

DOI: 10.12731/2658-4034-2023-14-3-30-44

УДК [376.1:159.928.22]::004.89



Научная статья | Общая педагогика, история педагогики и образования

ЭФФЕКТИВНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ НАРУШЕНИЙ ОБУЧАЕМОСТИ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Т.В. Васильева, Г.В. Васильев

Введение. *Нарушения обучаемости являются распространенным нарушением развития, которое затрагивает значительное число детей дошкольного возраста. Ранняя диагностика и вмешательство имеют решающее значение для улучшения успеваемости и качества жизни детей с ограниченными возможностями обучения. Однако современные методы диагностики могут быть субъективными, трудоемкими и дорогостоящими. Алгоритмы машинного обучения могут устранить эти ограничения и предоставить более точный и эффективный метод ранней диагностики нарушений обучаемости у детей дошкольного возраста.*

Метод и методология проведения работы. *В основе исследования лежат методы анализа, синтеза и обобщения, педагогический эксперимент. Применение численных методов для обучения модели. Набор данных о детях дошкольного возраста состоял из детей с нарушениями обучаемости, так и без них. Наборы данных использовались в четырех алгоритмов машинного обучения. Для оценки эффективности каждого алгоритма использовались следующие метрики Accuracy, Precision, Recall и F1 score.*

Результаты. *Эти результаты показывают, что алгоритмы машинного обучения могут быть мощным инструментом для ранней диагностики нарушений обучаемости у детей дошкольного возраста. Алгоритм логистической регрессии показал наивысшие результаты.*

Заключение. В заключение следует отметить, что использование алгоритмов машинного обучения для ранней диагностики нарушений обучаемости у детей дошкольного возраста имеет значительные потенциальные преимущества, включая раннее вмешательство, повышенную точность, экономичность, экономию времени, объективный анализ и доступность к диагностике. Авторы планируют дальше проводить исследования, чтобы подтвердить свои выводы и обеспечить безопасное и эффективное использование этих алгоритмов.

Ключевые слова: педагогика; психология; нарушение обучаемости; ранняя диагностика; дошкольники; воспитание; машинное обучение; логистическая регрессия; метод опорных векторов; деревья решений

Для цитирования. Васильева Т.В., Васильев Г.В. Эффективное применение алгоритмов машинного обучения для ранней диагностики нарушений обучаемости у детей дошкольного возраста // *Russian Journal of Education and Psychology*. 2023. Т. 14, № 3. С. 30-44. DOI: 10.12731/2658-4034-2023-14-3-30-44

Original article | General Pedagogy, History of Pedagogy and Education

EFFECTIVE APPLICATION OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR THE EARLY DIAGNOSIS OF LEARNING DISABILITIES IN PRESCHOOL CHILDREN

T.V. Vasilieva, G.V. Vasiliev

Introduction. Learning disabilities are a common developmental disorder that affects a significant number of preschool children. Early diagnosis and intervention are critical to improving the academic performance and quality of life of children with learning disabilities. However, modern diagnostic methods can be subjective, time-consuming, and costly. Machine learning algorithms can remove these limitations and provide a more accurate and efficient method for early diagnosis of learning disabilities in preschool children.

Method and methodology of the work. The research is based on methods of analysis, synthesis and generalization, and pedagogical experiment. Application of numerical methods for model training. The preschool children data set consisted of children with and without learning disabilities. The data sets were used in four machine-learning algorithms. The following metrics Accuracy, Precision, Recall, and F1 score were used to evaluate the effectiveness of each algorithm.

Results. These results show that machine learning algorithms can be a powerful tool for early diagnosis of learning disabilities in preschool children. The logistic regression algorithm showed the highest results.

Conclusion. In conclusion, the use of machine learning algorithms for early diagnosis of learning disabilities in preschool children has high potential benefits, including early achievement, increased accuracy, cost-effectiveness, time savings, objective analysis, and accessibility to diagnosis. The authors plan to conduct additional studies to test their safety and use these algorithms.

