

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2024

Зайцева Н.В.¹, Костарев В.Г.², Клейн С.В.¹, Глухих М.В.¹, Кирьянов Д.А.¹

Резервы и ограничения роста ожидаемой продолжительности жизни населения промышленного региона, связанные с потерями по причине болезней системы кровообращения

¹ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 614045, Пермь, Россия;

²Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю, 614016, Пермь, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Текущая проектная деятельность государства по улучшению медико-демографической ситуации предполагает комплексные изменения многих сфер жизнедеятельности общества, в том числе условия жизни трудоспособного населения.

Цель исследования — установить приоритетные факторы производственной среды и трудового процесса по степени их влияния на по возрасту смертность от болезней системы кровообращения (БСК) и оценить резервы увеличения ожидаемой продолжительности жизни (ОПЖ) населения на территории промышленно развитого региона.

Материалы и методы. Использованы ресурсы государственных органов статистики за 2010–2019 гг. по 206 показателям, в том числе по 20 индексам, характеризующим факторы рабочей среды и трудового процесса. Использована модель факторного анализа и искусственной нейронной сети в разрезе 5-летних возрастных групп.

Результаты. Установлен эффект влияния на показатель ОПЖ населения (всего, трудоспособного) на примере Пермского края от изменения комплекса факторов среды обитания по сценарным прогнозам к 2030 г. — 75,87 и 67,81 года соответственно. Получены оценки степени влияния на показатели по возрасту смертности по причине БСК и ОПЖ населения от изменения отдельных групп факторов по ретроспективным данным ((–)48,6–284,5 дня), в частности от улучшения факторов рабочей среды и трудового процесса 11,1–30,3 дня. К 2030 г. прогнозируется рост ОПЖ всего населения от изменения социально-демографических показателей (435,5 дня), показателей образа жизни (172,2 дня), санитарно-эпидемиологических показателей (105,1 дня).

Ограничения исследования. Анализируемый набор данных, ограничения используемой модели, подходы к заданию сценарных условий изменения показателей.

Заключение. На примере промышленно развитого региона выявлены приоритетные факторы, способствующие реализации потенциала увеличения показателя ОПЖ в случае целенаправленной проектной деятельности межведомственного характера, в том числе в сфере улучшения факторов производственной среды и трудового процесса.

Ключевые слова: *ожидаемая продолжительность жизни; факторы среды обитания; искусственная нейронная сеть; трудоспособное население; факторы рабочей среды*

Соблюдение этических стандартов. Для проведения данного исследования не требовалось заключения комитета по биомедицинской этике (исследование выполнено на общедоступных данных официальной статистики).

Для цитирования: Зайцева Н.В., Костарев В.Г., Клейн С.В., Глухих М.В. Кирьянов Д.А. Резервы и ограничения роста ожидаемой продолжительности жизни населения промышленного региона, связанные с потерями по причине болезней системы кровообращения. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2024; 68(6):480–487. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2024-68-6-480-487> <https://elibrary.ru/qdkxky>

Для корреспонденции: Глухих Максим Владиславович, e-mail: gluhih@fcrisk.ru

Участие авторов: Зайцева Н.В. — концепция и дизайн исследования, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи; Костарев В.Г. — концепция и дизайн исследования, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи; Клейн С.В. — редактирование, написание текста, утверждение окончательного варианта статьи; Кирьянов Д.А. — редактирование, написание текста, утверждение окончательного варианта статьи; Глухих М.В. — сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Поступила 03.04.2024 / Принята к печати 03.10.2024 / Опубликовано 28.12.2024

Nina V. Zaitseva¹, Vitalij G. Kostarev², Svetlana V. Kleyn¹, Maxim V. Glukhikh¹, Dmitry A. Kiryanov¹

Reserves and limitations of the gain in life expectancy at birth for people in an industrially developed region associated with losses due to circulatory diseases

¹Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation;

²Federal Service for Surveillance over Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Perm Regional Office, Perm, 614016, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The current project activity of the state aimed to improve the medical and demographic situation in the country involves complex changes in many spheres of society activities including living conditions of working age population.

The purpose of study. Identification of the working environment and labour process priority factors against the background of environmental factors system, according to the measure of their influence on age-specific mortality due to circulatory system diseases and estimation potential for increasing of life expectancy at birth for the industrialized region population.

Materials and methods. Data were taken from state statistical reports issued in 2010–2019. They covered 206 indices, including factors related to workplace setting and work processes (20 items). Using a FA-ANN (factor analysis — artificial neural network) model as by 5-year age groups.

Results. We established certain influence produced on LEB in total and working age population on the example of the Perm Krai by changes in environmental according to scenario forecasts, 75.87 and 67.81 years by 2030. Influence exerted on age-specific mortality rates due to circulatory diseases and LEB by changes in some specific groups of factors was assessed using retrospective data (between (–)48.6 days and 284.5 days), in particular, positive changes in workplace settings and work processes (between 11.1 and 30.3 days within different scenarios). According to our forecast, by 2030 the maximum effect of LEB growth for the population (total and working age) is expected to be associated with changes in sociodemographic indices (435.5 days), lifestyle indices (172.2 days), sanitary-epidemiologic welfare (105.1 days).

Research limitations. The analyzed dataset, limitations of the applied model, approaches to setting scenario conditions for changes in analyzed indices.

Conclusion. Priority factors have been identified on the example of an industrially developed region (the Perm Krai). Changes in them can help use the potential of LEB growth due to targeted interdepartmental project activities including improvement of workplace settings and work processes.

Keywords: life expectancy at birth; environmental factors; artificial neural network; working age population; workplace factors

Compliance with ethical standards. The study does not require the approval of a biomedical ethics committee of other documents (the study was performed using publicly available official statistics).

