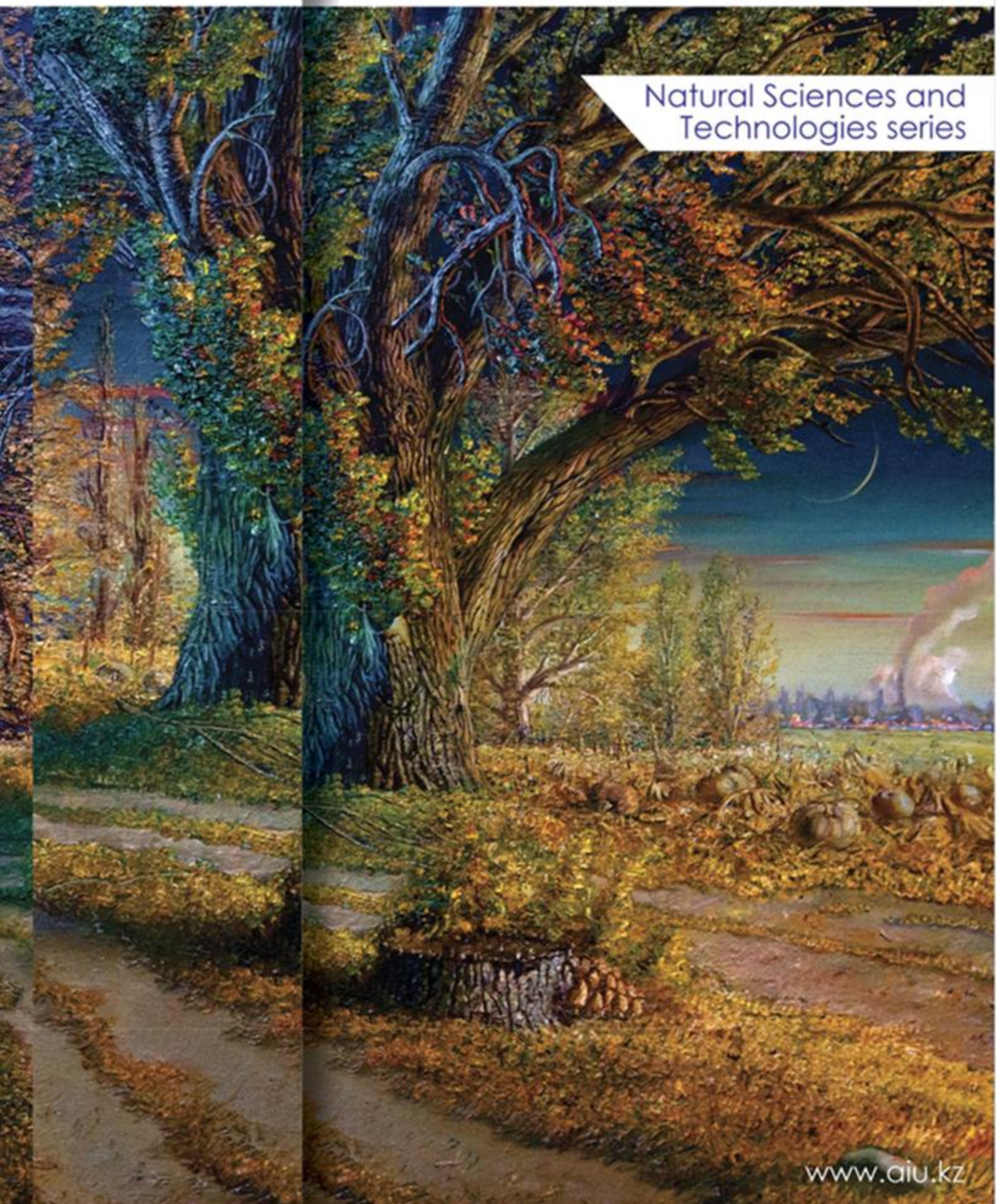


INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS



№1 (6) 2025

Natural Sciences and
Technologies series





INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS

Natural Sciences and Technologies series

Has been published since 2020

№1 (6) 2025

Astana

INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS. NATURAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES SERIES ЖУРНАЛЫНЫҢ РЕДАКЦИЯСЫ

БАС РЕДАКТОР

Қалимолдаев Мақсат Нұрадилович, техникалық ғылымдар докторы, ҚР ҰҒА академигі, профессор, ҚР ҒЖБМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының кеңесшісі, бас ғылыми қызметкері (*Қазақстан*)

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ

Мырзағалиева Анар Базаровна, биология ғылымдарының докторы, профессор, бірінші вице-президент, Астана халықаралық университеті (*Қазақстан*);

РЕДАКТОРЛАР:

- **Сейткан Айнур Сейтканқызы**, техника ғылымдарының кандидаты, PhD, жаратылыстану ғылымдары жоғары мектебінің деканы, Астана халықаралық университеті (*Қазақстан*);

