

Л.В. Калинина

## СПЕЦИФИКА ОРГАНИЗАЦИИ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ТУБЕРКУЛЕЗНОГО САНАТОРИЯ

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Туберкулезный санаторий  
«Голубая бухта» Минздрава России», Геленджик

Контактное лицо: Калинина Людмила Васильевна: ivanovagolubayabuhta@yandex.ru

### Резюме

В настоящей статье представлена концепция разработки индивидуальной программы реабилитационного лечения пациентов, больных туберкулезом в условиях специализированного санатория. Внедряемая в стране концепция 4П медицины предусматривает индивидуализируемый подход к каждому пациенту при каждом его обращении за медицинской помощью. Концепция включает в себя все варианты профилактических, лечебных и реабилитационных мероприятий при любых заболеваниях и патологических состояниях. Реализация концепции в условиях фтизиатрической службы – это создание эффективной индивидуализированной модели траектории лечения и реабилитации пациентов с различными вариантами туберкулезной инфекции, протекающей, как правило, с «букетом» сопутствующих патологий. Под траекторией понимался объективный научно обоснованный комплекс лечебно-реабилитационных действий, позволяющий при существующем ресурсном обеспечении в условиях полиморбидности выходить на конструирование адекватной и эффективной терапии. Для построения модели реабилитации пациентов использовалась система поддержки принятия врачебных решения, разработанная с применением технологий машинного обучения.

**Цель:** на реальных данных туберкулезного санатория оценить возможность создания индивидуальной программы реабилитации пациентов в условиях полиморбидности с помощью методов машинного обучения.

**Материалы и методы:** когорта пациентов в количестве 450 человек, прошедших III этап реабилитации в условиях туберкулезного специализированного санатория. Для построения модели реабилитации пациентов использовалась система поддержки принятия врачебных решения, разработанная с применением технологий машинного обучения.

**Результаты:** на основании входящих параметров пациентов, результатов лабораторно-инструментальных методов исследования удалось сформировать индивидуальную модель реабилитации пациентов с помощью системы поддержки принятия врачебных решений, построенную на основе методов машинного обучения.

**Вывод:** актуальные вопросы организации реабилитационной помощи пациентам с туберкулезом требуют дальнейшего изучения и улучшения. Разработанная автоматизированная система поддержки принятия врачебных решений, основанная на технологиях искусственного интеллекта, позволила дифференцировать какие из назначенных в условиях полиморбидности процедур дают максимальный оздоровительный эффект.

**Ключевые слова:** реабилитация больных туберкулезом, машинное обучение, санаторно-курортное лечение, туберкулезный санаторий

**Для цитирования:** Калинина Л.В. Специфика организации реабилитационных мероприятий в условиях специализированного туберкулезного санатория //Клинический вестник ФМБЦим. А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 24–30. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-24-30

DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-24-30

L.V. Kalinina

## Specifics of Organizing Rehabilitation Measures in a Specialized Tuberculosis Sanatorium

Federal State Budgetary Institution "Tuberculosis Sanatorium 'Golubaya Bukhta' of the Ministry of Health of Russia",  
Gelendzhik, Russian Federation

Contact person: Kalinina Lyudmila Vasilievna: ivanovagolubayabuhta@yandex.ru

### Abstract

**Relevance:** this article presents the concept of developing an individual program of rehabilitation treatment for patients with tuberculosis in a specialized sanatorium. The 4P-medicine concept being implemented in the country provides for an individualized approach to each patient at each of his visits for medical care. The concept includes all options for preventive, therapeutic and rehabilitation measures for any diseases and pathological conditions. The implementation of the concept in the phthisiatric service is the creation of an effective individualized model of the trajectory of treatment and rehabilitation of patients with various variants of tuberculosis infection, which usually occurs with a "bouquet" of concomitant pathologies. The trajectory was understood as an objective, scientifically based complex of treatment and rehabilitation actions, which, with the existing resource provision in conditions of polymorbidity, allows us to reach the construction of adequate and effective therapy. A medical decision support system developed using machine learning technologies was used to build a model for the rehabilitation of patients.