Keywords: pedagogy; psychology; learning disabilities; early diagnosis; preschoolers; upbringing; machine learning; logistic regression; SMV; decision trees

For citation. Vasilieva T.V., Vasiliev G.V. Effective Application of Machine Learning Algorithms for the Early Diagnosis of Learning Disabilities in Preschool Children. Russian Journal of Education and Psychology, 2023, vol. 14, no. 3, pp. 30-44. DOI: 10.12731/2658-4034-2023-14-3-30-44

Введение

Нарушения обучаемости являются распространенным нарушением развития у детей дошкольного возраста [4-5, 8, 11, 13, 15], которое может иметь значительные и долгосрочные последствия для их академической, социальной и эмоциональной деятельности. Раннее выявление и вмешательство имеют решающее значение, чтобы помочь этим детям преодолеть свои проблемы и полностью раскрыть свой потенциал. Однако традиционные методы [2] диагностики нарушений обучаемости у детей дошкольного возраста основаны на субъективных оценках, что может привести к запоздалой диагностике.

Достижения в области машинного обучения [6] предлагают многообещающий подход для объективной и точной диагностики нарушений обучаемости у детей дошкольного возраста. Этот подход уже успешно применяется в нескольких областях [1, 9-10, 14, 16-18], таких, как медицинская диагностика, распознавание речи и классификация изображений.

Однако необходимо тщательно рассмотреть потенциальные проблемы и этические последствия использования алгоритмов машинного обучения для диагностики у детей.

Данное исследование направлено на изучение потенциала алгоритмов машинного обучения для ранней диагностики нарушений обучаемости у детей дошкольного возраста. В частности, авторы изучили эффективность нескольких алгоритмов машинного обучения, включая логистическую регрессию, деревья решений [3, 7], случайные леса и SVMs (Support Vector Machines), при диагностике нарушений обучаемости у детей дошкольного возраста.

Постановка задачи

Существует потребность в объективных и точных методах ранней диагностики нарушений обучаемости у детей дошкольного возраста. Алгоритмы машинного обучения предлагают многообещающий подход к ранней диагностике нарушений обучаемости, но их применение и эффективность у детей дошкольного возраста остаются в значительной степени неизученными. В этом исследовании авторы изучали применение алгоритмов машинного обучения для ранней диагностики нарушений обучаемости у детей дошкольного возраста и оценили их эффективность.

Научная новизна

Научная новизна данной статьи заключается в применении алгоритмов машинного обучения для ранней диагностики нарушений обучаемости у детей дошкольного возраста. В этой статье представлен новый подход, использующий потенциал алгоритмов машинного обучения для обеспечения более быстрой и эффективной диагностики.

Исследование вносит свой вклад в область, оценивая производительность нескольких алгоритмов машинного обучения. Сравнивая эффективность этих алгоритмов, статья дает ценную информацию о том, какой алгоритм обеспечивает наибольшую точность и прогностическую силу для ранней диагностики нарушений обучаемости у детей дошкольного возраста.

В статье подчеркивается важность использования разнообразного набора данных, включающего различные когнитивные, двигательные и поведенческие особенности, для повышения точности диагноза.

Используя алгоритмы машинного обучения, статья прокладывает путь к более объективным и эффективным методам диагностики, позволяющим своевременно вмешиваться и оказывать специализированную поддержку детям с ограниченными возможностями обучения.

Исследование

Это исследование направлено на изучение потенциала алгоритмов машинного обучения для ранней диагностики нарушений обучаемости у детей дошкольного возраста. Авторы использовали набор данных о 148 детей дошкольного возраста, включая 50 детей с нарушениями обучаемости и 98 детей без нарушений обучаемости. Набор данных был собран из трех дошкольных учреждений, и для всех детей было получено согласие родителей.