For citation: Zaitseva N.V., Kostarev V.G., Kleyn S.V., Glukhikh M.V., Kiryanov D.A. Reserves and limitations of the gain in life expectancy at birth for people in an industrially developed region associated with losses due to circulatory diseases. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii / Health Care of the Russian Federation, Russian Journal*. 2024; 68(6): 480–487. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2024-68-6-480-487> <https://elibrary.ru/qdckxy> (in Russian)

For correspondence: Maxim V. Glukhikh, e-mail: gluhih@crisk.ru

Contribution of the authors: Zaitseva N.V. — research concept and design, editing, approval of the final version of the article; Kostarev V.G. — research concept and design, editing, approval of the final version of the article; Kleyn S.V. — editing, writing the text, approval of the final version of the article; Kiryanov D.A. — editing, writing the text, approval of the final version of the article; Glukhikh M.V. — statistical data processing, collection and processing material, writing the text. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received: April 3, 2024 / Accepted: October 3, 2024 / Published: December 28, 2024

Введение

Согласно Единому плану по достижению национальных целей развития Российской Федерации¹ на территории Пермского края (ПК) запланировано, что показатель ожидаемой продолжительности жизни (ОПЖ) к 2030 г. должен составить 76,68 года (71,99 года к 2024 г.). Цели по увеличению показателя ОПЖ могут быть достигнуты за счёт снижения смертности населения по причине болезней системы кровообращения (БСК) и от новообразований, в том числе в трудоспособном возрасте².

Вопросы сохранения здоровья трудоспособного населения признаны актуальными на международном уровне, чему посвящена соответствующая резолюция Всемир-

ной организации здравоохранения [1]. Особое внимание в данном документе уделяется аспектам первичной профилактики профессионально-обусловленных заболеваний, оценке профессиональных рисков, созданию национальных систем эпидемиологического надзора за состоянием здоровья трудоспособного населения. В документах Генеральной ассамблеи ООН, затрагивающих цели устойчивого развития, в качестве одной из задач декларируется «содействие обеспечению надёжных и безопасных условий работы для всех трудящихся» [2]. В 2023 г. Международной организацией труда была разработана «Глобальная стратегия по безопасности и гигиене труда на 2024–2030 годы», также затрагивающая вопросы обеспечения безопасной и здоровой производственной среды, способствующей снижению числа производственных аварий, травм и профессиональных заболеваний с уменьшением социально-экономических издержек [3]. По-прежнему руководящим принципом остаётся профилактика производственных травм, профессиональных заболеваний, смертельных случаев на протяжении всего трудового стажа. Помимо этого выделены тенденции и вызовы, которые будут

¹ «Единый план по достижению национальных целей развития Российской Федерации на период до 2024 года и на плановый период до 2030 года» (утв. распоряжением Правительства РФ от 01.10.2021 № 2765-р).

² Паспорт национального проекта «Здравоохранение» (утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16).

Материалы и методы

актуальными на ближайшее время. К ним относятся как давно известные факторы, касающиеся демографических изменений населения (старение населения), организации труда, гендерной дифференциации труда, условий труда секторов горной промышленности, строительства, сельского хозяйства, так и новые факторы риска, по большей части обусловленные прошедшей пандемией COVID-19 (удалённая/гибридная работа, эргономика рабочего места, психическое здоровье) [4].

Недавним глобальным модификатором общественного здоровья явилась пандемия COVID-19, обусловившая изменение степени проявления профессиональных факторов риска [5, 6], особенно в сфере здравоохранения, касающихся психологических и биологических факторов [7]. Подчёркивается, что современные цифровые технологии способны предоставить новые возможности управления рисками в профессиональной среде в ходе сбора и анализа данных [8]. За последнее время произошли изменения в структуре профессиональных рисков, подходов к их оценке, в связи с чем наравне с традиционными факторами риска, характерными для индустриальной эпохи, оцениваются и имеют значимый вклад социально-экономические, психологические и другие факторы постиндустриального периода [9]. Всё вышеизложенное в полной мере укладывается в современные тенденции в эпидемиологических подходах к оценке здоровья населения как сложной системе, требующей учёта влияния множества факторов и условий [10, 11].

В структуре³ экономики ПК (валовой региональный продукт) в 2021 г. основную долю занимали «обрабатывающие производства» — 28,8% и «добыча полезных ископаемых» — 22,6%, при этом 54,1% работников (7-е место из 14 регионов Приволжского федерального округа — ПФО) организаций по добыче полезных ископаемых и 51,0% работников (4-е место из 14 регионов ПФО) организаций обрабатывающих производств были заняты на работах с вредными и (или) опасными условиями труда⁴. Следует также отметить высокие уровни смертности (общей/по причине БСК) трудоспособного населения ПК в допандемический период, на 2019 г. они составили 581,8 и 182,6 случая на 100 тыс. (1-е и 2-е места по ПФО соответственно) и самые низкие значения ОПЖ среди регионов ПФО (70,9 года — оба пола; 64,9 года — мужчины; 76,8 года — женщины). Сложившиеся условия могут являться предпосылками ухудшения медико-демографической ситуации на территории ПК, в том числе за счёт воздействия факторов производственной среды и трудового процесса на трудоспособное население.

Таким образом, текущие задачи по улучшению медико-демографической ситуации, актуальные тренды изменения структуры профессиональных факторов риска, современные подходы к их оценке и пониманию общественного здоровья как сложной динамической системы определили **цель** исследования — установление приоритетных факторов производственной среды и трудового процесса на фоне системы факторов среды обитания, по критерию влияния на по возрасту смертность по причине БСК и оценка резервов увеличения ОПЖ населения от их изменения на территории промышленно развитого региона.