**Aim:** to evaluate the possibility of creating an individual rehabilitation program for patients in conditions of polymorbidity using machine learning methods based on real data from a tuberculosis sanatorium.

**Materials and methods:** materials and methods. A cohort of patients in the amount of 450 people who underwent the III stage of rehabilitation in a tuberculosis specialized sanatorium. To build a model for the rehabilitation of patients, a medical decision support system developed using machine learning technologies was used.

**Result:** based on the incoming parameters of patients, the results of laboratory and instrumental research methods, it was possible to form an individual model of rehabilitation of patients using a medical decision support system built on the basis of machine learning methods.

**Conclusion:** topical issues of organizing rehabilitation care for patients with tuberculosis require further study and improvement. The developed automated medical decision support system, based on artificial intelligence technologies, made it possible to differentiate which of the procedures prescribed in conditions of polymorbidity have the maximum health-improving effect.

**Keywords:** *rehabilitation of tuberculosis patients, machine learning, sanatorium treatment, tuberculosis sanatorium*

**For citation:** Kalinina LV. Specifics of Organizing Rehabilitation Measures in a Specialized Tuberculosis Sanatorium. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:24-30. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-24-30

## Введение

Санаторно-курортное лечение является важным этапом в организации медицинской реабилитации больных туберкулезом [1]. Использование естественных и реформированных лечебных факторов, кумысолечения, физиотерапии, лечебного питания и активного двигательного режима позволяет повысить эффективность лечения и ускорить процесс реабилитации пациентов [2]. В санатории принято направлять пациентов после окончания интенсивной фазы основного курса лечения для проведения фазы продолжения основного курса в условиях строгой контролируемости терапии, а также после хирургического вмешательства по поводу туберкулеза различных локализаций [3]. Моделью конечного результата санаторного лечения взрослых больных является затихание туберкулезного процесса, увеличения эффекта от стационарного лечения, восстановления нарушенных функций организма и трудоспособности. С целью повышения эффективности комплексного лечения пациентов применяется патогенетическая терапия, которая реализуется посредством применения методов, воздействующих не на возбудителя заболевания (микобактерию туберкулеза), а на состояние различных систем организма пациента. [4] Лечебные физические факторы, оказывают поливалентное воздействие создавая возможность коррекции последствий основного заболевания и сопутствующей патологии, что оказывает существенное влияние на эффективность лечения больных туберкулезом. [5] Многообразие немедикаментозных способов лечения, вошедших в клиническую практику достаточно давно и применяемых в условиях противотуберкулезных санаториев, требует оценки эффективности на основе методов доказательной медицины [6]. В условиях внедрения современной концепции здравоохранения «Медицина 4П», составляющими которого являются персонализация (индивидуальный подход к каждому пациенту), предикция (выявление предрасположенности к развитию заболеваний), превентивность (предотвращение появления заболеваний) и партисипативность (мотивированное участия пациента), особую значимость приобретает возможность построения индивидуальных траекторий реабилитации больных туберкулезом на основании математического анализа эффективности последовательного и сочетанного применения ранее известных и новых методов специфического физического воздействия на ор-

ганизм. Помощь в решении данного вопроса может оказать применение методов машинного обучения (МО) для назначения лечебных процедур. Речь в данном случае идет не о замене медицинских работников электронно-вычислительными машинами, а о создании эффективных систем поддержки принятия клинических решений на основе обобщения опыта предшествующих поколений с целью помощи действующим сотрудникам медицинских организаций. Достижения в области искусственного интеллекта и машинного обучения могут сыграть центральную роль в принятии клинических решений при реабилитации, диагностике функциональных нарушений, разработке, совершенствовании существующих протоколов и создании персонализированных программ реабилитации. применение технологий искусственного интеллекта повышает качество медицинской помощи [7]. Найденные нами в публикациях упоминания о применении методов машинного обучения при реабилитации пациентов с различными заболеваниями встречаются в контексте контроля процесса лечения, а не организации процесса санаторно-курортного лечения и назначения процедур [8]. Современная медицинская диагностика, лечение или реабилитация пациентов выходят на совершенно новый уровень благодаря внедрения в клиническую практику инструментов искусственного интеллекта [7].

