% – 9,28%
5,54%	1,98%	15,11%	8,05%	8,80%	3,50%	7,80%	4,53%
Показатели качества жизни по SF-36 с учетом индекса коморбидности Charlson							
37,65321	40,58428	37,85565	46,56575	40,36952	42,08819	37,97244	41,32167
Бремя коморбидности (abs.)							
6,83	5,96	8,64	0,60	9,21	6,86	9,33	9,69
Бремя коморбидности (%)							
15,35%	12,80%	18,59%	1,28%	18,58%	14,02%	19,72%	18,99%



В таблице по строкам демонстрируются:

1. Показатели КЖСЗ, характерные для данной половозрастной группы без учета влияния факторов коморбидности.
2. Индикаторы качества жизни с учетом влияния коморбидности, рассчитанные как среднеарифметическое значение индикатора с учетом весовых коэффициентов всех имеющихся у пациента коморбидных факторов.
3. Диапазон изменения (минимальное и максимальное значение) индикаторов коморбидности, которые были рассчитаны после учета влияния коморбидных факторов.
4. Бремя коморбидности (разность между показателем индикатора качества жизни у данного пациента и популяции с учетом пола и возраста) в абсолютном и относительном выражениях.
5. Результат расчета индекса коморбидности Charlson и прогноз 10-летней выживаемости.
6. Показатели изменения качества жизни, диапазон такого изменения и бремя коморбидности с учетом только индекса Charlson.

Коморбидность – широко распространенное явление среди лиц старших возрастных групп – в случае с кардиологическими пациентами играет особое значение ввиду вовлеченности CCC во все жизненные процессы организма [30]. Имеющиеся индексы коморбидности (в том числе индекс Charlson) позволяют всесторонне оценить и привести к единому числовому значению общее бремя коморбидности у конкретного пациента. Одновременное использование индикаторов КЖСЗ предоставляет врачам возможность оценить субъективное состояние пациента и различных компонентов качества жизни. Ввиду большого набора комбинаций различных заболеваний и состояний в условиях коморбидности становится сложным предсказать их взаимное влияние и определить конкретный коморбидный профиль пациента, для этого авторами предлагается использовать разработанную модель [20].

Описанная в статье модель является простым инструментом для научных и прикладных целей. Модель позволяет при наличии данных о влиянии коморбидных комбинаций на индикаторы качества жизни прогнозировать влияние патологических состояний и их сочетаний, пола и возраста на индикаторы качества жизни, а также количественно оценить бремя коморбидности относительно усредненных значений на основе популяционных данных. Использование распространенного пакета прикладных программ MS Office Excel и открытость процедуры моделирования упрощает процесс использования модели исследователями.

В свою очередь внедрение и использование модели преследует целью получение теоретических и прикладных преимуществ. В теоретических исследованиях предложенная модель поможет более глубоко понять взаимосвязи комбинаций заболеваний и индикаторов качества жизни пациентов, которые не всегда очевидны ввиду субъективного характера методик оценки КЖСЗ, а также большого числа возможных комбинаций заболеваний в рамках коморбидного профиля пациентов. Совместный анализ индикаторов качества жизни и коморбидности Charlson могут быть использованы для изучения популяционных данных, анализа факторов риска и прогнозирования в эпидемиологических исследованиях [19]. Модель может служить базой для прогнозирования эффектов различных терапевтических стратегий у различных групп пациентов. Данные о бремени коморбидных сочетаний могут быть

использованы для оценки групп пациентов в исследованиях и учета коморбидности как важного фактора, влияющего на КЖСЗ. Среди прикладных преимуществ можно отметить следующие. Персонализированный подход к лечению, моделирование конкретного пациента (на основе данных о выборке) могут с большей степенью вероятности предложить подходящие методы терапии и избежать излишних лечебных мероприятий, что приведет к оптимизации ресурсов. Прогнозирование результатов лечения и улучшение комплаенса с пациентом: модель позволяет априори оценить и наглядно продемонстрировать пациентам, какие именно изменения в качестве их жизни будут достигнуты в случае успешного лечения коморбидных патологий (например, контроль СД, терапия ХСН или лечение язвенной болезни) и сделать акцент на терапии наиболее обременяющих состояний [12, 17]. Демонстрация результатов моделирования позволит пациентам лучше понять их состояние и активнее участвовать в принятии решений относительно их лечения. Систематический анализ результатов моделирования может быть использован как ценный теоретический ресурс при разработке клинических рекомендаций у коморбидных пациентов, а также при выполнении клинических практических исследований. Стратификация риска: модель может помочь врачам определить группы пациентов с высоким риском неблагоприятных исходов и влияния коморбидного сочетания на индикаторы качества жизни [31, 32].