Исследование причинно-следственных связей между факторами среды обитания и по возрасту показателями смертности по причине БСК, приоритизация факторов и прогнозирование показателя ОПЖ населения осуществлялось при помощи построения гибридной модели [12], сочетающей в себе методы факторного анализа (ФА) и искусственных нейронных сетей (ИНС). Выбор данной модели объясняется наличием множественных взаимосвязей между анализируемыми показателями среды обитания, лучшими прогностическими возможностями ИНС, особенно при работе с большими данными. Итоговая математическая модель состояла из подмодели факторного преобразования системы независимых переменных в общие факторы и ИНС. В качестве входного слоя использовали значения по возрасту смертности населения по причине БСК (0–4 года, 5–9 лет, ..., 85 лет и старше), таким образом, было построено 18 моделей ИНС для каждой возрастной группы, что позволило рассчитывать изменение итоговых значений показателя ОПЖ в связи с изменением коэффициентов смертности по данной причине. В качестве метрики качества предсказываемых моделью значений по возрасту показателей смертности от исходного набора данных оценивали при помощи коэффициента детерминации (R^2), который находился в диапазоне 0,01–0,03 в возрастах 0–19 лет и 0,2–0,7 в возрастах 20–64 года, 0,55–0,75 в возрастах старше 65 лет.

Общее количество исследуемых показателей, характеризующих различные аспекты среды обитания населения, составило 206 единиц. Данные показатели условно объединены в несколько групп факторов: показатели системы здравоохранения (9 ед.), показатели санитарно-эпидемиологического благополучия территорий (63 ед.), экономические показатели (14 ед.), показатели образа жизни (30 ед.), социально-демографической сферы (34 ед.), погоднo-климатические показатели (8 ед.), показатели первичной заболеваемости по 18 классам заболеваний в разрезе основных возрастных групп (48 ед.). К факторам, характеризующим производственную среду, относятся доля рабочих мест, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям на промышленных предприятиях (шум, вибрация, микроклимат, электромагнитные поля, освещённость, ионизирующее излучение), удельный вес рабочих, занятых в условиях, не отвечающих гигиеническим нормативам условий труда (всего, шум, вибрация, неионизирующее излучение, ионизирующее излучение, тяжесть и напряжённость трудового процесса, химический фактор, биологический фактор, освещённость, аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД), микроклимат). Источником данных являлись официальные статистические сборники, справочники, бюллетени государственной службы статистики (Росстат), а также данные ведомственной статистики Роспотребнадзора за 2010–2022 гг. Более подробное описание методического подхода изложено в предыдущих работах авторов [13, 14], а также в МР 2.1.10.0269–21⁵.

Формирование сценариев изменения социально-гигиенических детерминант заключалось в установлении предполагаемых значений независимых переменных,

³ Росстат. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2023: статистический сборник. М.; 2023.

⁴ Росстат. Труд и занятость в России. 2023: статистический сборник. М.; 2023. 180 с.

⁵ МР 2.1.10.0269-21. Определение социально-гигиенических детерминант и прогноз потенциала роста ожидаемой продолжительности жизни населения Российской Федерации с учётом региональной дифференциации (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ А.Ю. Поповой 14.12.2021). М.; 2021. 113 с.

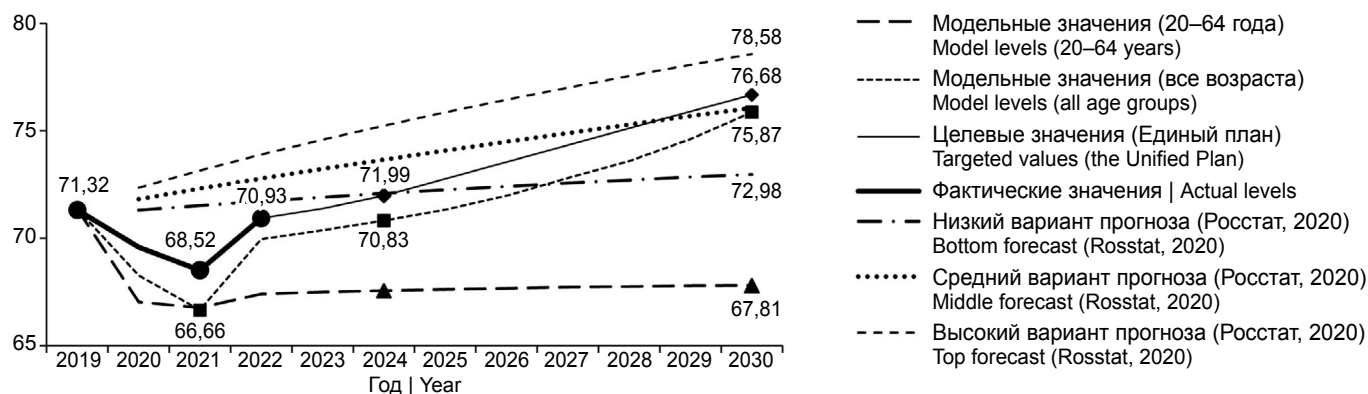


Рис. 1. Фактические, планируемые значения показателя ОПЖ, а также его прогноз по модельным данным изменения повозрастных коэффициентов смертности населения ПК, годы.

Fig. 1. Actual and planned life expectancy at birth (LEB) values and also its forecast by model data of changes in age-specific mortality coefficients among the Perm Krai population, years.

соответствующих базовому состоянию показателей и их изменению согласно целевому сценарию. В качестве базового сценария, применительно ко всем 18 используемым моделям на основе ИНС, использовалась совокупность значений показателей по данным статистики на момент проведения исследования — 2019 г. В качестве основного целевого сценария использовались предполагаемые значения показателей на 2030 г. по трендовым моделям (линейный/логарифмический по критерию большего коэффициента детерминации). Дополнительно проведена ретроспективная оценка влияния рассматриваемых групп факторов среды обитания на показатели повозрастной смертности по причине БСК за 2010–2019 гг. В данном случае базовый сценарий значений показателей соответствовал 2010 г., соответственно целевой — 2019 г. Ввиду исключения данных 2020–2022 гг. для обучения моделей учёт уровней смертности по причине COVID-19 осуществлялся их вычитанием из модельных значений смертности.