Целью исследования было на реальных данных туберкулезного санатория оценить возможность создания индивидуальной программы реабилитации пациентов в условиях полиморбизма с помощью методов машинного обучения.

## Материалы и методы

Для создания современной модели траектории реабилитации в условиях специализированного туберкулезного санатория объектом изучения избрана когорта из 450 пациентов, поступивших на реабилитацию после перенесенного туберкулеза, завершающих основной курс терапии или получающих профилактические курсы химиотерапии. Мужчин в когорте было 193 человека (средний возраст 48,8 года) и 257 женщин (средний возраст 48,9 года).

Все включенные в группу исследования персоны имели прямое отношение к туберкулезной инфекции, а варианты ее представлены в таблице.

Таблица

**Варианты проявления туберкулезной инфекции**  
**Manifestations of tuberculosis**

Вариант проявления туберкулезной инфекции	Абсолютный показатель	% от общего числа
Завершение основного курса химиотерапии	206	45,7
Реабилитация после оперативного лечения по поводу туберкулеза	42	9,3
Крупные остаточные изменения после перенесенного туберкулеза	202	44,8
Состояние после рецидива туберкулеза	31	6,8
Противорецидивное лечение	67	14,8
Сложные жизненные обстоятельства	42	9,3
Сочетанная патология: туберкулез + ВИЧ-инфекция	36	8
Всего	450	100

За единицу исследования принят случай лечения-реабилитации, на каждого пациента оформлена персональная анкета, включающая в себя 211 формализованных характеристик, содержащих паспортные, социальные и медицинские позиции в прошлом и настоящем.

Оцифрованная информация анкет введена в компьютерную базу данных для математического анализа. Массив обработанной информации составил 94 950 единиц анализа и обработок по одной из технологий искусственного интеллекта обучению по прецедентам. Данная технология дает новые знания о событии (в данном случае реабилитации на старте и финише), позволяет объективно характеризовать вектор динамики события (улучшение, стабилизация, ухудшение), при этом выявляя, на фоне каких лечебно-оздоровительных действий произошли позитивные или негативные сдвиги. Знание содержания сдвигов здоровья и стоящих за этим причин будет поводом для введения соответствующих управляющих решений: расширение применения эффективных технологий либо изъятие из практики устаревших и неэффективных методов реабилитации.

Существенное влияние на портрет пациента специализированного туберкулезного санатория оказывали сопутствующие заболевания, при этом почти никогда не удавалось точно детализировать время развития основного заболевания туберкулезом и того, что называют сопутствующей патологией: на каждого из 450 человек отобранной когорты приходилось по 3,1 случаев заболевания или патологического состояния, требовавших дополнительного обследования, расширения дифференцированной диагностики и организации соответствующих лечебно-реабилитационных мероприятий.

Применяемые в практике санатория реабилитационные мероприятия, включающие в себя 104 вида лечебных процедур и их сочетаний, пациентам с полиморбизмом, исключают возможность оценить эффективность или неэффективность каждой из назначенных и проведенных процедур. Врач не имеет возможности вербализовать, какая или какие процедуры привели к ожидаемому эффекту, а какие нет. Невозможность в подобных ситуациях разработать индивидуализированную модель реабилитации человека привела к необходимости изучить, какие и сколько из ряда назначенных процедур влияют на окончатель-

ный клинический эффект реабилитации, путем оценки динамики ряда категориальных и количественных признаков здоровья или нездоровья пациента с использованием технологий машинного обучения.

