

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2024-10-4-38-42>

Формирование датасета для нейросетевой модели распознавания офтальмологической патологии на изображениях глазного дна

Научно-исследовательская работа

Д.Д. Гулякин¹, Г.Д. Стецуков², В.С. Теренин³, А.Д. Пузанкова⁴,
М.Д. Никиточкина⁴, Д.Л. Валевская⁵, М.А. Маркова⁴, Е.А. Анпилогова⁵,
А.Ю. Дододжонов⁶, А.И. Сырова⁶, А.А. Кулишенко⁷, Н.А. Загребина⁴

¹ ГБУЗ «Морозовская ДГКБ ДЗМ»; д. 1/9, 4-й Добрынинский пер., Москва, 119049, Россия

² ФГБОУ ВО Самарский государственный медицинский университет МЗ РФ; д.89, Чапаевская ул., Самара, Самарская область, 443099, Россия

³ Национальный исследовательский Томский государственный университет; д.36, пр-кт Ленина, Томск, Томская область, 634050, Россия

⁴ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет); стр. 2, дом 8, ул. Трубецкая, Москва, 119991, Россия

⁵ Санкт-Петербургский государственный университет; д.7/9, Университетская наб., Санкт-Петербург, 199034, Россия

⁶ Иркутский государственный медицинский университет; стр. 1, ул. Красного Восстания, Иркутск, Иркутская область, 664003, Россия

⁷ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова; д. 1, тер. Ленинские Горы, Москва, 119234, Россия

Контакт: Теренин Виталий Станиславович, vitaly.terenin0702@gmail.com

Аннотация:

Введение. В офтальмологической практике использование цифровых диагностических приборов позволило накопить большую базу данных медицинских изображений, а алгоритмы машинного обучения позволяют применить эти данные для создания автоматизированных решений, повышающих скорость, эффективность и качество скрининговых исследований.

Материалы и методы. В данном исследовании сбор данных и формирование датасета цифровых изображений глазного дна проводились из открытых облачных баз хранения и обработки данных Kaggle, Mendeley Data, Figshare. Все изображения прошли процедуру обезличивания и псевдонимизации согласно Федеральному закону от 27.07.2006 N 152-ФЗ «О персональных данных» и ГОСТ Р 55036-2012/ISO/TS 25237:2008.

Результаты. Объем собранного набора данных составил 1765 цифровых изображений глазного дна размером 640 x 480 и 2048x2048 пикселей и был переименован в итоговый датасет «OcuDate». Проведено аннотирование изображений по классам качества и разработан инструмент предобработки данных, что в последующем позволит провести обучение нейросетевой модели.

Выводы. Полученные данные могут быть интегрированы в систему анализа и обработки изображений глазного дна при создании экспертной системы поддержки принятия клинических решений врачами-офтальмологами.

Ключевые слова: набор данных; офтальмология; искусственный интеллект; аннотирование; классификация; компьютерное зрение.

Для цитирования: Гулякин Д.Д., Стецуков Г.Д., Теренин В.С., Пузанкова А.Д., Никиточкина М.Д., Валеvская Д.Л., Маркова М.А., Анпилогова Е.А., Дододжонов А.Ю., Сырова А.И., Кулишенко А.А., Загребина Н.А. Формирование датасета для нейросетевой модели распознавания офтальмологической патологии на изображениях глазного дна. Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2024;10(4):38-42; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2024-10-4-38-42>

Formation of a dataset for a neural network model for recognizing ophthalmological pathology in fundus images

Research work

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2024-10-4-38-42>

D.D. Gulyakin¹, G.D. Stetsukov², V.S. Terenin³, A.D. Puzankova⁴, M.D. Nikitochkinam⁴, D.L. Valevskaya⁵, M.A. Markova⁴, E.A. Anpilogova⁵, A.Yu. Dododzhonov⁶, A.I. Syrova⁶, A.A. Kulishenko⁷, N.A. Zagrebina⁴

¹ Morozovskaya City Clinical Hospital of the Moscow Health Department; 1/9, 4th Dobryninsky Lane, Moscow, 119049, Russia

² Samara State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation; 89, Chapaevskaya St., Samara, Samara Oblast, 443099, Russia

³ National Research Tomsk State University; 36, Lenin Ave., Tomsk, Tomsk Oblast, 634050, Russia

⁴ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Russian Ministry of Health (Sechenov University); 2, Building 8, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia

