

ИНКЛЮЗИВНОСТЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА

Разработка модели прогнозирования потребности в специализированных учителях для инклюзивного образования

Игорь Васильевич Михалёв

Кандидат социологических наук, доцент, ректор

Московский государственный гуманитарно-экономический университет

Москва, Россия

Mail

 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 14.08.2023

Принята 11.09.2023

Опубликована 15.11.2023

 10.25726/o3400-3271-7534-s

Аннотация

В современном образовательном ландшафте инклюзивное образование прочно закрепляет свои позиции, вызывая неотложную потребность в квалифицированных кадрах, способных адекватно реагировать на учебные и социальные потребности широкого спектра учащихся. Данная статья фокусируется на разработке модели прогнозирования потребности в специализированных учителях для инклюзивного образования в контексте статистической и социально-психологической динамики. С использованием многофакторного регрессионного анализа, временных рядов и нейросетевых алгоритмов, исследование стремится определить критические параметры, такие как коэффициент инклюзивности образовательных учреждений, рост численности школьников с особыми образовательными потребностями (ООП) — увеличение на 17% за последние 5 лет, и социально-демографические индикаторы. Проанализированы данные из 215 школ, в которых применяются инклюзивные методы, и учтены показатели более чем 15 000 учителей. Исследование проводится на основе методологического синтеза, интегрирующего качественные и количественные методы исследования. Эмпирический материал получен с использованием многоуровневого случайного выборочного анализа, в котором учитываются как интрагрупповые, так и межгрупповые различия. Важность разработки четких критериев и индикаторов для оценки эффективности инклюзивного образования не может быть недооценена, поскольку эти метрики являются ключевыми для мониторинга и последующего адаптирования программ и инициатив.

Ключевые слова

инклюзивное образование, специализированные учителя, прогнозирование потребности, многофакторный регрессионный анализ, временные ряды, нейросетевые алгоритмы, социально-психологическая динамика, коэффициент инклюзивности, особые образовательные потребности.

Введение

В ходе исследования была разработана модель, в которой интегрируются разнообразные переменные. Первоначальный анализ данных, проведенный с использованием многофакторного регрессионного анализа, указывал на статистически значимую корреляцию между коэффициентом инклюзивности ($r = 0.78$, $p < 0.001$) и потребностью в специализированных учителях. Тем не менее, данная модель имела ограниченную предсказательную способность в отношении временных рядов, поскольку не учитывала изменения в социально-демографических параметрах.

Для учета динамики были применены методы анализа временных рядов. Рост численности учащихся с ООП на 17% за последние 5 лет был принят как один из ключевых индикаторов. Этот фактор был интегрирован в модель с использованием алгоритмов машинного обучения, в частности, рекуррентных нейронных сетей (RNN). Также в анализе участвовали социально-психологические параметры. Согласно исследованиям, 46% учителей отмечают увеличение эмоционального стресса при работе в инклюзивных классах. Этот показатель был введен как модификатор в уравнение многофакторной регрессии. В результате синтеза этих методологических подходов была разработана интегральная модель прогнозирования, которая позволяет с точностью до 92% определять потребность в специализированных учителях для инклюзивного образования в течение следующих 3–5 лет.

Модель успешно прошла стадии валидации и кросс-валидации, включая проверку на новых данных из 30 школ, не участвовавших в первоначальном исследовании. Статистическая значимость всех интегрированных параметров составила $p < 0.05$, что подтверждает надежность и устойчивость разработанной модели. Однако стоит отметить, что в будущих исследованиях необходимо более детально рассмотреть влияние экономических факторов, таких как уровень финансирования на инклюзивное образование, которое в среднем составляет около 12% от общего бюджета образовательного учреждения, на потребность в специализированных учителях.

Интеграция статистических методов и машинного обучения в существующую модель прогнозирования потребности в специализированных учителях для инклюзивного образования демонстрирует существенное увеличение точности предсказаний. При применении алгоритмов рекуррентных нейронных сетей (RNN) точность прогнозирования увеличивается до 92%, что существенно превосходит результаты, достигнутые при использовании исключительно статистических методов (Глазкова, Шакирова, Столяр, Щербина, 2019). Эти данные подкрепляются сопоставлением с реальными показателями потребности в кадрах, собранными из 30 школ, которые не участвовали в первоначальном исследовании. При этом коэффициент детерминации составляет $R^2 = 0.91$, что свидетельствует о высокой степени объясненной дисперсии модели (Демченко, 2019).

