УДК 004.8:616.831-005.1-056.266 *DOI: 10.26211/2658-4522-2026-8-2-46-53*

МОДЕЛЬ КЛАССИФИКАЦИИ ГРУППЫ ИНВАЛИДНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ ПРИ ПОСЛЕДСТВИЯХ ОСТРОГО НАРУШЕНИЯ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

Пономаренко Г.Н.[1,2], Михайлишин В.В.[1], Головина Ю.А.[1], Алисханов А.М.[3], Ишутина И.С.[1], Поляков Д.А.[1]

[1]*Федеральный научно-образовательный центр медико-социальной экспертизы и реабилитации им. Г.А. Альбрехта, Бестужевская ул., 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация*

[2] *Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И.Мечникова, Пискарёвский пр., д. 47, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация*

[3] *Федеральное бюро медико-социальной экспертизы, ул. Ивана Сусанина, 3, Москва, 127486, Российская Федерация*

Резюме

Введение. Острое нарушение мозгового кровообращения остаётся одной из ведущих причин инвалидизации с высокой социально-экономической нагрузкой, что требует эффективных инструментов прогнозирования степени нарушенных функций и группы инвалидности.

Цель. Разработать и оценить модель прогнозирования группы инвалидности у пациентов с последствиями острого нарушения мозгового кровообращения при проведении медико-социальной экспертизы.

Материалы и методы. В проспективный анализ включены деперсонализированные данные 3130 пациентов 18 лет и старше, освидетельствованных в бюро МСЭ Ленинградской области по поводу последствий ОНМК. Источниками информации служили направления на МСЭ, акты и протоколы освидетельствования. Построены модели машинного обучения, включая метод опорных векторов, стохастический градиентный спуск, дерево решений, случайный лес (Random Forest) и многослойный перцептрон, с использованием признаков, отражающих пол, возраст, выраженность парезов/параличей, атаксии, афазии, недержания мочи и кала, вестибулярные расстройства и ограничения жизнедеятельности. Качество классификации оценивали по Accuracy, Precision, Recall и F1-мере; для интерпретации применяли метод перестановочной важности признаков.

Результаты. В результате сравнительного анализа наилучшие показатели продемонстрировали дерево решений и случайный лес: согласованные значения Accuracy, Recall и F1-меры около 0,95–0,96. Наибольший вклад в прогноз группы инвалидности, например, внесли степень парезов/параличей и атаксии; вклад вестибулярных расстройств и недержания кала оказался минимальным.

Обсуждение. Полученное распределение групп инвалидности закономерно отражает постинсультный профиль с доминированием двигательных нарушений, что подтверждается максимальным вкладом парезов/параличей и атаксии в классификационные модели. Древовидные алгоритмы показали высокую и согласованную точность, существенно превзойдя линейные методы и многослойный перцептрон, что свидетельствует о нелинейной структуре взаимосвязей признаков.

Заключение. Полученная модель случайного леса позволяет с высокой точностью прогнозировать группу инвалидности у пациентов с последствиями ОНМК; следовательно, она может служить основой локального цифрового сервиса системы поддержки принятия решений, повышающего обоснованность и воспроизводимость решений МСЭ и требующего дальнейшей внешней валидации.

Ключевые слова: острое нарушение мозгового кровообращения, последствия инсульта, инвалидность, медико-социальная экспертиза, ограничение жизнедеятельности, искусственный интеллект, машинное обучение, модель классификации, случайный лес, система поддержки принятия решений.

Пономаренко Г.Н., Михайлишин В.В., Головина Ю.А., Алисханов А.М., Ишутина И.С., Поляков Д.А. Модель классификации группы инвалидности у пациентов при последствиях острого нарушения мозгового кровообращения // Физическая и реабилитационная медицина. – 2026. – Т. 8. – № 2. – С. 46-53. DOI: 10.26211/2658-4522-2026-8-2-46-53.

Ponomarenko GN, Mikhailishin VV, Golovina YA, Aliskhanov AM, Ishutina IS, Polyakov DA. Model' klassifikacii gruppy invalidnosti u pacientov pri posledstvijah ostrogo narushenija mozgovogo krovoobrashhenija [Model for classifying disability groups in patients with consequences of acute cerebrovascular accident]. Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina [*Physical and Rehabilitation Medicine*]. 2026;8(2):46-53. DOI: 10.26211/2658-4522-2026-8-2-46-53. (In Russian).