Оценка влияния факторов трудовой среды и рабочего процесса на изменение показателей смертности трудоспособного населения по причине БСК проводилась по нескольким сценариям, учитывающим базовые трендовые изменения данных показателей до 2030 г., а также наилучшие значения показателей, установленные за всё время наблюдений на уровне России, ПФО, ПК, а также комбинация всех наилучших условий со всех уровней пространственной агрегации. Сбор, статистическую обработку и визуализацию данных исследования проводили в стандартных пакетах программ MS Excel 2010, RStudio.

Результаты

В результате рассчитанных по трендам значений целевого сценария (к 2030 г.) получен прогнозный потенциал роста показателя ОПЖ от влияния рассматриваемых факторов на коэффициенты смертности по причине БСК в возрастах 20–64 года и всего населения (**рис. 1**).

Расхождение кривых фактических и модельных значений ОПЖ после 2019 г. объясняется многосторонним влиянием пандемии COVID-19, которое не учитывалось на момент обучения используемой модели для прогноза ОПЖ. С учётом данного факта модельные значения показателя ОПЖ к 2030 г. (75,87 года) достаточно близки к среднесрочному прогнозу (76,07 года), который был сделан Росстатом в 2020 г. (до развития пандемии COVID-19), а также к целевому значению ОПЖ соглас-

но «Единому плану...» (76,68 года). Эффект увеличения показателя ОПЖ от сценарного изменения показателей среды обитания, воздействующих только на повозрастные коэффициенты смертности по причине БСК населения трудоспособных возрастов (20–64 года), составил 67,81 года. Как и в случае с ретроспективными оценками ОПЖ за 2010–2019 гг., потенциал роста ОПЖ от снижения коэффициентов смертности по причине БСК только в трудоспособных возрастах ожидаемо ниже общего снижения коэффициентов смертности от всех возрастов.

Анализ эффектов влияния факторов среды обитания на показатель ОПЖ по ретроспективным данным в случае декомпозиции анализируемых показателей на отдельные группы по используемым моделям показал, что за 2010–2019 гг. наибольшее влияние на рост показателя ОПЖ всего населения ПК внесли группы показателей образа жизни (284,5 дня) и социально-демографических показателей (268,1 дня), трудоспособного населения — социально-демографические показатели (88,11 дня) и показатели образа жизни (81,84 дня) (**рис. 2**).

По результатам аналогичного анализа изменения показателя ОПЖ населения (всего, трудоспособного) ПК к 2030 г. установлено значимое влияние показателей социально-демографической сферы и показателей образа жизни. Вместе с тем на основании сценарного изменения показателей к 2030 г. показано значимое влияние показателей санитарно-эпидемиологического благополучия территорий для всего населения и населения трудоспособного возраста (105,14 и 49,29 дня соответственно) (**рис. 3**).

Анализ влияния группы показателей, характеризующих производственную среду, на трудоспособное население ПК за 2010–2019 гг. показал, что их совокупный эффект составил 0,7 дня. Получены результаты оценки степени влияния на показатель ОПЖ от отдельных факторов производственной среды в рамках фактически произошедших изменений. Так, наибольший положительный изолированный эффект (12 дней) в данной группе показателей оказало снижение удельного веса рабочих, занятых в условиях, не отвечающих гигиеническим нормативам по напряжённости трудового процесса с 9,0% до 3,5%. Также значимый эффект (4,1 дня) на увеличение ОПЖ установлен при снижении (с 2,3 до 1,0%) удельного веса рабочих, находящихся под воздействием повышенного (ненормативного) уровня неионизирующего излучения. Свой вклад в снижение смертности трудоспособного на-

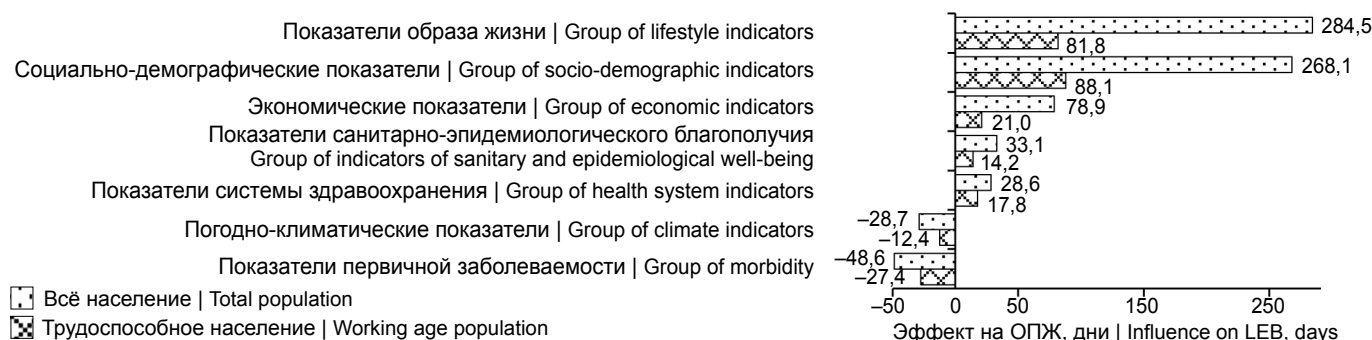


Рис. 2. Модельные значения показателя ОПЖ населения (всего, трудоспособного) по группам факторов за 2010–2019 гг., дни.

Fig. 2. Model Life expectancy at birth (LEB) values for the (total, and working age) population by groups of factors over 2010–2019, days.