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная нами модель расширяет возможности исследователей и дополняет данные о влиянии коморбидности у кардиологических пациентов на индикаторы качества жизни пациентов. Перспективы развития предложенной модели заключаются в использовании машинного обучения для прогнозирования сложных взаимозависимостей между группами коморбидных заболеваний и индикаторами КЖСЗ, интеграцией с электронными историями болезни и медицинскими системами для автоматизации учета коморбидных комбинаций и данных о качестве жизни, а также разработку мобильных и веб-приложений для мониторинга изменения качества жизни пациентов в процессе терапии. На данный момент единственной сложной задачей для полноценного использования модели является получение и верификация набора весовых коэффициентов и функциональных зависимостей для конкретной моделируемой выборки или популяции. Таким образом, предложенная модель может стать ценным инструментом как для научного, так и для прикладного использования в сфере здравоохранения.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Lazebnik L.B., Vertkin A.L., Konev Yu.V. *Aging. Professional medical approach (national guidelines)*. Moscow: Exmo, 2014;320 p. ISBN: 978-5-699-68589-9 (In Russian).
2. Mamedov M.N., Badeinikova K.K., Karimov A.K. Targets for the prevention of comorbidity of cardiovascular and cancer diseases. *Russian Cardiological Journal*. 2022;11(27):150–120. DOI: 10.15829/1560-4071-2022-5235 (In Russian).
3. Komissarova S.M., Zakharova E.Yu., Sevrjuk T.V., et al. Predictive value of the global longitudinal strain in hypertrophic cardiomyopathy patients. *Russian Journal of Cardiology*. 2018;2(1):7–12. DOI: 10.15829/1560-4071-2018-2-7-12 (In Russian).
4. Komajda M., Cosentino F., Ferrari R., et al. Profile and treatment of chronic coronary syndromes in European Society of Cardiology member countries: The ESC EORP CICC-LT registry. *European journal of preventive cardiology*. 2021;28(4):432–441. DOI: 10.1093/eurjpc/zwaa047
5. Van Manen J.G., Johanna C.K., Friedo W.D., et al. How to adjust for comorbidity in survival studies in ESRD patients: A comparison of different indices. *American Journal of Kidney Diseases*. 2002;40(1):82–89. DOI: 10.1053/ajkd.2002.33924