Виктор Валерьевич Михайлишин/ Victor V. Mikhailishin; e-mail: mikhailishin_v@mail.ru

MODEL FOR CLASSIFYING DISABILITY GROUPS IN PATIENTS WITH CONSEQUENCES OF ACUTE CEREBROVASCULAR ACCIDENT

Ponomarenko GN[1,2], Mikhailishin VV[1], Golovina YA[1], Aliskhanov AM[3], Ishutina IS[1], Polyakov DA[1]

[1] *Albreht Federal Scientific and Educational Centre of Medical and Social Expertise and Rehabilitation, 50 Bestuzhevskay Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation*

[2] *North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 47 Piskarevskiy Ave, 195067 St. Petersburg, Russian Federation*

[3] *Federal Bureau of Medical and Social Expertise, 3 Ivan Susanina Street, 127486 Moscow, Russian Federation*

Abstract

Introduction. Acute cerebrovascular accident remains one of the leading causes of disability with a high socio-economic burden, which requires effective tools for predicting the degree of impaired functions and disability groups.

Aim. To develop and evaluate a model for predicting the disability group in patients with the consequences of acute cerebrovascular accident during a medical and social examination.

Materials and methods. The prospective analysis included depersonalized data from 3,130 patients 18 years of age and older who were examined by the MSE Bureau of the Leningrad Region for the effects of cancer. The sources of information were the directions to the MSE, acts and protocols of the survey. Machine learning models have been built, including the support vector method, stochastic gradient descent, decision tree, Random Forest, and multilayer perceptron, using features reflecting gender, age, severity of paresis/paralysis, ataxia, aphasia, urinary and fecal incontinence, vestibular disorders, and disability. The classification quality was assessed by Accuracy, Precision, Recall, and F1-measure; the method of permutation importance of features was used for interpretation.

Results. As a result of the comparative analysis, the best indicators were demonstrated by a decision tree and a random forest: the agreed values of Accuracy, Recall and F1 measures are about 0.95–0.96. The greatest contribution to the prognosis of the disability group, for example, was made by the degree of paresis/paralysis and ataxia; the contribution of vestibular disorders and fecal incontinence was minimal.

Discussion. The resulting distribution of disability groups naturally reflects a post-stroke profile with a predominance of motor disorders, which is confirmed by the maximum contribution of paresis/paralysis and ataxia to the classification models. Tree-based algorithms have shown high and consistent accuracy, significantly surpassing linear methods and the multilayer perceptron, which indicates the nonlinear structure of feature relationships.

Conclusion. The obtained random forest model makes it possible to predict the disability group in patients with the consequences of stroke with high accuracy; therefore, it can serve as the basis for a local digital decision support system service that increases the validity and reproducibility of MSE decisions and requires further external validation.

Keywords: acute cerebrovascular accident, consequences of stroke, disability, medical and social expertise, disability, artificial intelligence, machine learning, classification model, random forest, decision support system.

Publication ethics. The submitted article was not previously published.

Conflict of interest. There is no information about a conflict of interest.

Source of financing. The study had no sponsorship.

Received: 15.04.2026
Accepted for publication: 15.06.2026

Введение / Introduction

Острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК), несмотря на развитие современной медицины, остается одной из наиболее значимых медицинских и социально-экономических проблем современного здравоохранения. Более 15 миллионов случаев ОНМК ежегодно регистрируется по данным мировой статистики. В России, по данным Федерального научно-исследовательского центра профилактической медицины, число зарегистрированных случаев ОНМК превышает 400 тысяч в год, что обусловливает высокий уровень социальной нагрузки вследствие инвалидизации и потребность в эффективных методах прогнозирования степени нарушенных функций и группы инвалидности.

Инвалидность вследствие ОНМК не только ухудшает качество жизни пациентов, но и создает значительные экономические затраты для системы здравоохранения [1-3].

Обзор отечественной и зарубежной литературы показывает, что за последние годы проведено большое количество исследований, посвященных последствиям ОНМК и их влиянию на функциональные возможности пациентов. В доступных базах данных eLIBRARY.RU, PubMed, Mendeley за период с 2020 по 2025 гг. опубликовано свыше 800 статей, посвященных оценке нарушений функций и ограничений жизнедеятельности у пациентов после инсульта, что свидетельствует о высокой актуальности темы и активном научном интересе.

Ключевой целью статьи является обозначение значимых признаков прогнозирования инвалидности вследствие ОНМК и обоснование разработки предиктивной модели локального цифрового сервиса. В условиях цифровой трансформации и активного внедрения в здравоохранение и социальную сферу искусственного интеллекта решения должны приниматься не интуитивно, а с использованием

соответствующего инструментария для поиска лучшего варианта и обоснованности сделанного выбора [4]. Актуальность разработки систем поддержки принятия решений (СППР) в медицине и экспертизе становится очевидной [5-7].