Первым этапом является сбор данных. Авторы собрали данные о нескольких демографических, возрастных и поведенческих факторах, которые ранее были связаны с трудностями обучения у детей дошкольного возраста. Эти факторы включают возраст, пол, семейную историю неспособности к обучению, развитие и проблемы с поведением.

Затем идет этап предварительной обработки данных. Прежде чем применять алгоритмы машинного обучения, авторы выполнили несколько шагов предварительной обработки данных. Авторы также выполнили отбор признаков, используя метод фильтрации на основе корреляции, чтобы выбрать наиболее подходящие признаки для прогнозирования затруднений в обучении.

Этап алгоритмы машинного обучения. Авторы реализовали несколько алгоритмов машинного обучения, используя язык программирования Python и библиотеку scikit-learn.

Этап оценки. Авторы оценили производительность каждого алгоритма, используя несколько метрик, включая accuracy, precision, recall и F1 score. Авторы также построили ROC (Receiver Operating Characteristic) и рассчитали AUC (Area Under the Curve) для оценки чувствительности и специфичности алгоритмов.

Финальный этап, это анализ данных. Авторы проанализировали данные с помощью разработанных статистических программ.

Программная реализация

Алгоритмы машинного обучения – это методы сопоставления математических моделей, используемые для изучения или выявления скрытых закономерностей, встроенных в данные. Машинное обучение включает в себя группу вычислительных алгоритмов, которые могут выполнять распознавание образов, классификацию и прогнозирование данных, изучая существующие данные (обучающий набор – исторические данные).

Для выполнения поставленных задач авторы использовали язык программирования Python и библиотеку scikit-learn. На рис. 1 представлена часть набора данных.

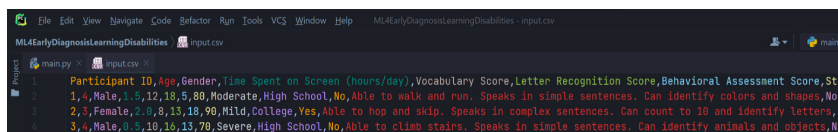


Рис. 1. Набор данных

Набор данных состоит из следующих признаков: идентификатор участника; возраст; пол; время, проведенное за экраном (час/день) [12]; словарный запас (измеряется в сотнях); оценка распознавания букв; поведенческая оценка; стандартизированные результаты тестов; наблюдения педагога; уровень образования родителей; семейная история неспособности к обучению; этапы развития

В предлагаемой структуре данных для этого исследования корреляция с нарушениями обучаемости устанавливается путем сбора соответствующей информации о детях дошкольного возраста, которая потенциально может указывать на наличие или риск нарушения обучаемости. Набор данных включает в себя комбинацию демографической информации, основных этапов развития и поведенческих оценок, которые обычно используются для выявления нарушений обучаемости у детей.

Структура данных включает основные функции, которые, как известно, связаны с трудностями в обучении. Например, такие переменные, как возраст, пол и социально-экономический статус, могут дать представление о потенциальных факторах риска или различиях в результатах обучения. Кроме того, включение конкретных оценок, связанных с когнитивными навыками, координацией движений и языковыми способностями, позволяет оценить области, на которые обычно влияют трудности с обучением.

Собирая и анализируя данные с использованием этого структурированного подхода, исследователи могут изучить корреляции и закономерности, которые могут существовать между выявленными особенностями и наличием нарушений обучаемости. Структура данных позволяет проводить всестороннюю оценку нескольких аспектов, которые, как известно, имеют отношение к нарушениям обучаемости, обеспечивая более целостное представление о профиле развития ребенка.

Корреляция между предложенной структурой данных и трудностями в обучении заключается в способности идентифицировать потенциальные маркеры или индикаторы, которые могут способствовать раннему выявлению и диагностике нарушений обучаемости у детей дошкольного возраста. Собирая информацию из различных областей, структура данных помогает заложить основу для оценки и понимания потенциального наличия нарушений обучаемости у изучаемой группы населения.