6. Hemmelgarn B.R., Manns B.J., Quan H., et al. Adapting the Charlson comorbidity index for use in patients with ESRD. *American Journal of Kidney Diseases*. 2003;42(1 Suppl 2):125–132. DOI: 10.1016/S0272-6386(03)00653-3
7. Blokhin A.A., Shishkin A.N., Minkin S.R. Methods for assessing comorbidity and its role in patients with cardiac pathology. *Bulletin of St. Petersburg University. Medicine*. 2023;18:94–111. DOI: 10.21638/spbu11.2023.201 (In Russian).
8. Nagibina Y.V., Zakharova L.A. Life quality, medical and social characteristics of coronary heart disease patients. *Russian Journal of Cardiology*. 2017;3:155–159. DOI: 10.15829/1560-4071-2017-3-155-159 (In Russian).
9. Velarde-Jurado E., Avila-Figueroa C. Methods for quality of life assessment. *Salud Pública de México*. 2002;44(4):349–361. DOI: 10.1590/S0036-36342002000400009
10. Maggino F. (ed.). *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research*. 1st ed. Cham: Springer International Publishing. 2023;7923 p. DOI: 10.1007/978-3-031-17299-1
11. Novik A.A., Ionova T.I. *Guide to study the quality of life in medicine*. Moscow: Russian Academy of Natural Sciences. 2021; 664 p. ISBN 978-5-373-01011-3 (In Russian).
12. Haacke C., Althaus A., Spotke A., et al. Long-term outcome after stroke: evaluating health-related quality of life using utility measurements. *Stroke*. 2006;37(1):193–198. DOI: 10.1161/01.STR.0000196990.69412.fb
13. Kuz'micheva O.V. *Features of the quality of life of patients with cataracts and glaucoma before and after surgical treatment*. Saint Petersburg, 2011; 110 p. (In Russian)
14. Rashid M., Kwok C.S., Gale C.P., et al. Impact of co-morbid burden on mortality in patients with coronary heart disease, heart failure, and cerebrovascular accident: a systematic review and meta-analysis. // *European heart journal. Quality of care & clinical outcomes*. 2017;3(1):20–36. DOI: 10.1093/ehjqcco/qcw035
15. Lamping D.L. Evaluation of outcomes in chronic venous disorders of the leg: Development of a scientifically rigorous, patient-reported measure of symptoms and quality of life // *Journal of Vascular Surgery*. 2003;37(2):410–419. DOI: 10.1067/mva.2003.152
16. Wang J.J. Risk of Coronary Heart Disease in People with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Meta-Analysis. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. 2021;16:2939–2944. DOI: 10.2147/COPD.S329780
17. Kuan V., Denaxas S., Patalay P., et al. Identifying and visualising multimorbidity and comorbidity patterns in patients in the English National Health Service: a population-based study. *Lancet Digit Health*. 2023;5(1):16–27. DOI: 10.1016/S2589-7500(22)00234-3
18. Wang J.W., Sun L., Ding N., et al. The association between comorbidities and the quality of life among colorectal cancer survivors in the People's Republic of China. *Patient Prefer Adherence*. 2016;10:1071–1078. DOI: 10.2147/PPA.S108509
19. Butterly E.W., Hanlon P., Shah A.S.V., et al. Comorbidity and health-related quality of life in people with a chronic medical condition in randomised clinical trials: An individual participant data meta-analysis. *PLOS Medicine*. 2023;20(1):e1004154. DOI: 10.1371/journal.pmed.1004154
20. Mamedov M.N., Mardanov B.U., Akhmedova E.B. Quality of life and comorbidity index in patients with arterial hypertension and comorbidities. *Preventive medicine*. 2023;26(2):56. (In Russian).
21. Snarska K., Chorąży M., Szczepański M., et al. Quality of Life of Patients with Arterial Hypertension. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*. 2020;56(9):459. DOI: 10.3390/medicina56090459
22. Wong E.L.Y., Xu R.H., Cheung A.W.L. Health-related quality of life among patients with hypertension: population-based survey using EQ-5D-5L in Hong Kong SAR, China. *BMJ Open*. 2019;9(9):e032544. DOI: 10.1136/bmjopen-2019-032544
23. Stewart A.L., Hays R.D., Ware J.E. The MOS short-form general health survey. Reliability and validity in a patient population. *Medical Care*. 1988;26(7):724–735. DOI: 10.1097/00005650-198807000-00007
24. Amirdzhanova V.N., Goryachev D.V., Korshunov N.I., et al. SF-36 questionnaire population quality of life indices Objective. *Rheumatology Science and Practice*. 2008;1(1):36–49. (In Russian). DOI: 10.14412/1995-4484-2008-852
25. Fried L., Bernardini J., Piraino B. Charlson comorbidity index as a predictor of outcomes in incident peritoneal dialysis patients. *American Journal of Kidney Diseases*. 2001;37(2):337–342. DOI: 10.1053/ajkd.2001.21300
26. Christopher J.L., Aravkin A.Y., Zheng P., et al. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*. 2020;10258(396):1223–1249. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30752-2
27. Deyo R.A., Cherkin D.C., Ciol M.A. Adapting a clinical comorbidity index for use with ICD-9-CM administrative databases. *Clinical Epidemiology*. 1992;45(6):613–619. DOI: 10.1016/0895-4356(92)90133-8
28. Balalaa M.S., Mabrouk A. Ben A Wavelet Multiscale Mathematical Model for Quality-of-Life Index Measuring. *Applied Sciences*. 2022;8(12):4058. DOI: 10.3390/app12084058
29. Ilyasov B. Quality of Life: Analyzing the Impact of Factors Related to Health, Based on System and Mathematical Models. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2017;3:100–115. (In Russian).
30. Barbarash O.L., Kashtalap V.V., Shibanova I.A. Cardiovascular comorbidity: Patient with coronary artery disease and peripheral artery atherosclerosis. How to identify and manage the risks of ischemic events? *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2020;4(16):607–613. DOI: 10.20996/1819-6446-2020-08-08
31. Zikov M.V., D'yachenko N.V., Trubnikova O.A., et al. Comorbidity and gender of patients at risk of hospital mortality after emergency percutaneous coronary intervention. *Cardiology*. 2020;60(9):15–20. (In Russian). DOI: 10.18087/cardio.2020.9.n1234
32. Blokhin A.A., Shishkin A.N. The influence of chronic heart failure and comorbidities on the quality of life of patients. *Bulletin of St. Petersburg University. Medicine*. 2024;19(3):205–217. (In Russian). DOI: 10.21638/spbu11.2024.302