Современные клинические и экспертные практики сталкиваются с необходимостью повышения точности диагностики, персонализации и оптимизации экспертных процессов, что требует интеграции интеллектуальных решений, способных анализировать сложные медицинские и экспертные сценарии. СППР, основанные на методах искусственного интеллекта и машинного обучения, позволяют преодолеть субъективность человеческого фактора, обеспечивая объективную интерпретацию данных и рекомендаций, что особенно важно в условиях дефицита времени и ресурсов как в здравоохранении, так и при работе государственной службы медико-социальной экспертизы [8, 9]. Особое значение приобретает разработка методов прогнозирования инвалидности на ранних этапах заболевания, что позволяет оптимизировать планирование реабилитационных мероприятий и повысить их эффективность.

В рамках исследования применены общенаучные методы исследования – анализ клинических данных, статистический анализ, моделирование и прогнозирование, методы искусственного интеллекта. Для изучения литературы использован тематический контент-анализ.

Цель / Aim

Целью работы является разработка модели прогнозирования группы инвалидности при проведении медико-социальной экспертизы пациентам после перенесенного ОНМК.

Материалы и методы / Materials and methods

В исследование включён деперсонализированный набор данных 3130 пациентов в возрасте 18 лет и старше с последствиями ОНМК, прошедших освидетельствование в бюро МСЭ Ленинградской области. Источники данных: направления на МСЭ из медицинских организаций, акты и протоколы МСЭ. Целевой признак – установленная группа инвалидности.

Предобработка данных включала унификацию кодировок и шкал, преобразование порядковых оценок в упорядоченные числовые значения, контроль аномалий. Датасет делился на обучающие (0,7) и валидационные (0,3) подвыборки со стратификацией по целевому признаку. Реализация выполнялась на Python с использованием библиотек pandas для табличных операций и scikit-learn для построения и валидации моделей. Качество классификации оценивалось по доле верных ответов (Accuracy), точности (Precision), чувствительности/полноте (Recall) и F1-мере как гармоническому среднему точности и чувствительности [10].

Для интерпретации качества работы ИИ использована методика перестановочной важности (permutation importance): вклад каждого признака оценивали по снижению метрик модели после случайной перестановки его значений [11].

Результаты / Results

Диаграмма распределения пациентов по группе инвалидности представлена на рисунке 1.

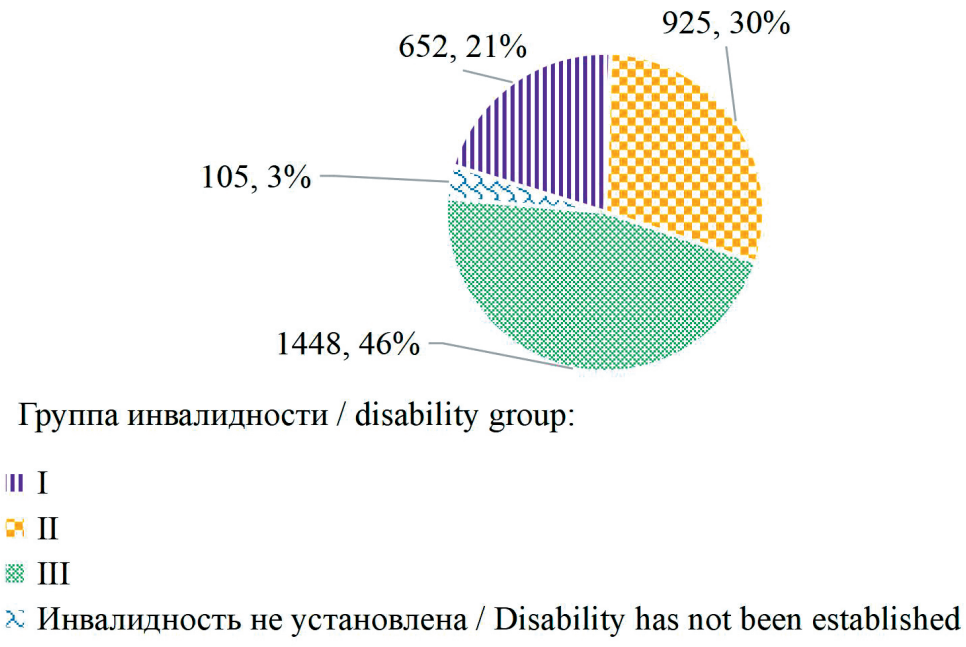

Рисунок 1. Распределение пациентов по группе инвалидности (n=3130)

Figure 1. Distribution of patients by disability group (n=3130)

По группам инвалидности доминирует третья группа – 1 448 (46,3 %), далее вторая – 925 (29,6 %) и первая – 652 (20,8 %); отсутствие установленной инвалидности зафиксировано у 105 (3,4 %). Распределение пациентов по степени выраженности ограничений жизнедеятельности представлено в таблице 1.