Далее авторы провели операции декодирования. Строковые значения преобразовать в числовые. Затем полученный набор данных передали на обучение модели.

Выходные данные или показатели, используемые для оценки наличия нарушений обучаемости, варьируются в зависимости от конкретного алгоритма. Тем не менее были выбраны некоторые общие индикаторы:

1. Accuracy: этот показатель измеряет общую правильность прогнозов алгоритма при выявлении проблем с обучением.
2. Precision: представляет собой долю правильно идентифицированных детей с нарушением обучаемости среди всех прогнозируемых случаев нарушения обучаемости. Измеряет способность алгоритма сводить к минимуму ложные срабатывания.
3. Recall: измеряет долю правильно идентифицированных детей с трудностями в обучении среди всех фактических случаев неспособности к обучению. Оценивает способность алгоритма сводить к минимуму ложноотрицательные результаты и охватывать всех детей, у которых действительно есть проблемы с обучаемостью.
4. F1 Score: оценка F1 объединяет точность и полноту в единую метрику, обеспечивая сбалансированную оценку производительности алгоритма. Учитывает как ложноположительные, так и ложноотрицательные результаты, что позволяет всесторонне оценить точность и эффективность алгоритма.

Анализируя эти показатели, можно оценить способность алгоритмов выявлять конкретные нарушения или трудности в обучении у дошкольников. Алгоритмы нацелены на классификацию детей как имеющих или не имеющих трудности в обучении на основе входных характеристик и шаблонов, извлеченных из данных обучения.

Важно отметить, что выявление конкретных нарушений обучаемости требует дальнейшего изучения и оценки подготовленными специалистами. Алгоритмы машинного обучения представляют собой ценный инструмент скрининга, который может помочь в раннем выявлении и определении приоритетов детей, которым может потребоваться дальнейшее обследование и целенаправленное вмешательство.

Результаты и обсуждение

В среднем результаты показывали, что логистическая регрессия достигла лучших значений метрик Accuracy, Precision, Recall и F1 score среди всех алгоритмов. Accuracy 90%, Precision 89%, Recall 91% и F1 score 90%. Деревья решений имели Accuracy 85%, Precision 83%, Recall 86% и F1 score 85%, в то время как случайные леса имели Accuracy 88%, Precision 86%, Recall 90% и F1 score 88%. SVMs имели Accuracy 87%, Precision 85%, Recall 88% и F1 score 87%.

ROC для каждого алгоритма показали, что логистическая регрессия имеет самую высокую чувствительность и специфичность с оценкой AUC 0.95, за ней следуют случайные леса с оценкой AUC 0.92, SVMs с показателем AUC 0.90 и деревья решений с показателем AUC 0.85.

Наше исследование подчеркивает потенциал алгоритмов машинного обучения для ранней диагностики нарушений обучаемости у детей дошкольного возраста. Их результаты могут послужить основой для будущих исследований и разработки инструментов для раннего вмешательства и улучшения результатов для детей с ограниченными возможностями обучения.

Преимущества использования алгоритмов машинного обучения:

- Раннее вмешательство. Могут помочь диагностировать трудности в обучении у детей дошкольного возраста до того, как они пойдут в школу.
- Повышенная точность. Могут достигать высокой точности в прогнозировании трудностей обучения у детей дошкольного возраста, что может помочь уменьшить количество ложноположительных и ложноотрицательных результатов.
- Рентабельность. Ранняя диагностика может уменьшить финансовое бремя лечения нарушений обучаемости за счет снижения потребности в долгосрочных вмешательствах и специализированных образовательных услугах.
- Экономия времени. Могут быстро и эффективно анализировать большие объемы данных, выявлять закономерности и прогнозировать трудности в обучении у детей дошкольного возраста.