⁵ Saint Petersburg State University; 7/9, Universitetskaya emb., St. Petersburg, 199034, Russia

⁶ Irkutsk State Medical University; building 1, Krasnogo Vosstaniya str., Irkutsk, Irkutsk region, 664003, Russia

⁷ Lomonosov Moscow State University; building 1, Leninskie Gory ter., Moscow, 119234, Russia

Contact: Vitaly S.Terenin, vitaly.terenin0702@gmail.com

Summary:

Introduction. In ophthalmological practice, the use of digital diagnostic devices has allowed us to accumulate a large database of medical images, and machine learning algorithms make it possible to use this data to create automated solutions that increase the speed, efficiency and quality of screening studies.

Materials and methods. In this study, data collection and the formation of a dataset of digital images of the fundus were carried out from open cloud databases for storing and processing data Kaggle, Mendeley Data, Figshare. All images were depersonalized and pseudonymized in accordance with the Federal Law of July 27, 2006 N 152-FZ "On Personal Data" and GOST R 55036-2012 / ISO / TS 25237: 2008.

Results. The collected dataset included 1765 digital fundus images measuring 640 × 480 and 2048 × 2048 pixels and was renamed the final dataset "OcuDate". The images were annotated by quality classes and a data preprocessing tool was developed, which will subsequently allow training the neural network model.

Conclusions. The obtained data can be integrated into the fundus image analysis and processing system when creating an expert system for supporting clinical decision-making by ophthalmologists.

Key words: dataset; ophthalmology; artificial intelligence; annotation; computer vision.

For citation: Gulyakin D.D., Stetsukov G.D., Terenin V.S., Puzankova A.D., Nikitochkina M.D., Valevskaya D.L., Markova M.A., Anpilogova E.A., Dododzhonov A.Yu., Syrova A.I., Kulishenko A.A., Zagrebina N.A. Formation of a dataset for a neural network model for recognizing ophthalmological pathology in fundus images. Russian Journal of Telemedicine and E-Health 2024;10(4):38-42; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2024-10-4-38-42>

ВВЕДЕНИЕ

В офтальмологической практике использование цифровых диагностических приборов позволило накопить большую базу данных медицинских изображений, а алгоритмы машинного обучения позволяют применить эти данные для создания автоматизированных решений, повышающих скорость, эффективность и каче-

ство скрининговых исследований [1-4]. Так, возможность применить модель автоматизированной системы диагностики для таких заболеваний, как диабетическая ретинопатия, возрастная макулярная дегенерация, ретинопатия недоношенных (РН) и глаукома, осложнения которых являются ведущей причиной слепоты и слабовидения в развитых и развивающихся странах [5, 6], позволит сэкономить временные ►

и кадровые ресурсы, имеет потенциал повысить эффективность диагностического поиска и снизить нагрузку на офтальмологов, занимающихся скринингом в условиях ограниченного времени [7, 8]. Целью данного исследования является формирование датасета из цифровых изображений глазного дна с наличием офтальмологической патологии и без патологии для нейросетевой модели распознавания офтальмологической патологии на изображениях глазного дна. Для реализации поставленной цели были поставлены следующие задачи: собрать материал из открытых баз данных, провести аннотирование с присвоением класса качества и разработать инструменты предобработки данных.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В данном исследовании сбор данных и формирование датасета цифровых изображений глазного дна проводились из открытых облачных баз хранения и обработки данных Kaggle, Mendeley Data, Figshare. Все изображения прошли процедуру обезличивания и псевдонимизации согласно Федеральному закону от 27.07.2006 N 152-ФЗ «О персональных данных» и ГОСТ Р 55036-2012/ISO/TS 25237:2008 (Группа П85. Национальный стандарт Российской Федерации. Информатизация здоровья. Псевдонимизация). Объем собранного набора данных составил 1765 цифровых изображений глазного дна размером 640 x 480 и 2048x2048 пикселей и был переименован в итоговый датасет «OcuDate». Среди изображений с нормальным глазным дном и с заболеваниями были: диабетическая ретинопатия – 215 фотографий, возрастная макулярная дегенерация – 215 фотографий, ретинопатия недоношенных – 825 фотографий и глаукома – 215 фотографий, а также изображения с нормальным глазным дном – 295 фотографий.