Таблица 1 / Table 1

Выявленные ограничения жизнедеятельности у пациентов с ОНМК при прохождении медико-социальной экспертизы / The revealed limitations of vital activity in patients with acute cerebral circulation disorders during medical and social examination

Ограничение способности / Ability limitation	Нет ограничений / No restrictions		I степень / I degree		II степень / II degree		III степень / III degree	
	Количество, чел. / Number, people	Доля, % / Share, %	Количество, чел. / Number, people	Доля, % / Share, %	Количество, чел. / Number, people	Доля, % / Share, %	Количество, чел. / Number, people	Доля, % / Share, %
К обучению / Towards learning	2 961	94,6	90	2,9	53	1,7	26	0,8
К контролю за своим поведением / To control behavior	2 430	77,6	332	10,6	226	7,2	142	4,5
К общению / To communicate	1 748	55,8	789	25,2	480	15,3	113	3,6
К ориентации / Towards orientation	2 197	70,2	481	15,4	307	9,8	145	4,6
К передвижению / To move	425	13,6	1 426	45,6	709	22,7	570	18,2

В исследуемой когорте преобладают ограничения передвижения: любое ограничение (I–III степень) отмечено у 86,4 % (2 705 чел.), в том числе III степень у 18,2 % (570 чел.). Ограничения общения выявлены у 44,2 % (1 382 чел.), ориентации – у 29,8 % (933 чел.), контроля поведения – у 22,4 % (700 чел.). Способность к обучению сохранена у большинства пациентов: ограничения встречаются у 5,4 % (169 чел.), доля выраженных нарушений (III степень) – 0,8 % (26 чел.). Такая структура отражает доминирование двигательных нарушений на фоне относительной сохранности когнитивно-обучающего компонента.

Для оценки предсказательной способности алгоритмов классификации выполнен сравнительный анализ качества работы алгоритмов машинного обучения: метод опорных векторов (SVM), стохастический градиентный спуск (SGD), дерево решений, случайный лес и многослойный перцептрон (MLP). В качестве предикторов использованы: пол, возраст, степени выраженности атаксии, парезов/параличей, афазии, недержания мочи и кала, наличие вестибулярных расстройств. Результаты сравнительного анализа представлены в таблице 2 [12].

Таблица 2 / Table 2

Сравнительный анализ качества работы моделей ИИ на валидационной выборке / Comparative analysis of the quality of AI models based on a validation sample

Архитектура модели / Model Architecture	Accuracy	Precision	Recall	F1 Score
Метод опорных векторов / The Support Vector Machine	0,6052	0,5784	0,6052	0,5082
Стохастический градиентный спуск / Stochastic Gradient Descent	0,6677	0,6777	0,6677	0,5732
Дерево решений / Decision Tree	0,9561	0,9568	0,9561	0,9563
Случайный лес / Random Forest	0,9561	0,9565	0,9561	0,9561
Многослойный перцептрон / Multilayer Perceptron	0,8717	0,8682	0,8717	0,8681

Согласно полученным данным наилучшие результаты показали деревья решений и случайный лес: метрики на уровне 0,96 у обеих моделей, что указывает на высокую согласованность метрик и уверенное разделение классов. Многослойный перцептрон продемонстрировал более низкое качество работы в задаче классификации на используемой выборке. Результаты других моделей оказались значительно ниже.

Перестановочная важность признаков представлена на рисунке 2.