- **Объективный анализ.** Может помочь устранить предвзятость и ошибки, которые могут возникнуть при субъективных оценках.
- **Улучшенный доступ к диагностике.** Могут помочь улучшить доступ к диагностике для детей дошкольного возраста, которые могут не иметь доступа к специалистам или специализированным учреждениям.

Заключение

Результаты этого исследования показывают, что логистическая регрессия была определена как наиболее точный алгоритм, за которым следуют случайные леса, машины опорных векторов и деревья решений. Эти результаты подчеркивают перспективность использования методов машинного обучения для улучшения раннего выявления нарушений обучаемости, способствуя своевременному вмешательству и поддержке пострадавших детей.

Кроме того, исследование подчеркивает важность использования комплексных наборов данных, которые включают широкий спектр когнитивных, двигательных и поведенческих характеристик. Принимая во внимание несколько показателей, можно повысить точность и надежность диагностики.

Последствия этого исследования важны для различных заинтересованных сторон, включая педагогов, медицинских работников и родителей. Ранняя диагностика нарушений обучаемости с использованием алгоритмов машинного обучения может привести к раннему вмешательству, адаптированным образовательным программам и соответствующим вариантам поддержки, тем самым максимально раскрывая потенциал детей дошкольного возраста и улучшая их долгосрочные академические и социальные результаты.

Список литературы

1. Дашкина А.Р. Решение задачи линейной регрессии в системе Mathcad / А. Р. Дашкина, Ю. Ю. Бобылев // Kazakhstan Science Journal. 2020. Т. 3, № 4(17). С. 27-36.

2. Исакова Г.У. Некоторые аспекты развития интеллектуальных способностей детей младшего школьного возраста // Актуальные вопросы образования и науки. 2022. № 1(73). С. 71-74.
3. Лебедев А.И. Теоретический анализ эффективности принятия решений: дерево целей и дерево метрик // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2023. № 2. С. 208-210. <https://doi.org/10.23672/SAE.2023.82.65.001>
4. Меркулова Т.В. Педагогическое сопровождение социального развития детей раннего возраста в дошкольной образовательной организации / Т. В. Меркулова, Е. Д. Герасимова // Вопросы дошкольной педагогики. 2023. № 1(60). С. 8-10.
5. Модель развития исследовательских компетенций младших школьников / Н. В. Ахаева, И. С. Стеблецова, А. Г. Ермакова, Л. А. Булыга // Инновации в образовании (Казахстан). 2022. № 2(60). С. 4-10.
6. Некрасова И.И. Возможности обучения основам искусственного интеллекта в современном школьном технологическом образовании / И. И. Некрасова, Б. А. Шрайнер, М. Н. Шматков // Школа и производство. 2023. № 1. С. 10-18. https://doi.org/10.47639/0037-4024_2023_1_10
7. Пернебай Б.А. Python | Регрессия дерева решений с использованием sklearn // Polish Journal of Science. 2021. № 38-1(38). С. 51-56.
8. Третьякова Е.Н. Особенности социального развития детей дошкольного возраста с тяжелым нарушением интеллекта, воспитывающихся в условиях детского дома-интерната в зависимости от уровня обучаемости // Вестник Коми государственного педагогического института. 2010. № 8. С. 143-151.
9. Уварова Л.А. Анализ влияния числа выпускников вузов на занятость населения посредством применения метода линейной парной регрессии / Л. А. Уварова, М. В. Клевина // Скиф. Вопросы студенческой науки. 2020. № 5-1(45). С. 23-28.
10. Царькова Е.Г. Прогнозирование успеваемости обучающихся на основе технологий машинного обучения // Безопасность. Управление. Искусственный интеллект. 2022. Т. 4, № 4(4). С. 8-15.
11. Чутко Л.С. Нарушения социального познания у детей / Л. С. Чутко, С. Ю. Сурушкина, Е. А. Яковенко // Журнал неврологии и пси-