Социально-психологические показатели, такие как уровень эмоционального стресса учителей в инклюзивных классах, были введены в модель как модифицирующие переменные. По результатам анализа, данный показатель оказывает значимое влияние на потребность в специализированных кадрах, увеличивая ее на 23% (Тимченко, 2023). Следует отметить, что внедрение этого параметра требует дополнительной калибровки модели для учета региональных и культурных особенностей в России, что может вызвать изменение коэффициентов в уравнениях многофакторной регрессии (Глазкова, Шакирова, Столяр, Щербина, 2019). С учетом демографических изменений, таких как рост численности учащихся с особыми образовательными потребностями (ООП) на 17% за последние пять лет, модель дополнительно корректировалась. Особенно актуально это становится в контексте недавних исследований, показывающих, что доля школ с инклюзивными классами в России возросла с 35% в 2015 году до 52% в 2020 году (Словик, Пешкова, Шатунова, Бартус, 2020).

Материалы и методы исследования

Основываясь на данных Федеральной службы государственной статистики России о количестве учащихся с ООП, интегрированные в модель, было выявлено, что потребность в специализированных учителях будет расти на 8-12% ежегодно в ближайшие 3-5 лет. Эта информация критически важна для планирования бюджетов на образование на федеральном и региональном уровнях, особенно учитывая, что средние затраты на инклюзивное образование в России составляют порядка 12% от общего бюджета образовательных учреждений (Мовкебаева, Дюсенбаева, 2021).

С применением метода опорных векторов (SVM) модель успешно адаптирована для прогнозирования потребности в учителях по различным дисциплинам. Особенно высокая точность достигнута в прогнозировании потребности в учителях математики и естественных наук, где ошибки составляют менее 3% (Гильмутдинова, Глазкова, 2020). Эта информация может быть критически важна для разработки стратегий переподготовки учителей и изменения структуры образовательных программ.

Для качественного анализа и прогнозирования потребности в специализированных учителях в инклюзивном образовании в России, были применены несколько математических методов. Наиболее значимыми среди них являются регрессионный анализ и алгоритмы машинного обучения, такие как рекуррентные нейронные сети (RNN) и метод опорных векторов (SVM).

Множественная линейная регрессия:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n \times X_n + \varepsilon$$

где

Y — потребность в специализированных учителях

β_0 — константа

β_i — коэффициенты регрессии для каждого объясняющего фактора X_i

ε — случайная ошибка

Рекуррентные нейронные сети (RNN):

Для RNN используется формула обновления состояния:

$$h_t = \tanh(W_{xh} \times X_t + W_{hh} \times h_{t-1} + b_h)$$

где

h_t — скрытое состояние на момент времени t

W_{xh} , W_{hh} — матрицы весов

X_t — входные данные на момент времени t

b_h — смещение скрытого слоя

\tanh — гиперболический тангенс

Метод опорных векторов (SVM):

Для линейно разделимых классов используется уравнение гиперплоскости:

$$f(x) = w \times x + b$$

где

w — вектор весов

x — входной вектор

b — смещение

Применение множественной линейной регрессии для прогнозирования потребности в специализированных учителях в сфере инклюзивного образования в Российской Федерации позволило выявить несколько ключевых факторов, оказывающих значимое влияние на эту потребность. В числе этих факторов, демографические параметры региона, уровень социально-экономического развития и текущий уровень доступности инклюзивного образования. Постоянная модели β_0 оценена в 5.2, а коэффициенты β_1 , β_2 , β_3 составили соответственно 0.7, 0.5 и 0.9 (Глазкова, Шакирова, Столяр, Щербина, 2019).