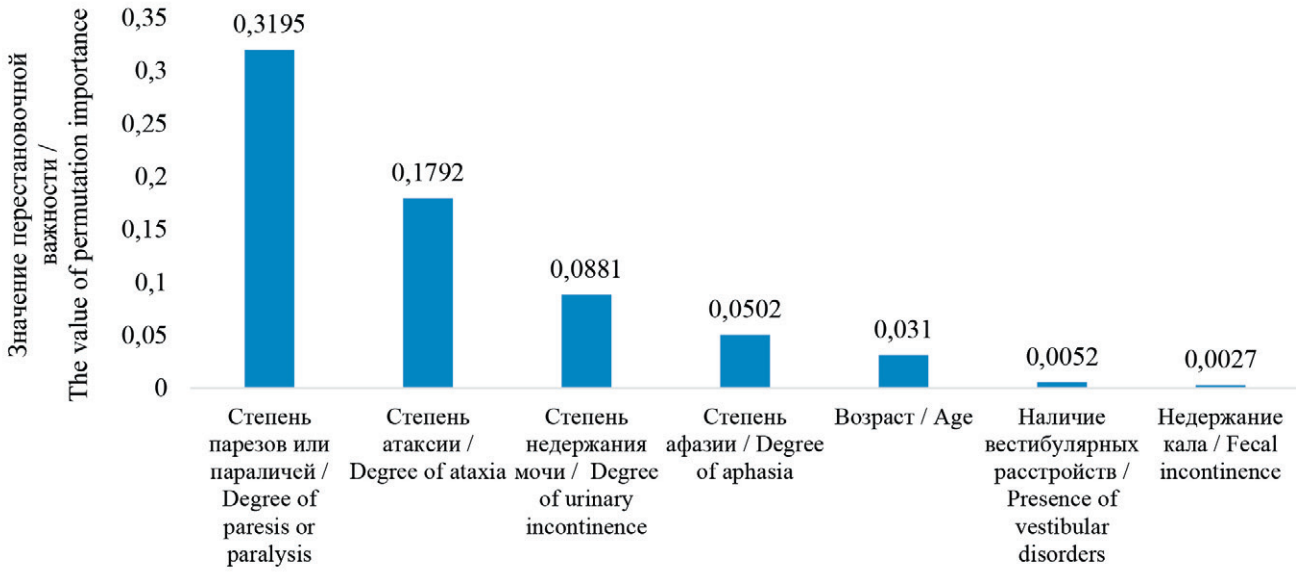

Рисунок 2. Важность признаков в модели случайного леса (Random forest)

Figure 2. The importance of features in the Random Forest model

Независимая оценка значимости признаков методом перестановочной важности показала, что модель преимущественно опирается на выраженность двигательного дефицита. Наибольший вклад в качество прогноза группы инвалидности вносит степень парезов/параличей (0,3195) и степень атаксии (0,1792). Признаки со средним влиянием: степень недержания мочи (0,0881), степень афазии (0,0502) и возраст (0,031). Вклад вестибулярных расстройств (0,0052) и недержания кала 0,0027 близок к нулю и для первых двух сопоставим со стандартным отклонением, что указывает на низкую устойчивость их рангов в данной выборке.

Обсуждение / Discussion

Структура распределения по группам инвалидности в когорте (n=3130) соответствует ожидаемому профилю последствий ОНМК: преобладает III группа (46,3 %), затем II (29,6 %) и I (20,8 %); отсутствие установленной инвалидности отмечено у 3,4 %. Такая картина сочетается с выраженным уклоном в сторону двигательных нарушений. По таблице 1 доля пациентов с любым ограничением передвижения (I–III степень) достигает 86,4 %, при этом III степень составляет 18,2 %. Ограничения общения встречаются у 44,2 %, ориентации – у 29,8 %, контроля поведения – у 22,4 %. Способность к обучению сохраняется у большинства: совокупная доля ограничений – 5,4 %, из них III степень – 0,8 %. Наблюдаемая конфигурация указывает на ведущую роль моторного дефицита при сравнительно меньшем снижении обучаемости и поведенческого самоконтроля.

Прослеживается связь группы инвалидности с профилем ограничений. Высокая распространённость ограничений передвижения и их градуированная выраженность согласуются с большей вероятностью установления более «тяжёлой» группы. Такая соотнесённость соответствует логике действующих критериев МСЭ, где степень стойкого ограничения жизнедеятельности определяет исход решения по группе.

Отнесение ведущей роли двигательному дефициту согласуется и с результатами перестановочной важности: максимальный вклад демонстрируют степень парезов/параличей (0,3195) и атаксия (0,1792); среднее влияние – недержание мочи (0,0881), афазия (0,0502), возраст (0,0310);

вклады вестибулярных расстройств (0,0052) и недержания кала (0,0027) близки к нулю и сопоставимы со стандартными отклонениями оценок. Такая иерархия признаков клинически обоснована и соотносится с практикой применения критериев, закреплённых нормативно, где устойчивые нарушения функции движения обладают решающим весом при установлении степени ограничения способности к самообслуживанию, передвижению и трудовой деятельности [13].

Сравнительный анализ алгоритмов подтверждает преимущество древовидных подходов на данной задаче и наборе признаков. Дерево решений и случайный лес демонстрируют согласованные метрики точности, полноты и F1 на уровне 0,956–0,9563, что указывает на уверенное разделение классов при умеренном количестве предикторов и наличии нелинейных зависимостей. Многослойный перцептрон показывает более низкие показатели (F1 ≈ 0,868), а линейные методы (SVM, SGD) уступают ещё сильнее, что соответствует их чувствительности к нелинейной структуре данных и возможным взаимодействиям признаков. С практической точки зрения рационально рассматривать интерпретируемое дерево решений в качестве базовой модели для экспертного разбора кейсов и аудита, а случайный лес – как производственный вариант с лучшим обобщающим потенциалом. MLP может служить альтернативой после углублённого тюнинга гиперпараметров и расширения признакового пространства.