Средняя длительность пребывания пациента в санатории равняется в среднем 35 койко-дням, что исключает получение исчерпывающей информации о человеке в условиях учреждения, где основной задачей является реабилитация и санаторно-курортное лечение, а система подготовки документации пациентов по месту жительства не всегда удовлетворительна и существенно влияет на организацию реабилитации.

В когорте каждому из пациентов (N = 450) назначалось от 1 до 18 процедур реабилитации, мода составила 6 процедур на 1 пациента. Из доступных для применения в условиях санатория 104 процедур реабилитации, 31 применялись наиболее часто в различных сочетаниях. Учитывая большое количество возможных вариантов сочетания процедур проведен анализ результатов их применения с использованием ЭВМ. Для изучения реально встречающихся вариантов сочетаний процедур реабилитации и результативности каждого из них осуществлялся ввод информации о пациенте, применяемых процедурах реабилитации и результатах их применения в поля электронных таблиц в формате MS Excel, которые анализировались с применением нейросети, обучаемой с наставником, роль которого выполняли врачи-специалисты с большим опытом работы. С помощью математического анализа отобранные наиболее подходящие методы подбора процедур реабилитации для включения их в систему поддержки принятия решений. На основе найденных решающих правил построена компьютерная система в виде электронных таблиц MS Excel. Основываясь на результатах обобщения формализованного и оцифрованного опыта назначений реабилитации, в системе были воспроизведены в цифровом виде стандартные шаги принятия решения при назначении процедур реабилитации. Для обучения системы в таблицы вводились исходные данные пациента из базы исследования с заведомо известным планом реабилитации и результатами лечения, после чего на основании разработанных решающих правил запускался процесс отбора процедур реабилитации, с учетом их сочетаемости и

последовательности применения, для составления и предложения вариантов индивидуального плана реабилитации. Система выдавала результат в виде перечня-классификатора, выявленных вариантов сочетаний процедур и измеренные значения результативности каждого из них.

**Результаты**

На основании входящих параметров пациентов, результатов лабораторно-инструментальных методов исследования удалось сформировать индивидуальную модель реабилитации пациентов с помощью системы поддержки принятия врачебных решений, построенную на основе методов машинного обучения.

В результате исследования проведена экспертная оценка динамики отдельных категориальных и количественных признаков: категориальные – движение данных рентгенологических признаков, психоэмоционального состояния пациентов и динамика признаков системной воспалительной реакции; ко-

личественные – биохимический портрет пациентов, изменение массы тела и жизненной емкости легких.

На рисунке в визуализированном виде представлены абсолютные и относительные величины, характеризующие наличие или отсутствие динамики вышеперечисленных признаков динамики рентгенологических признаков туберкулеза не было у 93,5% оздоровившихся лиц. Вышеизложенное связано прежде всего с тем, что пациенты уже получили необходимую специфическую терапию и признаков туберкулеза в активных фазах у них нет. Чрезвычайно объемный и сложный признак «психоэмоциональное состояние» вписывается в понятие «здоровье», предложенное экспертами Всемирной организации здравоохранения, характеризующееся отсутствием болезней, психическим, физическим и социальным благополучием человека. В реальной жизни этот признак описывает позитивное отношение человека к миру и происходящим в нем событиям. Анализ траектории лечебно-оздоровительных