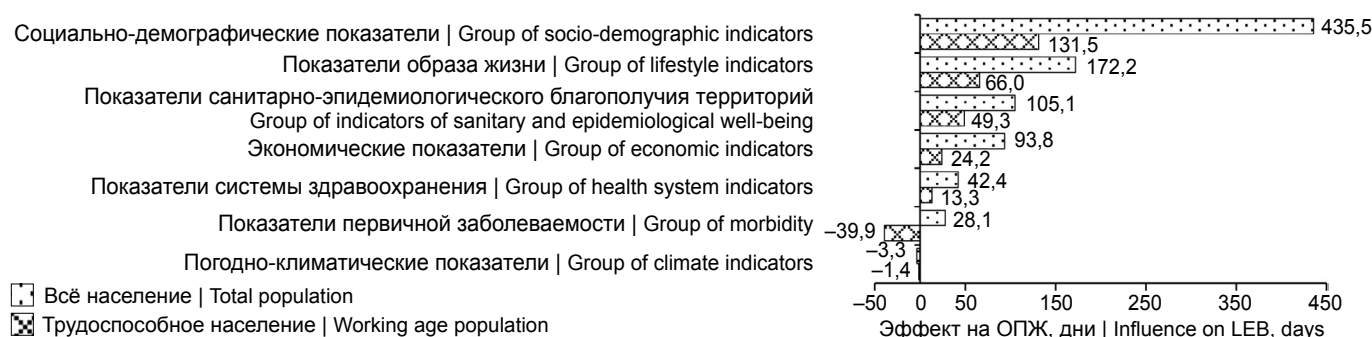


Рис. 3. Прогнозные значения показателя ОПЖ населения (всего, трудоспособного) по группам факторов за 2019–2030 гг., дни.

Fig. 3. Predicted Life expectancy at birth (LEB) values for the total and working age population by groups of factors for the period of 2019–2030, days.

селения по причине БСК и, соответственно, увеличения ОПЖ (2,5 дня) внесла наблюдаемая динамика изменения показателя, характеризующего долю рабочих, занятых в ненормативных условиях по вибрационному фактору (с 7,2 до 4,6%).

Напротив, значимое снижение ОПЖ (6,5 дня) обусловлено регистрируемым ростом удельного веса рабочих, занятых в условиях, не отвечающих гигиеническим нормативам условий труда по химическому фактору с 10,9 до 14,0%. Помимо этого, рост доли занятых в не соответствующих нормативам условиях труда по АПФД с 3,3 до 4,0% ассоциирован со снижением ОПЖ на 1,3 дня. Установлено небольшое отрицательное влияние (0,4 дня) на ОПЖ от увеличения (с 20,0 до 26,0%) доли рабочих мест с регистрируемыми ненормативными условиями труда по шумовому фактору (инфразвук, ультразвук).

При этом наблюдаемые тенденции совокупного изменения данных показателей к 2030 г. от уровня 2019 г. могут опосредованно, через снижение повозрастных коэффициентов смертности по причине БСК, обусловить рост ОПЖ ещё на 1,4 дня. Использование сценариев изменения факторов производственной среды, согласно данным по наилучшим достигнутым (ретроспективным) значениям на уровне ПК, ПФО, РФ, а также всей совокупности наилучших значений, показало более значимый рост показателя ОПЖ в сравнении с установленными по текущим трендам тенденциями к 2030 г. (11,1; 19,7; 22,2 и 30,3 дня соответственно) (**рис. 4**).

Наибольший потенциал изменения показателя ОПЖ за счёт изменения коэффициентов смертности по причине БСК трудоспособного населения наблюдается в сценарии достижения наилучших значений показателей производственной среды и трудового процесса — 30,3 дня.

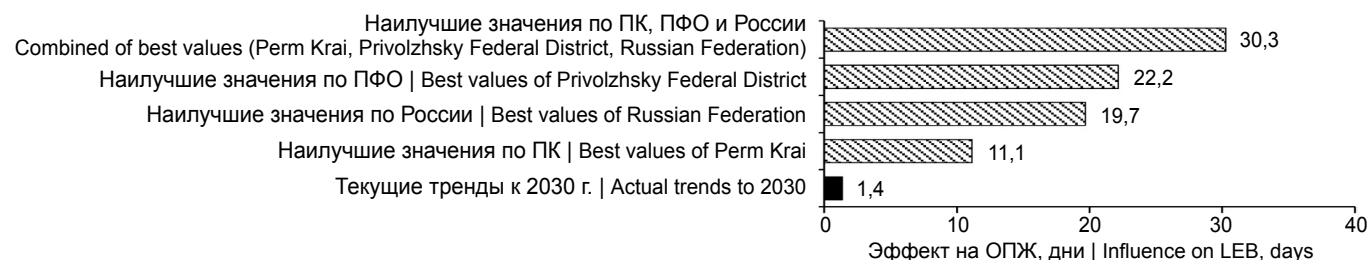


Рис. 4. Прогнозные значения показателя ОПЖ населения ПК к 2030 г. от изменения повозрастных коэффициентов смертности трудоспособного населения (20–64 года) по причине БСК в сценарных условиях изменения факторов производственной среды, дни.

Fig. 4. Predicted Life expectancy at birth values in the Perm Krai population by 2030 by changes in age-specific mortality rates among working age population due to circulatory diseases within scenario conditions of changes in workplace environment, days.

Обсуждение

Согласно использованным моделям прогнозные оценки показателя ОПЖ к 2030 г. от изменения смертности по причине БСК всего населения довольно близки к среднему прогнозу Росстата от 2020 г. и запланированному значению согласно «Единому плану...» (расхождения составили 0,26 и 1,06% соответственно). Причиной различий, кроме указанных выше, явился глобальный модификатор общественного здоровья — пандемия COVID-19, которая вызвала изменения во многих системах общественной деятельности [15].