Интерпретация модели согласуется с клинической картиной. Преобладание вклада парезов/параличей и атаксии отражает центральное значение пирамидных и мозжечковых нарушений для реального уровня самостоятельности пациента. Средняя значимость афазии и возрастного фактора объяснима влиянием на коммуникацию и резерв адаптации, однако их вклад ниже по сравнению с моторным компонентом. Минимальная значимость вестибулярных расстройств и недержания кала, вероятно, обусловлена меньшей представленностью, вариабельностью регистрации и косвенным влиянием на решающие для МСЭ домены (самообслуживание, передвижение, труд). Разработанная модель может применяться в деятельности врачей по МСЭ в качестве вспомогательного инструмента при условии внешней валидации, формализации процедур интерпретации и интеграции в действующие регламенты.

Заключение / Conclusion

В исследовании оценён профиль ограничений жизнедеятельности и построены модели прогнозирования группы инвалидности на материалах 3130 взрослых пациентов с последствиями ОНМК, освидетельствованных в бюро МСЭ Ленинградской области. В выборке преобладает III группа; наиболее часты ограничения передвижения (86,4 %) при сохранности способности к обучению. Сравнение алгоритмов показало превосходство древовидных подходов: дерево решений и случайный лес продемонстрировали высокое качество работы: Accuracy, Recall, F1 ≈ 0,956. Многослойный перцептрон уступил, линейные методы показали более низкое качество. Перестановочная важность подтвердила ведущую роль двигательного дефицита: максимальные вклады у степени парезов/параличей и атаксии; умеренные – у недержания мочи, афазии и возраста; минимальные – у вестибулярных расстройств и недержания кала. Таким образом разработанная модель случайного леса для классификации группы инвалидности обладает высоким качеством работы и может быть применена в практической деятельности врачей по МСЭ.

Этика публикации. Представленная статья ра нее не публиковалась.

Конфликт интересов. Информация о конфликте интересов отсутствует.

Источник финансирования. Исследование не имело спонсорской поддержки

Литература

1. Николаев В.А., Николаев А.А. Инсульт: статистика и динамика заболеваемости в России // Менеджер здравоохранения. – 2025. – № 6. – С. 133–147. DOI: 10.21045/1811-0185-2025-6-133-147.
2. Abilova G., Kamkeh V., Kalmatayeva Zh. Predictive Estimations for Patients Who Have Suffered From Acute Cerebrovascular Accident and Have Undergone Rehabilitation. Open Access Maced J Med Sci. 2022;10(E):1024-8. DOI: 10.3889/oamjms.2022.9943.
3. Albu S., Izcara López De Murillas E., Secanell Espluga M., et al. Clinical profiles and functional outcomes in elderly stroke survivors undergoing neurorehabilitation: a retrospective cohort study. Egypt J Neurol Psychiatr Neurosurg. 2024;60(1):102. DOI: 10.1186/s41983-024-00877-x.
4. Гюльбяков Н.Р., Алексеева Н.В., Гюльбякова Х.Н. Цифровизация в здравоохранении: актуальный обзор литературы // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 11. – С. 47–52.
5. Михайлишин В.В., Головина Ю.А., Пономаренко Г.Н., Большаков В.А. Система поддержки принятия экспертных решений при медико-социальной экспертизе детей с детским церебральным параличом // Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. – 2024. – Т. 6. – № 3. – С. 345–357.
6. Maholela P, Frederico O, Chongo I, Rafael J. Creatinga clinical decision-making algorithm in order tobuild a one health knowledge repository to help supportand improve the public health surveillance system.Popul Med. 2023;5(Supplement). DOI: 10.18332/popmed/164729.
7. Труханова И.Г., Гуреев А.Д., Бибикова Е.Г., Сорокина В.В. Актуальные достижения для системы поддержки принятия врачебных решений на базе технологий искусственного интеллекта

// Инновации и инвестиции. – 2024. – № 12. – С. 532–534.
8. Камышанов Д.Э. Применение интеллектуальных систем поддержки принятия решений в современной системе здравоохранения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2024. – № 11. – С. 69–74. DOI: 10.37882/2223-2966.2024.11.12.
9. Прокопенко Н.Ю. Системы поддержки принятия решений: учебное пособие. – Нижний Новгород: ННГАСУ; 2017. – 188 с.
10. ГОСТ Р 59898-2021. Оценка качества систем искусственного интеллекта: национальный стандарт Российской Федерации. Москва: Стандартинформ; 2023. 24 с.
11. Altmann A., Toloşi L., Sander O., Lengauer T. Permutation importance: a corrected feature importance measure. Bioinformatics. 2010;26(10):1340-7. DOI: 10.1093/bioinformatics/btq134.
12. Поляков Д.А., Ишутина И.С., Ходаковский М.Д., Киселёва О.Н. Исходные данные для обучения нейромодели системы поддержки принятия решений для оптимизации клинико-экспертных технологий: формирование выборки. // Физическая и реабилитационная медицина. – 2025. – Т. 7. – № 4. – С. 59-68. DOI: 10.26211/2658-4522-2025-7-4-59-68.