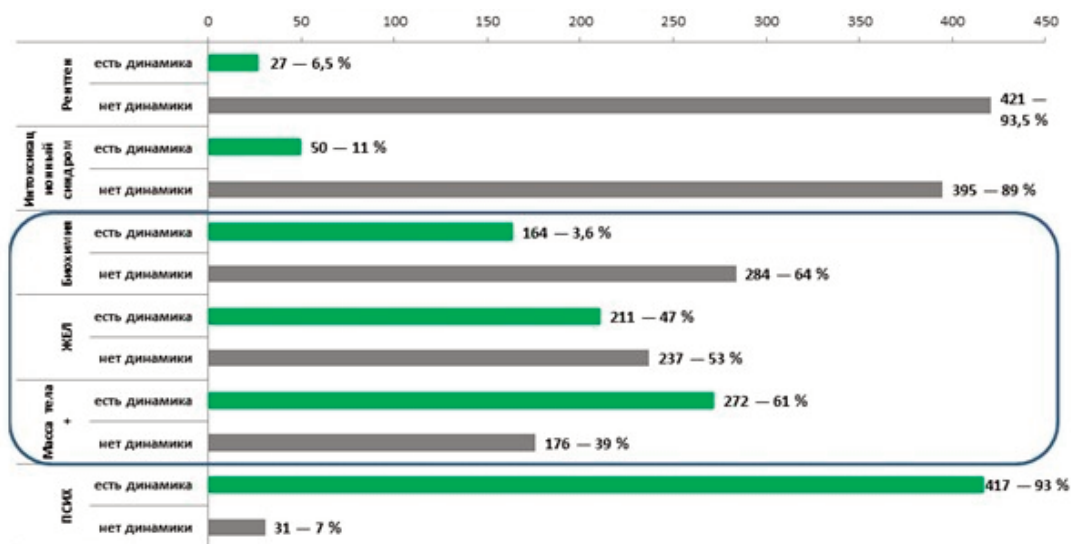


Рис. 1 Динамика отдельных категориальных и количественных признаков  
Fig. 1. Dynamics of individual categorical and quantitative features

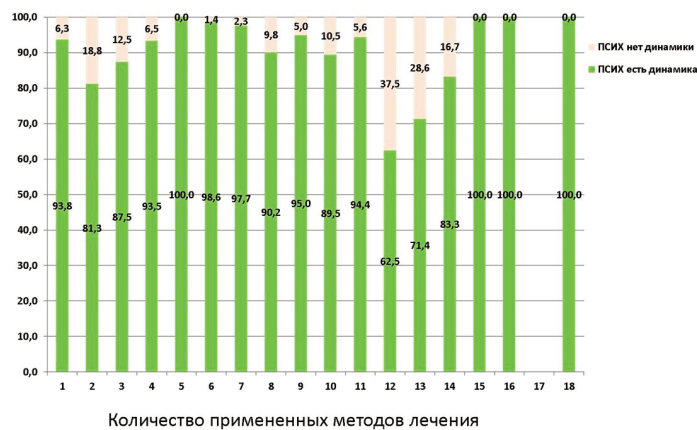


Рис.2. Динамика психоэмоционального состояния  
Fig. 2. The dynamics of the psychoemotional state

мероприятий, включенных в когорту 450 пациентов, выявил, что наиболее часто использовались 18 технологий из арсенала санатория, остальные, примененные 1 – 3 пациентам, в разработку не вошли как не имеющие статистического значения и не влияющие на общий результат.

Не менее важна динамика состояния, носившего долгое время имя «интоксикация», а ныне называемая системной воспалительной реакцией (рис. 3). Уход синдрома в результате комплекса мероприятий, в частности природно-климатических факторов, дозированной талассотерапии, в большинстве ситуаций в 13 из 18 требовал и лекарственной поддержки.

Представленная на рис. 4 информация указывает, что в течение санаторно-курортного этапа лечения у большей части пациентов повысилась жизненная емкость легких, но она не позволяет выделить факторы, оказавшие максимальное влияние на признак, тем более что все пациенты получали различные методы лечения, и ситуация требует подключения других технологий, позволяю-

щих обнаружить доминантные технологии, влияющие на повышение эффективности системы газообмена.