Основным методом работы с данными было аннотирование изображений с присвоением им соответствующего класса качества фотографии. Были определены следующие классы: «норма» – класс включал изображения, которые имели нормальную освещенность, контрастность, не имели шумов, раз-

мытия и артефактов; «засвет» или «затемнение» – класс изображений, имеющих отклонение в уровне освещенности, либо слишком яркого, либо слишком тусклого; «шум» – класс изображений, имеющих нежелательные аномалии в виде пятен, зернистости или мелких точек; «низкий контраст» или «высокий контраст» – класс изображений, имеющих недостаточную или чрезмерную разницу между самыми светлыми и самыми темными участками изображения; «размытие» – класс изображений, имеющих недостаточную резкость и детализацию изображения; «артефакты» – класс изображений, имеющих разного рода визуальные искажения; не классифицированное отклонение – случаи, не попадающие ни в один из указанных выше типов, которые помечались как «выброс». Аннотирование по классам проводилось на датасете в период с 01.03.2024 по 31.04.2024. Для процесса предобработки данных Image Preprocessing Stage (algorithms for preprocessing images) была написана программа с функциями Contrast Enhancement и Intensity normalization. Данная программа разработана с использованием языка программирования Python и позволяет улучшить качество фотографии, увеличивая разницу между светлыми и темными участками, приводит значения яркости к стандартному диапазону, балансируя контрастность изображения.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Собранный датасет OcuDate был проаннотирован и предварительно обработан, количество отдельных классов составило: «засвет» – 432 фотографии (24,49%), «затемнение» – 513 фотографий (29,13%), «шум» – 113 фотографий (6,38%), «низкий контраст» – 275 фотографий (15,57%), «высокий контраст» – 53 фотографии (3,02%), «размытие» – 212 фотографии (11,98%), «артефакты» – 116 фотографий (6,56%), «выброс» – 51 фотография (2,87%). Итоговый датасет был разделен на обучающую (60% данных) – 1059 фотографии, тестовую (20% данных) – 353 фотографии и валидационную (20% данных) – 353 фотографии, выборки.

В дальнейшем необходимо выработать определение четких критериев для оценки приемлемого качества изображений. Процедура разметки изображений глазного дна и выделения ключевых клинических признаков требует высокой квалификации и временных затрат от врача-офтальмолога, поэтому для создания датасета необходимого качества, достаточного для обучения высокоточной нейросетевой модели, требуется иметь предварительно обработанные данные приемлемого для анализа качества, инструменты предварительной обработки данных, а также расширить объем датасета для проверки точности модели на большем объеме данных [9-11].

■ ВЫВОДЫ

В исследовании были выполнены поставленные задачи: сформирован датасет OcuDate, проведено аннотирование изображений по классам качества и разработан инструмент предобработки данных, что в последующем позволит провести обучение нейросетевой модели для классификации изображений глазного дна по категориям качества в данном наборе данных, а также предварительная обработка данных могут быть интегрированы в систему анализа и обработки изображений глазного дна при создании экспертной системы поддержки принятия клинических решений врачами-офтальмологами. ▮

ЛИТЕРАТУРА

1. Ting DSW, Pasquale LR, Peng L, Campbell JP, Lee AY, Raman R, et al. Artificial intelligence and deep learning in ophthalmology. *Br J Ophthalmol* 2019;103(2):167-75. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2018-313173>.
2. Демин, Н.С., Ильясова Н.Ю., Парингер Р.А., Кирш Д.В. Применение искусственного интеллекта в офтальмологии на примере решения задачи семантической сегментации изображения глазного дна. *Компьютерная оптика* 2023;47(5):824-31. [Demin, N.S., Ilyasova N.Yu., Paringer R.A., Kirsh D.V. Application of artificial intelligence in ophthalmology on the example of solving the problem of semantic segmentation of the fundus image. *Komp'yuternaya optika = Computer Optics* 2023;47(5):824-31. (In Russian)]. <https://doi.org/10.18287/2412-6179-CO-1283>.
3. Дорощев Д.А., Казанова С.Ю., Мовсисян А.Б., Полева Р.П. Искусственный интеллект и нейросети в диагностике глаукомы. *Национальный журнал глаукома* 2023;22(1):115-28. [Dorofeev D.A., Kazanova S.Yu., Movsisyan A.B., Poleva R.P. Artificial intelligence and neural networks in glaucoma diagnostics. *Natsional'nyy zhurnal glaukoma = National journal glaucoma* 2023;22(1):115-28. (In Russian)]. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2023-22-1-115-128>.
4. Дога А.В., Володин П.Л., Никитин О.И., Гарри Д.Д., Тарасов Г.Ю. Первый опыт применения методов искусственного интеллекта в построении трехмерной модели диабетического макулярного отека. *Современные технологии в офтальмологии* 2020;3(34):19-20. [Doga A.V., Volodin P.L., Nikitin O.I., Garry D.D., Tarasov G.Yu. The first experience of using artificial intelligence methods in constructing a three-dimensional model of diabetic macular edema. *Sovremennyye tekhnologii v oftal'mologii = Modern technologies in ophthalmology* 2020;3(34):19-20. (In Russian)]. <https://doi.org/10.25276/2312-4911-2020-3-19-20>.
5. Ивахненко О.И., Нероев В.В., Зайцева О.В. Возрастная макулярная дегенерация и диабетическое поражение глаз. Социально-экономические аспекты заболеваемости. *Вестник офтальмологии* 2021;137(1):123-9. [Ivakhnenko O.I., Neroyev V.V., Zaitseva O.V. Age-related macular degeneration and diabetic eye disease. Socioeconomic aspects of morbidity. *Vestnik oftal'mologii = Bulletin of ophthalmology* 2021;137(1):123-9. (In Russian)]. <https://doi.org/10.17116/oftalma2021137011123>
6. Демидова Т. Ю., Кожевников А. А. Диабетическая ретинопатия:

история, современные подходы к ведению, перспективные взгляды на профилактику и лечение. *Сахарный диабет* 2020;23(1):95-105. [Demidova T. Yu., Kozhevnikov A. A. Diabetic retinopathy: history, modern approaches to management, promising views on prevention and treatment. *Sakharnyy diabet = Diabetes mellitus* 2020;23(1):95-105. (In Russian)]. <https://doi.org/10.14341/dm10273>.

7. Jin K, Huang X, Zhou J, Li Y, Yan Y, Sun Y, et al. FIVES: A Fundus Image Dataset for Artificial Intelligence based Vessel Segmentation. *Sci Data* 2022;9(1):475. <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01564-3>.
8. Agrawal R, Walambe R, Kotecha K, Gaikwad A, Deshpande CM, Kulkarni S. HVDROPDB datasets for research in retinopathy of prematurity. *Data Brief* 2023;52:109839. <https://doi.org/10.17632/xw5xc7xrmr.2>.
9. Coyner AS, Chen JS, Chang K, Singh P, Ostmo S, Chan RVP, et al. Synthetic Medical Images for Robust, Privacy-Preserving Training of Artificial Intelligence: Application to Retinopathy of Prematurity Diagnosis. *Ophthalmol Sci* 2022;2(2):100126. <https://doi.org/10.1016/j.xops.2022.100126>.
10. Каталевская Е.А., Каталевский Д.Ю., Тюриков М.И., Шайхутдинова Э.Ф., Сизов А.Ю. Алгоритм сегментации визуальных признаков диабетической ретинопатии (ДР) и диабетического макулярного отека (ДМО) на цифровых фотографиях глазного дна. *Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения* 2021;7(4):17-26. [Katalevskaya E.A., Katalevsky D.Yu., Tyurikov M.I., Shaikhutdinova E.F., Sizov A.Yu. Algorithm for segmentation of visual signs of diabetic retinopathy (DR) and diabetic macular edema (DME) in digital fundus photographs. *Rossiyskiy zhurnal telemeditsiny i elektronnoy zdravookhraneniya = Russian Journal of Telemedicine and Electronic Health* 2021;7(4):17-26. (In Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2021-7-4-17-26>.
11. Нероев В.В., Брагин А.А., Зайцева О.В. Разработка прототипа сервиса для диагностики диабетической ретинопатии по снимкам глазного дна с использованием методов искусственного интеллекта. *Национальное здравоохранение* 2021;2(2):64-72. [Neroyev V.V., Bragin A.A., Zaitseva O.V. Development of a prototype service for diagnosing diabetic retinopathy based on fundus images using artificial intelligence methods. *Natsional'noye zdravookhraneniye = National Health* 2021;2(2):64-72. (In Russian)]. <https://doi.org/10.47093/2713-069x.2021.2.2.64-72>.