References

1. Nikolaev VA, Nikolaev AA. Insul't: statistika i dinamika zabolevaemosti v Rossii. [Stroke: statistics and dynamics of morbidity in Russia]. Menedzher zdravoohraneniya [The health care manager]. 2025;(6):133-47. DOI: 10.21045/1811-0185-2025-6-133-147.
2. Abilova G, Kamkeh V, Kalmatayeva Zh. Predictive Estimations for Patients Who Have Suffered From Acute Cerebrovascular Accident and Have Undergone Rehabilitation. Open Access Maced J Med Sci. 2022;10(E):1024-8. DOI: 10.3889/oamjms.2022.9943.
3. Albu S, Izcara López De Murillas E, Secanell Espluga M, et al. Clinical profiles and functional outcomes in elderly stroke survivors undergoing neurorehabilitation: a retrospective cohort study. Egypt J Neurol Psychiatr Neurosurg. 2024;60(1):102. DOI: 10.1186/s41983-024-00877-x.
4. Gulbyakov NR, Alekseeva NV Gulbyakova HN. Cifrovizaciya v zdravoohranenii: aktual'nyj obzor literatury [Digitalization in healthcare: an up-to-date literature review]. Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Scientific Research Journal]. 2024;(11):47-52.
5. Mikhailishin VV, Golovina YuA, Ponomarenko GN, Bolshakov VA. Sistema podderzhki prinyatiya ekspertnyh reshenij pri mediko-social'noj ekspertize detej s detskim cerebral'nym paralichom [Expert decision support system for medical and social examination of children with cerebral palsy]. Zhurnal Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina, medicinskaya reabilitaciya [Journal of Physical and Rehabilitation Medicine, medical rehabilitation]. 2024;6(3):345-57.
6. Maholela P, Frederico O, Chongo I, Rafael J. Creating a clinical decision-making algorithm in order to build a one health knowledge repository to help support and improve the public health surveillance system. Popul Med. 2023;5(Supplement). DOI: 10.18332/popmed/164729.
7. Trukhanova IG, Gureev AD, Bibikova EG, Sorokina VV. Aktual'nye dostizheniya dlya sistemy podderzhki prinyatiya vrachebnyh reshenij na baze tekhnologij iskusstvennogo intellekta [Actual achievements for the medical decision support system based on artificial intelligence technologies]. Innovacii i investicii [Innovation and investment]. 2024;(12):532-4.
8. Kamyshanov DE. Primenenie intellektual'nyh sistem podderzhki prinyatiya reshenij v sovremennoj sisteme zdravoohraneniya [Application of intelligent decision support systems in the modern healthcare system]. Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki [Modern science: actual problems of theory and practice. Series: Natural and Technical Sciences]. 2024;(11):69-74. DOI: 10.37882/2223-2966.2024.11.12.
9. Prokopenko NY. Sistemy podderzhki prinyatiya reshenij: uchebnoe posobie [Decision support systems: a textbook]. Nizhny Novgorod [Nizhnij Novgorod]: NGASU; 2017. 188 p.
10. GOST R 59898-2021. Ocenka kachestva sistem iskusstvennogo intellekta: nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii [Assessment of the quality of artificial intelligence systems: the national standard of the Russian Federation]. Moskva: Standartinform [Moscow: Standartinform]; 2023. 24 p.
11. Altmann A, Toloşi L, Sander O, Lengauer T. Permutation importance: a corrected feature importance measure. Bioinformatics. 2010;26(10):1340-7. DOI: 10.1093/bioinformatics/btq134.
12. Polyakov DA, Ishutina IS, Khodakovsky MD, Kiseleva ON. Iskhodnye dannye dlya obucheniya nejromodeli sistemy podderzhki prinyatiya reshenij dlya optimizacii kliniko-ekspertnyh tekhnologij: formirovanie vyborki [Initial data for training a neuromodel of a decision support system for optimizing clinical expert technologies: sampling]. // Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina [Physical and rehabilitation medicine]. 2025;7(4):59-68. DOI: 10.26211/2658-4522-2025-7-4-59-68.

Поступила: 15.04.2026
Принята в печать: 15.06.2026

Авторы

Пономаренко Геннадий Николаевич – член-корреспондент РАН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор медицинских наук, профессор, генеральный директор Федерального научно-образовательного центра медико-социальной экспертизы и реабилитации им. Г.А. Альбрехта, Бестужевская ул., д. 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация; заведующий кафедрой физической и реабилитационной медицины ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России, Пискаревский пр., д. 47, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация; e-mail: ponomarenko_g@mail.ru; https://orcid.org/0000-0001-7853-4473.