Таким образом, в условиях ограниченного времени пребывания в санатории, относительно короткого общения с лечащим врачом, недостаточно полное и качественное обследование оздоравливающегося по месту жительства возникают проблемы выбора наиболее эффективных протоколов реабилитации. Большая часть признаков здоровья/нездоровья у пациентов санатория носят категориальный характер и мало приспособлены для статистического анализа. Вышеизложенное часто вынуждает врача назначать эмпирическую терапию, компенсируя многие неопределенности назначением большого числа процедур до 18, в среднем 6–12, при этом зная, какая/какие из них достигнут желаемой цели. Назначения системы, врача и изменения назначений автоматически сохранялись в базе данных, что было необходимо для дальнейшего анализа результатов назначений и накопления базы знаний.

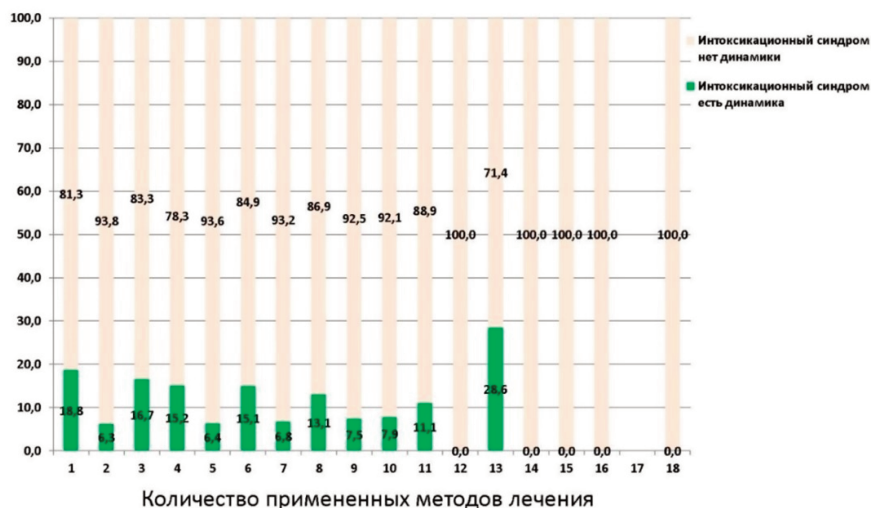


Рис.3. Динамика симптомов системной воспалительной реакции у 450 пациентов  
 Fig.3. Dynamics of symptoms of a systemic inflammatory reaction in 450 patients as a %

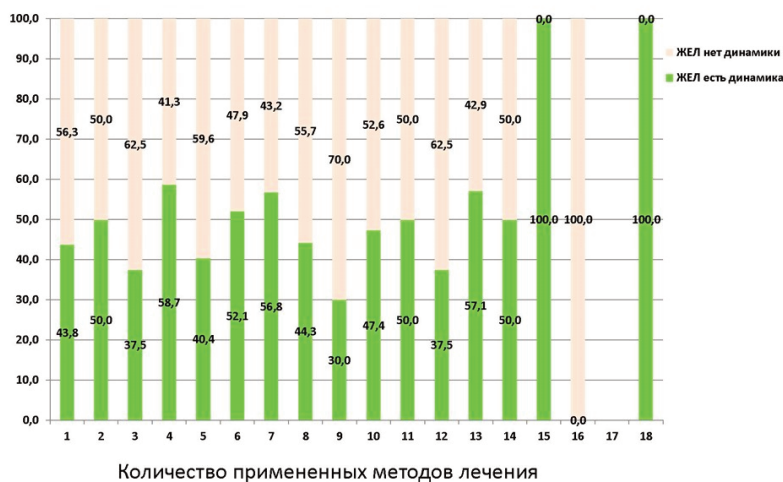


Рис.4. Разделение пациентов по наличию динамики показателей жизненной емкости легких,  
 Fig.4. Division of patients based on the dynamics of their lung capacity as a %

## Обсуждение результатов

### Резюме основного результата исследования.

Применение различных технологий искусственного интеллекта для анализа базы клинических знаний позволило определить перечень из наиболее востребованных методик реабилитации, их типичные результативные сочетания и последовательности применения. Разработанная автоматизированная система поддержки принятия врачебных решений, основанная на технологиях искусственного интеллекта, позволила дифференцировать какие из назначенных в условиях полиморбидности процедур дают максимальный оздоровительный эффект. В 70% случаев назначения компьютерной системы совпадали с назначением врачей. Компьютерную систему следует воспринимать не как замену действующих врачей, а как интеллектуального помощника для более точного назначения процедур и повышения производительности труда.