Установленные приоритеты влияния показателей социально-демографической сферы и образа жизни согласуются с современными оценками по за частую определяющему значению данных факторов на здоровье населения, особенно в развитых странах [16]. Несмотря на чуть меньшие значения степени влияния группы показателей санитарно-эпидемиологического благополучия территории на изменение ОПЖ населения (всего, трудоспособного) по ретроспективным данным (2010–2019 гг. — 33,1 и 14,2 дня соответственно), данная группа имеет значительный нереализованный потенциал увеличения ОПЖ по имеющимся тенденциям изменения данных показателей (к 2030 г. — 105,1 и 49,3 дня соответственно). Динамика изменения группы показателей первичной заболеваемости в разрезе выбранных классов ассоциирована с отрицательным влиянием на показатели по возрастной смертности трудоспособной группы населения (48,6 дня к 2019 г.; 39,3 дня к 2030 г.).

Полученное может указывать на имеющиеся резервы увеличения показателя ОПЖ населения ПК как промышленно развитого региона вследствие снижения по возрастной смертности по причине БСК, главным образом за счёт изменения показателей санитарно-эпидемиологического благополучия территорий и показателей первичной заболеваемости, что может найти отражение в необходимости разработки и проведении медико-профилактических мероприятий, направленных на профилактику, раннюю диагностику и лечение заболеваний, в том числе профессиональных.

Установленное влияние отдельных факторов (напряжённость трудового процесса, неионизирующее излучение, вибрация, запылённость) на по возрастные показатели смертности по причине БСК соответствуют имеющимся научным представлениям о механизмах их влияния, обуславливающих временную нетрудоспособность и профессиональную заболеваемость людей, подверженных факторам производственной среды и трудового процесса [17–21].

В разрезе оценки изолированного влияния факторов производственной среды установлено, что в случае текущих наблюдаемых изменений по данным факторам к 2030 г. прирост ОПЖ от снижения показателей смертности по причине БСК в трудоспособных возрастах обеспечит 9,1 дня. При этом сценарии, в которых данные показатели устанавливаются согласно лучшим реализованным практикам ПК (2010–2019 гг.), а также на других уровнях (ПФО, РФ), отразили более значимые резервы прироста ОПЖ относительно наблюдаемых трендов. Полученный результат указывает на необходимость разработки и реализации медико-профилактических мероприятий в сфере снижения влияния факторов рабочей среды и трудового процесса, в том числе в виде межведомственного взаимодействия.

Ограничения исследования. В качестве ограничений исследования можно выделить анализируемый период и набор данных (модифицирующих факторов), способ их агрегации по группам, отсутствие учёта влияния пандемии COVID-19 при построении моделей, различная доля объяснённой дисперсии по моделям для разных возрастов, подходы к заданию сценарных условий изменения анализируемых показателей.

Заключение

Полученные прогнозные значения ОПЖ населения (всего, трудоспособного) на 2030 г. (75,87 и 67,81 года соответственно) без учёта пандемии COVID-19 свидетельствуют о потенциальной достижимости целевых показателей ОПЖ в случае реализации задач национальных проектов.

Анализ полученных по модели результатов на ретроспективных данных показал, что наибольшее влияние на изменение по возрастной смертности по причине БСК и, соответственно, показателя ОПЖ населения (всего, в том числе трудоспособного) ПК оказали группы показателей образа жизни (284,5 и 81,8 дня соответственно) и социально-демографических показателей (268,1 и 88,1 дня соответственно), при этом отмечается сдерживание роста ОПЖ за счёт группы показателей первичной заболеваемости (–48,6 и –27,4 дня). За аналогичный период производственные факторы в совокупности обусловили прирост ОПЖ порядка 0,7 дня.

Для ПК установлен существенный нереализованный потенциал (резервы) прироста показателя ОПЖ к 2030 г., особенно среди трудоспособного населения, за счёт прогнозируемого улучшения санитарно-эпидемиологических показателей (105,1 и 49,3 дня соответственно) и снижения показателей первичной заболеваемости (28,1 и –39,3 дня соответственно). В случае достижения наилучших значений показателей, характеризующих факторы производственной среды и трудового процесса, по ретроспективным данным, а также данным ПФО, РФ потенциал роста ОПЖ населения ПК может быть более значим (от 11,1 до 30,3 дня), чем по текущим трендам их изменения (1,4 дня).

Выявлены приоритетные факторы производственной среды и трудового процесса, изменение которых, по модельным данным, обусловило наибольший реализованный рост показателя ОПЖ за счёт снижения по возрастной смертности трудоспособного населения по причине БСК: напряжённость трудового процесса (12,0 дня), неионизирующее излучение (4,1 дня), вибрация (2,5 дня). При этом отмечено, что изолированное ухудшение значений по таким факторам, как химический, в том числе АПФД, и шум сопровождается снижением ОПЖ на 6,5, 1,3 и 0,4 дня.

Результаты исследования демонстрируют многоаспектность вопросов, касающихся оценки и прогнозирования здоровья населения, в том числе трудоспособного, в особенности при разработке и обосновании мероприятий по улучшению медико-демографической ситуации на территориях России. На примере промышленно развитого региона (ПК) показан существенный нереализованный потенциал увеличения показателя ОПЖ в случае целенаправленной проектной деятельности межведомственного характера, в том числе в сфере улучшения факторов рабочей среды и трудового процесса.