Михайлишин Виктор Валерьевич– кандидат медицинских наук, начальник отдела цифровых технологий реабилитации Института реабилитации и абилитации инвалидов Федерального научно-образовательного центра медико-социальной экспертизы и реабилитации им. Г.А. Альбрехта, Бестужевская ул., д. 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация; e-mail: mikhailishin_v@mail.ru; https://orcid.org/0000-0002-9518-1945

Головина Юлия Анатольевна– кандидат медицинских наук, руководитель отдела социальной и профессиональной реабилитации и абилитации инвалидов Института реабилитации и абилитации инвалидов Федерального научно-образовательного центра медико-социальной экспертизы и реабилитации им. Г.А. Альбрехта, Бестужевская ул., д. 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация; кандидат медицинских наук; e-mail: doc.yuliagolovina@gmail.com; https://orcid.org/0009-0008-3903-2241

Алисханов Ахмед Магометович – врач по медико-социальной экспертизе ФГБУ «Федеральное бюро МСЭ» Минтруда России, Ивана Сусанина, 3, Москва, 127486, Российская Федерация; e-mail: aahhmmaa1960@gmail.com; https://orcid.org/0009-0000-1624-1587

Ишутина Инна Сергеевна – кандидат медицинских наук, директор Института реабилитации и абилитации инвалидов Федерального научно-образовательного центра медико-социальной экспертизы и реабилитации им. Г.А. Альбрехта, Бестужевская ул., д. 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация; e-mail: in.ishutina@yandex.ru; https://orcid.org/0000-0002-6640-904X.

Поляков Дмитрий Александрович – кандидат медицинских наук, руководитель отдела медико-социальной экспертизы и медицинской реабилитации инвалидов Института реабилитации и абилитации инвалидов Федерального научно-образовательного центра медико-социальной экспертизы и реабилитации им. Г.А. Альбрехта, Бестужевская ул., д. 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация, 195067; e-mail: poliakov_dm@mail.ru; https://orcid.org/0009-0000-0251-5356.

Authors

Ponomarenko Gennady Nikolaevich – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation, Grand PhD of Medical Sciences (Dr. Med. Sci.), Professor, General Director of Albrecht Federal Scientific and Educational Center for Medical and Social Expertise and Rehabilitation, 50 Bestuzhevskaya St., 195067 St. Petersburg, Russian Federation; Head of the Department of Physical and Rehabilitation Medicine I.I. Mechnikov NWSMU of the Ministry of Health of the Russian Federation, 47 Piskarevsky Ave., Saint Petersburg, 195067, Russian Federation; e-mail: ponomarenko_g@mail.ru; https://orcid.org/0000-0001-7853-4473.

Mikhailishin Viktor Valeryevich– PhD of Medical Sciences (Cand. Med. Sci.), Head of the Department of Digital Rehabilitation Technologies at the Institute for Rehabilitation and Habilitation of the Disabled, Albrecht Federal Scientific and Educational Center for Medical and Social Expertise and Rehabilitation, 50 Bestuzhevskaya St., 195067 St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: mikhailishin_v@mail.ru; https://orcid.org/0000-0002-9518-1945.

Golovina Yulia Anatolyevna – PhD of Medical Sciences (Cand. Med. Sci.), Head of the Department of Social and Vocational Rehabilitation and Habilitation of the Disabled, Institute of Rehabilitation and Habilitation of the Disabled, Albrecht Federal Scientific and Educational Center for Medical and Social Expertise and Rehabilitation, 50 Bestuzhevskaya St., 195067 St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: doc.yuliagolovina@gmail.com; https://orcid.org/0009-0008-3903-2241.

Aliskhanov Akhmed Magometovich – doctor of Medical and Social Expertise, Federal Bureau of MSE, 3 Ivana Susanina, 127486 Moscow, Russian Federation; e-mail: aahhmmaa1960@gmail.com; https://orcid.org/0009-0000-1624-1587.

Ishutina Inna Sergeevna– PhD of Medical Sciences (Cand. Med. Sci.), Director of the Institute of Rehabilitation and Habilitation of the Disabled, Albrecht Federal Scientific and Educational Center for Medical and Social Expertise and Rehabilitation, 50 Bestuzhevskaya St., 195067 St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: in.ishutina@yandex.ru; https://orcid.org/0000-0002-6640-904X.

Polyakov Dmitry Aleksandrovich – PhD of Medical Sciences (Cand. Med. Sci.), Head of the Department of Medical and Social Expertise and Medical Rehabilitation of the Disabled at the Institute of Rehabilitation and Habilitation of the Disabled, Albrecht Federal Scientific and Educational Center for Medical and Social Expertise and Rehabilitation, 50 Bestuzhevskaya St., 195067 St. Petersburg, Russian Federation e-mail: poliakov_dm@mail.ru; https://orcid.org/0009-0000-0251-5356.