### Обсуждение результатов исследования

Санаторий не располагает ресурсными возможностями учреждений первичного звена медико-санитарной помощи и имеющих широкий спектр диагностического оборудования и, самое главное, временем. В реальных условиях квалифицированный врач санатория вынужден на основании неполных данных о пациенте и преимущественно категориальных признаках здоровья/нездоровья пациента, ставить диагноз и назначать адекватную диагностику эмпирического лечения, результаты которого непредсказуемы.

Диагностика сопутствующей патологии не всегда должным образом проводится по месту жительства пациента и не в полной мере отражается в направительной документации.

Сложность анализа факторов и ситуаций, имеющих место в санаторной практике, многократно увеличивается тем, что помимо основного заболевания туберкулезом и посттуберкулезными состояниями у каждого поступившего в санаторий имелась разнообразная сопутствующая патология (в среднем 3,1 заболевания на каждого), которые, как и основное заболевание, требуют внимания и соответствующей статистической обработки клинического материала. Подобные проблемы всегда сопровождали и

сопровождает врача санаторного учреждения, вынужденного назначать эмпирическую терапию в условиях полиморбизма, что в конечном итоге практически исключает возможность разработки современных технологий организации реабилитации, таких, например, как создание модели персонализированной траектории лечения. Таким образом, изучив возможности технологий машинного обучения, было принято решение создать автоматизированную систему поддержки принятия врачебных решений, которая может быть использована в реальной санаторной практике и, в конечном итоге, поможет достигнуть персонализированного подхода к реабилитации пациентов, перенесших туберкулез.

## Выводы

1. Организация реабилитационных мероприятий в условиях специализированного туберкулезного санатория требует совершенствования взаимодействий направляющего и принимающего пациентов учреждений с целью повышения уровня преемственности на поле «лечение реабилитация».

2. Опытная эксплуатация системы проведена в ФГБУ туберкулезный санаторий «Голубая бухта» Минздрава России, и показала, что в 70,3 % случаев назначения обученной системы совпадали с назначениями врачей. По мнению практических специалистов СППВР работоспособна и является хорошим помощником при назначении процедур. Случаи несовпадения назначений системы поддержки принятия врачебных решений и врачей регулярно анализировались и при необходимости подвергались коррекции.

3. Разработанная автоматизированная система поддержки принятия врачебных решений, основанная на технологиях искусственного интеллекта, позволила дифференцировать какие из назначенных в условиях полиморбидности процедур дают максимальный оздоровительный эффект.