ЛИТЕРАТУРА

(п.п. 5–12, 15, 16 см. References)

- ВОЗ. Здоровье работающих: глобальный план действий. Резолюция WHA60.26 60-ой сессии Всемирной ассамблеи здравоохранения; 2007. Available at: https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA60/A60_R26-ru.pdf
- ООН. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Резолюция A/RES/70/1 70-ой сессии Генеральной ассамблеи ООН; 2015. Available at: https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_ru.pdf
- МОТ. Глобальная стратегия по безопасности и гигиене труда на 2024–30 годы и план действий по ее осуществлению. Резолюция GB.349/INS/8 349-ой сессии Административного совета МОТ. Доступно: <https://ilo.org/ru/resource/gb/349/глобальная-стратегия-по-безопасности-и-гигиене-труда-на-2024-30-годы-и-план>
- МОТ. «Предложения и дорожная карта по проведению обзора Глобальной стратегии в области безопасности и гигиены труда, ...». Резолюция GB.347/INS/7 347-ой сессии Административного совета МОТ; 2023. Длступно: <https://www.ilo.org/ru/resource/gb/347/предложения-и-дорожная-карта-по-проведению-обзора-глобальной-стратегии-в>
- Глухих М.В., Клейн С.В., Кирьянов Д.А., Камалтдинов М.Р. Прогноз ожидаемой продолжительности жизни населения России на основе модели влияния комплекса социально-гигиенических детерминант на коэффициенты повозрастной смертности на примере болезней системы кровообращения. *Анализ риска здоровью*. 2022; (3): 98–109. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.3.09>
- Зайцева Н.В., Клейн С.В., Глухих М.В., Кирьянов Д.А., Камалтдинов М.Р. Прогноз потенциала роста ожидаемой продолжительности жизни населения Российской Федерации на основе сценарного изменения социально-гигиенических детерминант с использованием искусственной нейронной сети. *Анализ риска здоровью*. 2022; (2): 4–16. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.2.01> <https://elibrary.ru/jkrlpb>
- Бухтияров И.В., Тихонова Г.И., Чуранова А.Н., Горчакова Т.Ю. Временная нетрудоспособность работников в Российской Федерации. *Медицина труда и промышленная экология*. 2022; 61(1): 4–18. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-1-4-18> <https://elibrary.ru/nymfcr>
- Каримова Л.К., Мулдашева Н.А., Шайхлисламова Э.Р., Фагамова А.З., Шаповал И.В., Степанов Е.Г. и др. Особенности формирования профессиональной заболеваемости в зависимости от условий труда в отдельных отраслях экономики Республики Башкортостан. *Медицина труда и промышленная экология*. 2022; 62(2): 115–24. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-2-115-124> <https://elibrary.ru/zyiyhq>
- Бухтияров И.В., Вязовиченко Ю.Е., Хвалюк П.О. Оценка вероятной взаимосвязи между влиянием вредных и (или) опасных условий труда, загрязнением атмосферного воздуха и заболеваемостью злокачественными новообразованиями трахеи, бронхов, легких (С33, С34) у мужского населения Российской Федерации. *Анализ риска здоровью*. 2023; (4): 86–95. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2023.4.08> <https://elibrary.ru/qwrvod>
- Землянова М.А., Кольдибекова Ю.В., Ухабов В.М. Влияние вредных физических факторов и производственной пыли на изменения некоторых биохимических и функциональных показателей состояния сердечно-сосудистой системы и органов дыхания у работников, занятых подземной добычей руды. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; 59(11): 920–5. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-11-920-925> <https://elibrary.ru/mgbzsn>
- Губернский Ю.Д., Гошин М.Е., Банин И.М. Оценка уровня воздействия электромагнитных полей промышленной частоты от различных источников в условиях жилой и офисной среды. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(11): 1045–8. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2017-96-11-1045-1048> <https://elibrary.ru/yobwuw>