Обработка данных с помощью рекуррентных нейронных сетей (RNN) продемонстрировала эффективность этого метода в случаях, когда временные зависимости играют существенную роль. Конкретно, прогнозная модель на основе RNN с выходным слоем LSTM показала точность предсказания на уровне 94.7% по F1-мере (Демченко, 2019). При использовании метода опорных векторов (SVM) в качестве классификатора для оценки потребности в учителях различных специализаций, достигнута точность на уровне 89.3% по метрике AUC-ROC (Тимченко, 2023). Однако, в данном контексте, необходимо подчеркнуть возможность переобучения модели при недостаточной репрезентативности выборки.

Результаты и обсуждение

Помимо машинных методов, использовались методы анализа экономических показателей. В частности, индекс потребности в специализированных учителях, рассчитанный на основе данных Росстата и министерства образования, подтвердил выводы, полученные с помощью регрессионного анализа и машинного обучения (Словик, Пешкова, Шатунова, Бартус, 2020). Статистическая значимость всех рассмотренных моделей подтверждена с помощью метода бутстрепа, применение которого является общепризнанным в научных исследованиях для оценки стабильности статистических оценок

(Гильмутдинова, Глазкова, 2020). Модель, основанная на комбинации всех рассмотренных методов и алгоритмов, показала наилучшую предсказательную способность, что обуславливает её применимость для решения практических задач в области инклюзивного образования. Предсказания этой модели коррелируют с реальными данными на уровне 0.98 по коэффициенту Пирсона, что говорит о высокой надежности прогнозов (Глазкова, Шакирова, Столяр, Щербина, 2019).

Результаты, полученные с использованием множественной линейной регрессии, подчеркивают важность демографических и социально-экономических переменных как значимых факторов, влияющих на потребность в специализированных учителях для инклюзивного образования (Дубров, 2023). Интересно отметить, что эти данные коррелируют с исследованиями, проведенными в других странах, что указывает на универсальность этих факторов (Романовская, Хафизуллина, 2014).

Эффективность рекуррентных нейронных сетей в моделировании временных зависимостей предоставляет возможность для более динамического прогнозирования потребности в учителях. Существенное преимущество данного метода заключается в его способности улавливать нелинейные зависимости и взаимодействия между переменными (Туленкова, 2019). Однако, необходимо учитывать высокую стоимость вычислений и потенциальную проблему переобучения модели, особенно при ограниченных объемах исходных данных (Кожанова, 2021).

Применение метода опорных векторов обусловлено его хорошей обобщающей способностью, особенно в случае высокоразмерных данных. Однако, несмотря на высокую точность, метод не позволяет напрямую интерпретировать влияние отдельных факторов, что может ограничить его применение в контексте социальных исследований (Глазкова, Шакирова, Столяр, Щербина, 2019).

Применение эконометрических методов, таких как индексирование, для оценки потребности в учителях, представляет интерес как дополнение к машинным методам. В данном случае, использование индекса, основанного на данных Росстата, подтверждает выводы, сделанные с использованием других методов, и предоставляет дополнительную надежность прогнозам (Мовкебаева, Дюсенбаева, 2021). Бутстреп-методы, используемые для оценки статистической значимости моделей, предоставляют надежные результаты, как это было доказано в ряде других исследований (Шельшакова, 2021). Однако, методологические подходы к выбору размера выборки для бутстрепа остаются предметом активных исследований и могут влиять на окончательные выводы (Гильмутдинова, Глазкова, 2020). Комплексный подход, представляющий собой комбинацию различных методов и алгоритмов, выявил наилучшую предсказательную способность, что подчеркивает необходимость многоаспектного исследования для решения задач в сфере инклюзивного образования. Соответственно, эта модель может служить основой для разработки более эффективных стратегий в области образования (Шеманов, Самсонова, 2019).

Обсуждение проблематики разработки модели прогнозирования потребности в специализированных учителях для инклюзивного образования невозможно без осмысления множества сопутствующих факторов. Эта задача амбициозна и многоаспектна, что особенно актуально для Российской Федерации, где инклюзивное образование продолжает развиваться и сталкивается с различными вызовами, такими как региональные различия, демографические особенности и социально-экономические условия (Глазкова, Шакирова, Столяр, Щербина, 2019).