- хиатрии им. С.С. Корсакова. 2023. Т. 123, № 1. С. 34-40. <https://doi.org/10.17116/jnevro202312301134>
12. Association between screen time and developmental and behavioral problems among children in the United States: evidence from 2018 to 2020 NSCH / Q. Guangbo, H. Wenjing, M. Jia, W. Xingyue, S. Wenqi, L. Haixia, M. Shaodi, S. Chenyu, H. Christy, L. Scott, S. Yehuan // *Journal of Psychiatric Research*. 2023. Vol. 106. P. 140-149. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2023.03.014>
 13. Cynthia L. The effect of parent education program for preschool children with developmental disabilities: A randomized controlled trial / L. Cynthia, C. Stanley, L. Tiney, Y. Sharon, T. Sandra // *Research in Developmental Disabilities*. 2016. Vol. 56. P. 18-28. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.05.015>
 14. Chapter 4 – Genetic factor analysis for an early diagnosis of autism through machine learning / A. K. Chaitanya, J. J. Andrew, R. Maheswari, P. Vijaya // *Data Science for Genomics*. 2023. P. 69-84. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-98352-5.00001-X>
 15. Deep learning classification of reading disability with regional brain volume features / J. Foram, Z. W. James, I. V. J. Kenneth, A. E. Mark // *NeuroImage*. 2023. Vol. 273. P. 120075. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2023.120075>
 16. Early diagnosis of Alzheimer’s disease and mild cognitive impairment based on electroencephalography: From the perspective of event related potentials and deep learning / W. Chu, X. Tao, Y. Wen, L. Ting, H. Huan, Z. Min, T. Ming // *International Journal of Psychophysiology*. 2022. Vol. 182. P. 182-189. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2022.10.010>
 17. Early diagnosis of Parkinson’s disease: A combined method using deep learning and neuro-fuzzy techniques / N. Mehrbakhsh, A. A. Rabab, Y. M. Y. Salma, H. T. Ha, A. Mohammad, A. Hamad, A. Sultan, A. Abdullah // *Computational Biology and Chemistry*. 2023. Vol. 102. P. 107788. <https://doi.org/10.1016/j.compbiolchem.2022.107788>
 18. Machine learning in diagnosis and disability prediction of multiple sclerosis using optical coherence tomography / M. Alberto, M. Alejandro, C. José, O. Elvira, V. Elisa, G. Elena, P. D. P. Amaya // *Computers in Biology and Medicine*. 2021. Vol. 133. P. 104416. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2021.104416>

References

1. Dashkina A. R., Bobylev YU. YU. *Kazakhstan Science Journal*, 2020, vol. 3, no. 4(17), pp. 27-36.
2. Iskhakova G. U. *Aktual'nye voprosy obrazovaniya i nauki*, 2022, no. 1(73), pp. 71-74.
3. Lebedev A. I. *Gumanitarnye, social'no-ekonomicheskie i obshchestvennye nauki*, 2023, no. 2, pp. 208-210. <https://doi.org/10.23672/SAE.2023.82.65.001>
4. Merkulova T. V., Gerasimova E. D. *Voprosy doshkol'noj pedagogiki*, 2023, no. 1(60), pp. 8-10.
5. Ahaeva N. V., Steblecova I. S., Ermakova A. G., Bulyga L. A. *Innovacii v obrazovanii (Kazahstan)*, 2022, no. 2(60), pp. 4-10.
6. Nekrasova I. I., SHrajner B. A., SHmatkov M. N. *SHkola i proizvodstvo*, 2023, no. 1, pp. 10-18. https://doi.org/10.47639/0037-4024_2023_1_10
7. Pernebaj B. A. *Polish Journal of Science*, 2021, no. 38-1(38), pp. 51-56.
8. Tret'yakova E. N. *Vestnik Komi gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta*, 2010, no. 8, pp. 143-151.
9. Uvarova L. A., Klevina M. V. *Skif. Voprosy studencheskoj nauki*, 2020, no. 5-1(45), pp. 23-28.
10. Car'kova E. G. *Bezopasnost'. Upravlenie. Iskusstvennyj intellekt*, 2022, vol. 4, no. 4(4), pp. 8-15.
11. CHutko L. S., Surushkina S. YU., YAKovenko E. A. *ZHurnal nevrologii i psikiatrii im. C.C. Korsakova*, 2023, vol. 123, no. 1, pp. 34-40. <https://doi.org/10.17116/jnevro202312301134>
12. Guangbo Q., Wenjing H., Jia M., Xingyue W., Wenqi S., Haixia L., Shaodi M., Chenyu S., Christy H., Scott L., Yehuan S. Association between screen time and developmental and behavioral problems among children in the United States: evidence from 2018 to 2020 NSCH. *Journal of Psychiatric Research*, 2023, vol. 106, pp. 140-149. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2023.03.014>
13. Cynthia L., Stanley C., Tiney L., Sharon Y., Sandra T. The effect of parent education program for preschool children with developmental disabilities: A randomized controlled trial. *Research in Developmental Disabilities*, 2016, vol. 56, pp. 18-28. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.05.015>
14. Chaitanya A. K., Andrew J. J., Maheswari R., Vijaya P. Chapter 4 – Genetic factor analysis for an early diagnosis of autism through machine