REFERENCES

- WHO. Workers' health: global plan of action. Resolution WHA60.26 60-th session World Health Assembly; 2007. Available at: https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA60/A60_R26-ru.pdf (in Russian)
- UN. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution A/RES/70/1 70-th session General Assembly of UN. Available at: https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_ru.pdf (in Russian)
- ILO. Global Strategy on Occupational Safety and Health 2024–30 and plan of action for its implementation. Resolution GB.349/INS/8 349-th session Governing Body of ILO. Available at: <https://ilo.org/resource/gb/349/global-strategy-occupational-safety-and-health-2024-30-and-plan-action-its>
- ILO. «Proposals and road map for the review of the Global Strategy on Occupational Safety and Health...». Resolution GB.347/INS/7 347-th session Governing Body of ILO; 2023. Available at: <https://www.ilo.org/resource/gb/347/proposals-and-road-map-review-global-strategy-occupational-safety-and>
- Ekpanyaskul C., Padungtod C., Kleebeua C. Home as a new physical workplace: a causal model for understanding the inextricable link between home environment, work productivity, and well-being. *Ind. Health*. 2023; 61(5): 320–8. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2022-0083>
- EU-OSHA. Hybrid work: New opportunities and challenges for occupational safety and health. Available at: https://osha.europa.eu/sites/default/files/documents/Hybrid_work_OSH_en_0.pdf
- De Bienassis K., Slawomirski L., Klazinga N. The economics of patient safety Part IV: Safety in the workplace: Occupational safety as the bedrock of resilient health systems. *OECD Health Working Papers*. 2021; (130). <https://doi.org/10.1787/b25b8c39-en>
- EU-OSHA. Smart digital monitoring systems for occupational safety and health: opportunities and challenges. Available at: https://osha.europa.eu/sites/default/files/Smart-digital-monitoring-systems-Opportunities-challenges_en.pdf
- Taylor-Gooby P. New social risks in postindustrial society: Some evidence on responses to active labour market policies from Eurobarometer. *Int. Soc. Secur. Rev.* 2004; 57(3): 45–64. <https://doi.org/10.1111/j.1468-246X.2004.00194.x> <https://elibrary.ru/fozvlv>
- Galea S., Riddle M., Kaplan G.A. Causal thinking and complex system approaches in epidemiology. *Int. J. Epidemiol.* 2010; 39(1): 97–106. <https://doi.org/10.1093/ije/dyp296>
- Diez Roux A.V. Integrating social and biologic factors in health research: a systems view. *Ann. Epidemiol.* 2007; 17(7): 569–74. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2007.03.001>
- Khan F.M., Gupta R., Sekhri S. A novel PCA-FA-ANN based hybrid model for prediction of fluoride. *Stoch. Environ. Res. Risk Assess.* 2021; 35: 2125–52. <https://doi.org/10.1007/s00477-021-02001-4>
- Glukhikh M.V., Kleyn S.V., Kiryanov D.A., Kamaltdinov M.R. Life expectancy at birth for the rf population: prediction based on modeling influence exerted by a set of socio-hygienic determinants on age-specific mortality rates exemplified by diseases of the circulatory system. *Health Risk Analysis*. 2022; (3): 98–109. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.3.09> <https://elibrary.ru/bihdtm>
- Zaitseva N.V., Kleyn S.V., Glukhikh M.V., Kiryanov D.A., Kamaltdinov M.R. Predicting growth potential in life expectancy at birth of the population in the Russian Federation based on scenario changes in socio-hygienic determinants using an artificial neural network. *Health Risk Analysis*. 2022; (2): 4–16. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.2.01> <https://elibrary.ru/bihdtm>
- Miyah Y., Benjelloun M., Lairini S., Lahrichi A. COVID-19 impact on public health, environment, human psychology, global socioeconomy, and education. *ScientificWorldJournal*. 2022; 2022: 5578284. <https://doi.org/10.1155/2022/5578284>
- Marmot M. Social determinants of health inequalities. *Lancet*. 2005; 365(9464): 1099–104. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)71146-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)71146-6)
- Bukhtiyarov I.V., Tikhonova G.I., Churanova A.N., Gorchakova T.Yu. Temporal disability of employees in the Russian Federation. *Meditsina truda i promyshlennaya ekhologiya*. 2022; 61(1): 4–18. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-1-4-18> <https://elibrary.ru/nymfcr> (in Russian)
- Karimova L.K., Muldasheva N.A., Shaikhliislamova E.R., Fagomova A.Z., Shapoval I.V., Stepanov E.G., et al. Features of the occupational morbidity formation depending on working conditions in certain economic sectors in Bashkortostan Republic. *Meditsina truda i promyshlennaya ekhologiya*. 2022; 62(2): 115–24. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-2-115-124> <https://elibrary.ru/zyiyhq> (in Russian)
- Bukhtiyarov I.V., Vyazovichenko Yu.E., Khvalyuk P.O. Assessment of a probable relationship between influence of harmful and (or) hazardous working conditions, ambient air pollution and the incidence

- of malignant neoplasms of the trachea, bronchi, and lungs (C33, C34) in the male population of the Russian Federation. *Health Risk Analysis*. 2023; (4): 86–95. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2023.4.08.eng>
20. Zemlyanova M.A., Koldibekova Yu.V., Ukhlov V.M. The influence of harmful physical factors and industrial dust on changes in some biochemical and functional indicators of the cardiovascular system and respiratory system in workers engaged in underground mining of ore. *Meditsina truda i promyshlennaya ehkologiya*. 2019; 59(11): 920–5. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-11-920-925> <https://elibrary.ru/mgbzsn> (in Russian)
21. Gubernskiy Yu.D., Goshin M.E., Banin I.M. Assessment of levels of electromagnetic fields with power-frequency of 50 Hz from various sources in indoors and office environment. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(11): 1045–8. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2017-96-11-1045-1048> <https://elibrary.ru/yobwur> (in Russian)

Информация об авторах

Зайцева Нина Владимировна, доктор мед. наук, профессор, академик РАН, науч. руководитель ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, 614045, Пермь, Россия. E-mail: znv@fcrisk.ru

Костарев Виталий Геннадьевич, канд. мед. наук, руководитель Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека — Главный государственный санитарный врач по Пермскому краю, 614016, Пермь, Россия. E-mail: urpn@59.rospotrebnadzor.ru

Клейн Светлана Владиславовна, доктор мед. наук, доцент, профессор РАН, зав. отделом системных методов санитарно-гигиенического анализа и мониторинга ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, 614045, Пермь, Россия. E-mail: kleyln@fcrisk.ru

Глухих Максим Владиславович, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., зав. лаб. методов комплексного санитарно-гигиенического анализа и экспертиз отдела системных методов санитарно-гигиенического анализа и мониторинга ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, 614045, Пермь, Россия. E-mail: gluhih@fcrisk.ru

Кириянов Дмитрий Александрович, канд. тех. наук, зав. отделом математического моделирования систем и процессов ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, 614045, Пермь, Россия. E-mail: kda@fcrisk.ru

Information about the authors

Nina V. Zaitseva, DSc (Medicine), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Scientific Director of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-2356-1145> E-mail: znv@fcrisk.ru

Vitalij G. Kostarev, PhD (Medicine), Head of the of the Regional Office of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, Chief State Sanitary Doctor of the Perm Krai, Perm, 614016, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-5135-8385> E-mail: urpn@59.rospotrebnadzor.ru

Svetlana V. Kleyn, DSc (Medicine), Associate Professor, Professor of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Sanitary and Hygienic Analysis and Monitoring Systemic Methods of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-2534-5713> E-mail: kleyln@fcrisk.ru

Maxim V. Glukhikh, PhD (Medicine), senior researcher at the Department of Sanitary and Hygienic Analysis and Monitoring Systemic Methods of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-4755-8306> E-mail: gluhih@fcrisk.ru

Dmitry A. Kiryanov, PhD (Engineering), Head of the Department of Systems and Processes Mathematical Modelling of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-5406-4961> E-mail: kda@fcrisk.ru