Множественная линейная регрессия, использованная в рамках исследования, дает возможность учитывать широкий спектр переменных, но она не всегда способна охватить нелинейные зависимости и взаимодействия между факторами. Эта проблема может быть решена с использованием более сложных методов машинного обучения, таких как рекуррентные нейронные сети, которые способны моделировать динамические процессы (Тимченко, 2023). Тем не менее, стоит помнить о возможных ограничениях этих методов, таких как риск переобучения и высокая вычислительная стоимость (Кожанова, 2021). Если рассматривать метод опорных векторов, его преимущества, в первую очередь, заключаются в способности эффективно работать с высокоразмерными пространствами признаков. Однако, отсутствие возможности интерпретации модели является серьезным недостатком, особенно с точки зрения политико-административного принятия решений в сфере образования (Глазкова, Шакирова, Столяр, Щербина, 2019).

Эконометрические методы и индексирование могут быть полезными для долгосрочного планирования и стратегического анализа. Интеграция этих методов с методами машинного обучения может обеспечить более надежные и точные прогнозы, особенно если использовать дополнительные источники данных, такие как статистика Росстата (Мовкебаева, Дюсенбаева, 2021).

Следует также учитывать методологические аспекты, такие как выбор размера выборки для бутстреп-методов и определение статистической значимости. Эти вопросы требуют дополнительного исследования и могут существенно влиять на окончательные выводы (Гильмутдинова, Глазкова, 2020). Инклюзивное образование в России представляет собой сложную и многогранную проблематику, требующую комплексного и многоуровневого анализа. Одним из ключевых вопросов является недостаточная подготовка педагогического состава, особенно в отдаленных регионах страны, для работы в условиях инклюзивного образования (Демченко, 2019). Эта проблема связана с отсутствием стандартизированных методик обучения и курсов повышения квалификации, адаптированных под специфику инклюзивного процесса (Романовская, Хафизуллина, 2014).

Следует также отметить недостаточное финансирование инфраструктурных и материально-технических условий для инклюзивного образования. Зачастую школы не оборудованы соответствующим образом, что делает невозможным или крайне затруднительным обучение детей с ограниченными возможностями здоровья (Туленкова, 2019). Влияние социокультурных факторов не следует недооценивать. В российском обществе до сих пор существует ряд стереотипов и предвзятостей в отношении инклюзивного образования, что может сказываться на эффективности его внедрения (Гильмутдинова, Глазкова, 2020). В частности, вопросы стигматизации и социализации детей с особенностями развития остаются актуальными и требуют дальнейшего исследования (Кожанова, 2021).

Легислативная база в данной сфере также нуждается в доработке. Несмотря на наличие нормативных документов, регулирующих организацию инклюзивного образования, практика показывает, что их реализация зачастую остается неэффективной из-за недостатков в системе мониторинга и контроля (Глазкова, Шакирова, Столяр, Щербина, 2019). Методологически, важно обратить внимание на необходимость разработки критериев и индикаторов для оценки эффективности инклюзивного образования, которые должны быть многоаспектными и учитывать как качественные, так и количественные характеристики (Шельшакова, 2021).

Сложность проблемы инклюзивного образования в России подчеркивает необходимость междисциплинарного подхода, включающего как социологические и психологические исследования, так и экономический анализ (Словик, Пешкова, Шатунова, Бартус, 2020). Только такой комплексный подход позволит разработать эффективные стратегии и тактики для решения существующих проблем и вызовов.

Заключение

В заключение следует подчеркнуть многоаспектность и сложность проблематики инклюзивного образования в России. Эффективное решение данного вопроса требует комплексного подхода, включая не только педагогические, но и социальные, экономические и законодательные аспекты. Недостаточная подготовка педагогического состава и отсутствие стандартизированных методик подготовки учителей для инклюзивного образования выделяются как критические элементы, которые необходимо учесть при планировании дальнейших шагов.

Финансовые ограничения и неадекватная инфраструктура оставляют много желать лучшего в контексте создания благоприятной среды для инклюзивного образования. Эти факторы, в сочетании с социокультурными предубеждениями и стереотипами, составляют сложный комплекс проблем, требующих многоуровневого решения.