4. Достигнута возможность выбора наиболее прогностически эффективных процедур и отсева неэффективных на основании измерения меры качества классификатора и границы пригодности метода, полученных при использовании технологий машинного обучения.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Общероссийская общественная организация «Российское общество фтизиатров». Туберкулез у взрослых: Клинические рекомендации. М.: Национальная ассоциация некоммерческих организаций фтизиатров «Ассоциация фтизиатров» 2022 С. 62-63. Электронный ресурс: [https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/16\\_2](https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/16_2) (Дата обращения: 24.06.2023)
2. О совершенствовании организации санаторно-курортной помощи больным в туберкулезных санаториях: приказ Минздрава России от 17 марта 2004 г. №124. Электронный ресурс: <https://base.garant.ru/4179969/> (Дата обращения: 24.06.2023 г.)
3. Баласанянц Г.С. Концепция развития фтизиатрической санаторной помощи больным туберкулезом в Российской Федерации // Медицинский альянс научно-практический журнал. 2013. №4. С.79-83.
4. Чушкин М.И., Стручков П.В., Отс О.Н., Карпина Н.Л. Реабилитация больных с туберкулезом легких и посттуберкулезными изменениями // Клиническая медицина. 2022. Т.100. №2-3. С. 91-96.
5. Щекотдин П.И. Общие принципы применения физических факторов в комплексной терапии туберкулеза // Доктор Лэндинг. 1996. №2. С.43-46.
6. Григорьев Ю.Г. Противопрофиброзная электромагнитная и лазерная терапия во фтизиатрии // Туберкулез и социально значимые заболевания. 2018. №4. С.68-74.
7. Izonin I., Shakhovska N. Special Issue: Informatics and Data-Driven Medicine-2021 // Math Biosci Eng. 2022 Jul 7. V.19. No.10. P. 9769-9772. Doi: 10.3934/mbe.2022454. PMID: 36031967.
8. Liao Y., Vakanski A., Xian M., Paul D., Baker R. A Review of Computational Approaches for Evaluation of Rehabilitation Exercises // Comput Biol Med. 2020 Apr. No.119. P. 103687. Doi: 10.1016/j.compbiomed.2020.103687. Epub 2020 Mar 4. PMID: 32339122. PMCID: PMC7189627.

## REFERENCES

1. Obshcherossiyskaya Obshchestvennaya Organizatsiya Rossiyskoye Obshchestvo Ftiziatrov. *Tuberkulez u Vzroslykh* = Tuberculosis in Adults: Clinical Guidelines. Moscow, Assotsiatsiya Ftiziatrov Publ., 2022. P. 62-63 (In Russ.). URL: [https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/16\\_2](https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/16_2) (Date of Access: 06/24/2023).
2. On Improving the Organization of Spa Care for Patients with Tuberculosis. Order of the Ministry of Health dated March 17, 2004 No. 124 (In Russ.). URL: <https://base.garant.ru/4179969/> (Date of Access: June 24, 2023).
3. Balasanyants G.S. The Concept of Development of Phthisiological Sanatorium Care for Patients with Tuberculosis in the Russian Federation. *Meditinskiy Al'yans Nauchno-Prakticheskiy Zhurnal* = Medical Alliance Scientific and Practical Journal. 2013;4:79-83 (In Russ.).
4. Chushkin M.I., Struchkov P.V., Ots O.N., Karpina N.L. Rehabilitation of Patients with Pulmonary Tuberculosis and Post-Tuberculous Changes. *Klinicheskaya Meditsina* = Clinical Medicine (Russian Journal). 2022;100;2-3:91-96 (In Russ.).
5. Shchekoldin P.I. General Principles of Using Physical Factors in Complex Therapy of Tuberculosis. *Doktor Lending* = Doctor Land-ing. 1996;2:43-46 (In Russ.).
6. Grigor'yev Yu.G. Anti-Fibrotic Electromagnetic and Laser Therapy in Phthisiology. *Tuberkuloz i Sotsial'no Znachimyye Zabolovaniya* = Tuberculosis and Socially Significant Diseases. 2018;4:68-74 (In Russ.).
7. Izonin I., Shakhovska N. Special Issue: Informatics and Data-Driven Medicine-2021. *Math Biosci Eng.* 2022 Jul 7;19;10:9769-9772. Doi: 10.3934/mbe.2022454. PMID: 36031967.
8. Liao Y., Vakanski A., Xian M., Paul D., Baker R. A Review of Computational Approaches for Evaluation of Rehabilitation Exercises. *Comput Biol Med.* 2020 Apr;119:103687. Doi: 10.1016/j.compbiomed.2020.103687. Epub 2020 Mar 4. PMID: 32339122. PMCID: PMC7189627.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.  
**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.  
**Поступила:** 27.07.2025. Принята к публикации: 30.09.2025.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.  
**Financing.** The study had no sponsorship.  
**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.  
**Article received:** 27.07.2025. Accepted for publication: 30.09.2025