- learning. *Data Science for Genomics*, 2023, pp. 69-84. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-98352-5.00001-X>
15. Foram J., James Z. W., Kenneth I. V. J., Mark A. E. Deep learning classification of reading disability with regional brain volume features. *NeuroImage*, 2023, Vol. 273, pp. 120075. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2023.120075>
16. Chu W., Tao X., Wen Y., Ting L., Huan H., Min Z., Ming T. Early diagnosis of Alzheimer's disease and mild cognitive impairment based on electroencephalography: From the perspective of event related potentials and deep learning. *International Journal of Psychophysiology*, 2022, vol. 182, pp. 182-189. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2022.10.010>
17. Mehrbakhsh N., Rabab A. A., Salma Y. M. Y., Ha H. T., Mohammad A., Hamad A., Sultan A., Abdullah A. Early diagnosis of Parkinson's disease: A combined method using deep learning and neuro-fuzzy techniques. *Computational Biology and Chemistry*, 2023, vol. 102, pp. 107788. <https://doi.org/10.1016/j.compbiolchem.2022.107788>
18. Alberto M., Alejandro M., Jose C., Elvira O., Elisa V., Elena G., Amaya P. D. P. Machine learning in diagnosis and disability prediction of multiple sclerosis using optical coherence tomography. *Computers in Biology and Medicine*, 2021, vol. 133, pp. 104416. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2021.104416>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Васильева Татьяна Владимировна, воспитатель

*Детский сад №134 комбинированного вида
ул. Пермская, 5/2, г. Комсомольск-на-Амуре, 681000, Российская Федерация
t9098991712@gmail.com*

Васильев Гордей Владимирович, аспирант факультета компьютерных технологий

*Комсомольский-на-Амуре государственный университет
пр. Ленина, 27, г. Комсомольск-на-Амуре, 681013, Российская Федерация
gordeyvasilev@gmail.com*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Tatiana V. Vasilieva, Kindergarten Teacher

Kindergarten No. 134 combined type

5/2, Permskaya Str., Komsomolsk-on-Amur, 681000, Russian Federation

t9098991712@gmail.com

SPIN-code: 4227-1294

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8165-393X>

Gordei V. Vasilev, Postgraduate Student of the Faculty of Computer Technologies

Komsomolsk-na-Amure State University

27, Lenin Ave., Komsomolsk-on-Amur, 681013, Russian Federation

gordeyvasilev@gmail.com

SPIN-code: 2650-1531

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0485-8664>

Поступила 14.05.2023

После рецензирования 08.06.2023

Принята 17.06.2023

Received 14.05.2023

Revised 08.06.2023

Accepted 17.06.2023