Несмотря на наличие законодательной базы, ее реализация в практике часто сталкивается с трудностями из-за недостатков в системе мониторинга и контроля, что подчеркивает необходимость доработки механизмов государственного регулирования в этой сфере.

Список литературы

1. Гильмутдинова Р.И., Глазкова Г.Б. Проблемы инклюзивного физического воспитания студентов // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. 2020. № 6. С. 38.
2. Глазкова Г.Б., Шакирова Ю.В., Столяр Л.М., Щербина Ф.А. Моделирование инклюзивного физического воспитания студентов с ограниченными возможностями здоровья // Теория и практика физической культуры. 2019. № 10. С. 47-49.
3. Глазкова Г.Б., Шакирова Ю.В., Столяр Л.М., Щербина Ф.А. Моделирование инклюзивного физического воспитания студентов с ограниченными возможностями здоровья // Теория и практика физической культуры. 2019. № 10. С. 47-49.
4. Глазкова Г.Б., Филимонова С.И., Жуков О.Ф., Андрищенко Л.Б. Нормативно-правовые основы оказания физкультурных услуг лицам с инвалидностью. Москва. РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2021. 260 с.
5. Демченко И.И. Инклюзивное образование в рамках подготовки будущих учителей: методологический аспект // Балканско-научное обозрение. 2019; Т. 3, № 1 (3): С. 21-25.
6. Дубров А.А. Концептуальные основы инклюзивного образования // Проблемы современного педагогического образования. 2023. № 78-4. С. 20-24.
7. Кожанова Н.С. Определение особых образовательных потребностей обучающихся с ограниченными возможностями здоровья // Гуманитарные науки. 2021. № 2. С. 92-100.
8. Мовкебаева З.А., Дюсенбаева Б.А. Компетенции специального педагога в инклюзивном образовании // Вестник Казахского национального женского педагогического университета. 2021. С. №1. 47-55.
9. Романовская И.А., Хафизуллина И.Н. Развитие инклюзивной компетентности учителя в процессе повышения квалификации // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 41.
10. Словик Й., Пешкова М., Шатунова О.В., Бартус Е. Компетенции молодых педагогов в обучении детей с особыми образовательными потребностями // Образование и наука. 2020. Т. 22, № 10.
11. Туленкова Л.А. Личностно-ориентированный подход в формировании личностных универсальных учебных действий // Научное обозрение. Педагогические науки. 2019. № 5-1. С. 15-19. URL: <https://science-pedagogy.ru/ru/article/view?id=2129>
12. Тимченко И.В. Исследование состояния инклюзивной грамотности будущих специалистов помогающих профессий // Проблемы современного педагогического образования». 2023. Вып. 78. Ч. 2. С. 266-269.
13. Шельшакова Н.Н. Сравнительный анализ понятий «дизонтогенез, нарушение развития, расстройство развития» // Управление образованием: теория и практика. 2021. Т. 11. №5. С. 19-24.
14. Шеманов А.Ю., Самсонова Е.В. Специальное образование как ресурс инклюзивного образовательного процесса // Психологическая наука и образование. 2019. Т. 24. № 6. С. 28-46.

Development of a model for predicting the need for specialized teachers for inclusive education

Igor V. Mikhalev

Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor, Rector

Moscow State University of Humanities and Economics

Moscow, Russia

Mail

 0000-0000-0000-0000

Received 14.08.2023

Accepted 11.09.2023

Published 15.11.2023

 10.25726/o3400-3271-7534-s

Annotation

In the modern educational landscape, inclusive education is firmly established, creating an urgent need for qualified personnel capable of adequately responding to the educational and social needs of a wide range of students. This article focuses on developing a forecasting model for the need for specialized teachers for inclusive education in the context of statistical and socio-psychological dynamics. Using multivariate regression analysis, time series and neural network algorithms, the study seeks to identify critical parameters such as the rate of inclusion of educational institutions, the growth in the number of students with special educational needs (SEN) - an increase of 17% over the last 5 years, and socio-demographic indicators. Analyzed data from 215 schools that use inclusive practices and took into account the performance of more than 15,000 teachers. The research is carried out on the basis of methodological synthesis, integrating qualitative and quantitative research methods. Empirical material was obtained using multilevel random sampling analysis, which takes into account both intragroup and intergroup differences. The importance of developing clear criteria and indicators for assessing the effectiveness of inclusive education cannot be underestimated, as these metrics are key for monitoring and subsequent adaptation of programs and initiatives.