Сведения об авторах:

Гулякин Д.Д. – ординатор 2 года, кафедра офтальмологии, ГБУЗ «Морозовская ДГКБ ДЗМ»; Москва, Россия

Стецуков Г.Д. – аспирант 4 года по направлению «Биологические науки», ФГБОУ ВО Самарского государственного медицинского университета МЗ РФ; Самара, Россия

Теренин В.С. – магистрант 2 года, факультет филологии, «Национальный исследовательский Томский государственный университет»; Томск, Россия

Пузанкова А.Д. – студентка 4 курса, Институт клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет); Москва, Россия

Никиточкина М.Д. – магистрант 2 курс, специальность «Интеллектуальные системы в гуманитарной среде», ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет); Москва, Россия

Валевская Д.Л. – студентка 4 курса, Биологический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; Санкт-Петербург, Россия

Маркова М.А., студентка 4 курса, Передовая инженерная школа «Интеллектуальные системы тераностики», ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет); Москва, Россия

Анпилогова Е.А. – студентка 4 курса, Биологический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; Санкт-Петербург, Россия

Дододжонов А.Ю. – студент 6 курса, Лечебный факультет, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России; Иркутск, Россия

Сырова А.И. – студентка 4 курса, Лечебный факультет, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России; Иркутск, Россия

Кулишенко А.А. – 2 курс магистратуры, Факультет Космических Исследований, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»; Москва, Россия

Загребина Н.А. – ординатор 2 года, кафедра офтальмологии, ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет); Москва, Россия

Вклад авторов:

Гулякин Д. Д. – написание текста, 10%
Стецуков Г.Д. – обзор литературы, 8%
Теренин В.С. – обзор литературы, 10%
Пузанкова А.Д. – обзор литературы, 8%
Никиточкина М.Д. – определение научного интереса, 8%
Валевская Д.Л. – обзор литературы, 8%
Маркова М.А. – обзор литературы, 8%
Анпилогова Е.А. – написание текста, 8%
Дододжонов А.Ю. – разработка проекта, 8%
Сырова А.И. – разработка проекта, 8%
Кулишенко А.А. – разработка проекта, 8%
Загребина Н.А. – разработка проекта, 8%

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Статья поступила: 08.11.24

Результат рецензирования: 05.12.24

Принята к публикации: 12.12.24

Information about authors:

Gulyakin D.D. – 2-year resident, Department of Ophthalmology, Morozovskaya City Clinical Hospital; Moscow, Russia

Stetsukov G.D. – 4-year postgraduate student in the field of «Biological Sciences», Samara State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation; Samara, Russia

Terenin V.S. – 2-year master's student, Faculty of Philology, National Research Tomsk State University; Tomsk, Russia

Puzankova A.D. – 4-year student, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University); Moscow, Russia

Nikitochkina M.D. – 2-year master's student, specializing in «Intelligent Systems in the Humanities», I.M. Sechenov First Moscow State Medical University; Moscow, Russia

Valevskaya D.L. – 4th year student, Faculty of Biology, Saint Petersburg State University; Saint Petersburg, Russia

Markova M.A. – 4th year student, Advanced Engineering School «Intelligent Theranostic Systems», FGAOU VO First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov Russian National Research Medical University (Sechenov University); Moscow, Russia

Anpilogova E.A. – 4th year student, Faculty of Biology, Saint Petersburg State University; Saint Petersburg, Russia

Dododzhonov A.Yu. – 6th year student, Faculty of General Medicine, Irkutsk State Medical University; Irkutsk, Russia

Syrova A.I. – 4th year student, Faculty of General Medicine, Irkutsk State Medical University; Irkutsk, Russia

Kulishenko A.A. – 2nd year master's student, Faculty of Space Research, Lomonosov Moscow State University; Moscow, Russia

Zagrebina N.A. – 2nd year resident, Department of Ophthalmology, VO First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov of the Ministry of Health of the Russian Federation; Moscow, Russia

Authors Contribution:

Gulyakin D.D. – writing the text, 10%
Stetsukov G.D. – literature review, 8%
Terenin V.S. – literature review, 10%
Puzankova A.D. – literature review, 8%
Nikitochkina M.D. – definition of scientific interest, 8%
Valevskaya D.L. – literature review, 8%
Markova M.A. – literature review, 8%
Anpilogova E.A. – writing the text, 8%
Dododzhonov A.Yu. – project development, 8%
Syrova A.I. – project development, 8%
Kulishenko A.A. – project development, 8%
Zagrebina N.A. – project development, 8%

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

Financing. The study was performed without external funding.

Received: 08.11.24

Review result: 05.12.24

Accepted for publication: 12.12.24