- **Муканова Асель Сериковна**, PhD, Ақпараттық технологиялар және инженерия жоғары мектебінің деканы, Астана халықаралық университеті (*Қазақстан*);

- **Абдилдаева Асель Асылбековна**, PhD, қауымдастырылған профессор, Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ (*Қазақстан*);

- **Хлахула Иржи** PhD, профессор, Познаньдағы Адам Мицкевич атындағы университет (*Польша*);

- **Редферн Саймон А.Т.**, PhD, профессор, Наньян технологиялық университеті (*Сингапур*);

- **Сяолей Фенг**, PhD, Наньян технологиялық университеті (*Сингапур*);

- **Шуджаул Мулк Хан**, PhD, профессор, Каид-және-Азам университеті (*Пакистан*);

- **Базарнова Наталья Григорьевна**, химия ғылымдарының докторы, профессор, Химия және химиялық-фармацевтикалық технологиялар институты (*Ресей*);

- **Черёмушкина Вера Алексеевна**, биология ғылымдарының докторы, профессор, РҒА СБ Орталық Сібір ботаникалық бағы (*Ресей*);

- **Тасболатұлы Нұрболат**, PhD, Ақпараттық технологиялар және инженерия жоғары мектебі деканының орынбасары, Астана халықаралық университеті (*Қазақстан*);

- **Байшоланов Сакен Советович**, география ғылымдарының кандидаты, доцент, Астана халықаралық университеті (*Қазақстан*);

- **Нуркенов Серик Амангельдинович**, PhD, қауымдастырылған профессор, Астана халықаралық университеті (*Қазақстан*).

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS. NATURAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES SERIES

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Калимолдаев Максат Нурадилович, доктор технических наук, академик НАН РК, профессор, ГНС, советник генерального директора Института информационных и вычислительных технологии КН МНВО РК (*Казахстан*)

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Мырзагалиева Анар Базаровна, доктор биологических наук, профессор, первый вице-президент, Международный университет Астана (*Казахстан*)

РЕДАКТОРЫ:

- **Сейткан Айнур Сейтканкызы**, кандидат технических наук, PhD, декан высшей школы естественных наук, Международный университет Астана (*Казахстан*);
- **Муканова Асель Сериковна**, PhD, декан Высшей школы информационных технологии и инженерии, Международный университет Астана (*Казахстан*);
- **Абдилдаева Асель Асылбековна**, PhD, ассоциированный профессор, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби (*Казахстан*);
- **Хлахула Иржи** PhD, профессор, Университет имени Адама Мицкевича в Познани (*Польша*);
- **Редферн Саймон А.Т.**, PhD, профессор, Наньянский технологический университет (*Сингапур*);
- **Фенг Сяолей**, PhD, Наньянский технологический университет (*Сингапур*);
- **Шуджаул Мулк Хан**, PhD, профессор, Университет Каид-и Азама (*Пакистан*);
- **Базарнова Наталья Григорьевна**, доктор химических наук, профессор, Институт химии и химико-фармацевтических технологий (*Россия*);
- **Черёмушкина Вера Алексеевна**, доктор биологических наук, профессор, Центральный Сибирский Ботанический сад СО РАН (*Россия*);
- **Тасболатұлы Нұрболат**, PhD, заместитель декана Высшей школы информационных технологии и инженерии, Международный университет Астана (*Казахстан*);
- **Байшоланов Сакен Советович**, кандидат географических наук, доцент, Международный университет Астана (*Казахстан*);
- **Нуркенов Серик Амангельдинович**, PhD, ассоциированный профессор, Международный университет Астана (*Казахстан*);

**EDITORIAL TEAM OF THE JOURNAL INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS.
NATURAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES SERIES**

CHIEF EDITOR

Maksat Kalimoldayev, Doctor of Technical Sciences, Academician of NAS RK, Professor, SRF, CEO's counselor «The Institute of Information and Computational Technologies» CS MSHE RK (Kazakhstan)

DEPUTY CHIEF EDITOR

Anar Myrzagaliyeva, Doctor of Biological Sciences, Professor, First Vice-President, Astana International University (Kazakhstan)

EDITORS:

- **Ainur Seitkan**, Candidate of Technical Sciences, PhD, Dean of the Higher School of Natural Sciences, Astana International University (Kazakhstan);
- **Assel Mukanova**, PhD, Dean of the Higher School of Information Technology and Engineering, Astana International University (Kazakhstan);
- **Assel Abdildayeva**, PhD, Associate Professor, of the Department of Artificial Intelligence and Big Data, Al-Farabi Kazakh National University (Kazakhstan);
- **Jiri Chlachula**, PhD, Dr.Hab., Full Professor, Adam Mickiewicz University, Poznań (Poland);
- **Simon A.T. Redfern**, PhD, Professor, Nanyang Technological University (Singapore);
- **Xiaolei Feng**, PhD, Nanyang Technological University (Singapore);
- **Khan Shujaul Mulk**, PhD, Professor, Quaid-i-Azam University (Pakistan);
- **Natal'ya Bazarnova**, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Institute of Chemistry and Chemical-Pharmaceutical Technologies (Russia);
- **Vera Cheryomushkina**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Central Siberian Botanical Garden SB RAS (Russia);
- **Nurbolat Tasbolatuly**, PhD, Deputy Dean of the Higher School of Information Technology and Engineering, Astana International University (Kazakhstan);
- **Saken Baisholanov**, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Astana International University (Kazakhstan);
- **Serik Nurkenov**, PhD, Associate Professor, Astana International University (Kazakhstan).