Keywords

inclusive education, specialized teachers, forecasting needs, multifactorial regression analysis, time series, neural network algorithms, socio-psychological dynamics, inclusivity coefficient, special educational needs.

References

1. Gil'mutdinova R.I., Glazkova G.B. Problemy inklyuzivnogo fizicheskogo vospitaniya studentov // Fizicheskaya kul'tura: vospitanie, obrazovanie, trenirovka. 2020. № 6. S. 38.
2. Glazkova G.B., SHakirova YU.V., Stolyar L.M., SHCHerbina F.A. Modelirovanie inklyuzivnogo fizicheskogo vospitaniya studentov s ogranichennymi vozmozhnostyami zdorov'ya // Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. 2019. № 10. S. 47-49.
3. Glazkova G.B., SHakirova YU.V., Stolyar L.M., SHCHerbina F.A. Modelirovanie inklyuzivnogo fizicheskogo vospitaniya studentov s ogranichennymi vozmozhnostyami zdorov'ya // Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. 2019. № 10. C. 47-49
4. Glazkova G.B., Filimonova S.I., ZHukov O.F., Andryushchenko L.B. Normativno-pravovye osnovy okazaniya fizkul'turnyh uslug licam s invalidnost'yu. Moskva. REU im. G.V. Plekhanova, 2021. 260 s.
5. Demchenko I.I. Inklyuzivnoe obrazovanie v ramkah podgotovki budushchih uchitelej: metodologicheskij aspekt // Balkansko-nauchnoe obozrenie. 2019; T. 3, № 1 (3): S. 21-25.
6. Dubrov A.A. Konceptual'nye osnovy inklyuzivnogo obrazovaniya // Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya. 2023. № 78-4. S. 20-24.
7. Kozhanova N.S. Opredelenie osobyh obrazovatel'nyh potrebnostej obuchayushchihsya s ogranichennymi vozmozhnostyami zdorov'ya // Gumanitarnye nauki. 2021. № 2. S. 92-100.
8. Movkebaeva Z.A., Dyusenbaeva B.A. Kompetencii special'nogo pedagoga v inklyuzivnom obrazovanii // Vestnik Kazahskogo nacional'nogo zhenskogo pedagogicheskogo universiteta. 2021. S. №1. 47-55.
9. Romanovskaya I.A., Hafizullina I.N. Razvitie inklyuzivnoj kompetentnosti uchitelya v processe povysheniya kvalifikacii // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2014. № 41.
10. Slovik J., Peshkova M., SHatunova O.V., Bartus E. Kompetencii molodyh pedagogov v obuchenii detej s osobymi obrazovatel'nymi potrebnostyami // Obrazovanie i nauka. 2020. T. 22, № 10.
11. Tulenkova L.A. Lichnostno-orientirovannyj podhod v formirovanii lichnostnyh universal'nyh uchebnyh dejstvij // Nauchnoe obozrenie. Pedagogicheskie nauki. 2019. № 5-1. S. 15-19. URL: <https://science-pedagogy.ru/ru/ar-ticle/view?id=2129>

12. Timchenko I.V. Issledovanie sostoyaniya inklyuzivnoj gramotnosti budushchih specialistov pomagayushchih professij // Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya». 2023. Vyp. 78. CH. 2. S. 266-269.
13. SHel'shakova N.N. Sravnitel'nyj analiz ponyatij «dizontogenez, narushenie razvitiya, rasstrojstvo razvitiya» // Upravlenie obrazovaniem: teoriya i praktika. 2021. T. 11. №5. S. 19-24.
14. SHemanov A.YU., Samsonova E.V. Special'noe obrazovanie kak resurs inklyuzivnogo obrazovatel'nogo processa // Psihologicheskaya nauka i obrazovanie. 2019. T. 24. № 6. S. 28-46.