Editorial address: 8, Kabanbay Batyr avenue, of.316, Nur-Sultan,
Kazakhstan, 010000

Tel.: (7172) 24-18-52 (ext. 316)

E-mail: natural-sciences@aiu.kz

International Science Reviews NST - 76153

International Science Reviews

Natural Sciences and Technologies series

Owner: Astana International University

Periodicity: quarterly

Circulation: 500 copies

CONTENT

1. A.A. Kussainova, O.Bulgakova Blood mtDNA Copy Number as a Potential Indicator of X-ray Radiation Exposure in Animals.....	7
2. А.Маллер, Ж.Адамжанова Идентификации почвенных бактерий города Астана с последующей оценкой их антибиотикорезистентности.....	14
3. А. М. Султанкулов К вопросу о формировании устойчивых университетов	32
4. А. М. Султанкулов, А. С. Сейткан, М.К. Карибаева Анализ экологической осведомленности студентов МУА	38
5. Ж.Сугурбаев Обоснование использования метода проб Питерсена в образовательной практике	47
6. А.Тыныкулова, Б.Таңырыс Проектирование платформы для автоматизированной генерации и оценки тестовых заданий	53
7. Д.Байғожанова, Н.Тасболатұлы, Қ.Нартай Архитектура интеллектуального управления в управленческих веб-приложениях с использованием MLOps и машинного обучения	62
8. М.И.Есбота, Г.Ж.Таганова Выбрать правильный стек технологий для разработки приложений искусственного интеллекта	71
9. Н. Ж.Жарасхан, С.А.Наурызбаева Посткванттық криптографиялық алгоритмдерді қауіпсіздік пен стандарттауға қолдану және бағалау критерийлері.....	81
10. А.Н.Сұлтанғазиева, Ж.Р.Абдуханова , Д.С.Молдаш Обзор методов и технологий для выявления ложных новостей на основе анализа текста и машинного обучения...	90
11. Т.Ә Талдықбаева, Ж.Т.Абдуллаева Определение фейковых отзывов с помощью машинного обучения.....	98
12. Т.Б.Бекбосынова Применение методов машинного обучения для автоматического распознавания опухолей головного мозга на мрт-снимках.....	104
13. А.Нарынбай Разработка и исследование алгоритмов сегментации и распознавания объектов на медицинских изображениях на основе нейронных сетей.....	111
14. Н.Г.Турсынбек Методы стратегического прогнозирования в финансовом менеджменте.....	117

Применение методов машинного обучения для автоматического распознавания опухолей головного мозга на мрт-снимках

Т.Б. Бекбосынова*

Высшая школа информационных технологий и инженерии, Международный университет Астана, Астана, Казахстан

*Автор-корреспондент

Аннотация. В статье рассматриваются методы машинного обучения, применяемые для автоматического распознавания опухолей головного мозга на МРТ-снимках. Использовался открытый датасет BraTS 2021, включающий изображения с ручной разметкой. Проведен анализ классических и глубоких моделей, включая SVM, Random Forest, CNN и U-Net. Оценка производилась по метрикам точности, полноты, F1-меры, Dice и IoU. Модель ResNet50 с трансферным обучением показала наилучшие результаты в классификации (точность 94%), а U-Net — в сегментации (Dice 0.87). Обсуждаются ограничения исследования и предлагаются направления дальнейших работ. Результаты могут быть использованы для повышения эффективности диагностики и поддержки клинических решений.

Ключевые слова: машинное обучение, МРТ, опухоли головного мозга, сегментация, классификация, ResNet50, U-Net.

Введение

Опухоли головного мозга представляют собой одну из наиболее сложных задач современной медицины из-за высокой смертности и трудностей диагностики. Ранняя и точная идентификация новообразований имеет ключевое значение для выбора терапевтической тактики и повышения выживаемости пациентов. Магнитно-резонансная томография (МРТ) является основным методом визуализации благодаря высокой пространственной разрешающей способности и неинвазивному характеру. Однако интерпретация МРТ-данных требует высокой квалификации специалистов и подвержена субъективным ошибкам [1].

В этой связи всё более актуальными становятся методы машинного обучения (ML), в частности глубокого обучения (DL), позволяющие автоматизировать анализ медицинских изображений. Сверточные нейронные сети (CNN), включая U-Net и её модификации (например, nnU-Net), демонстрируют высокую эффективность в задачах классификации и сегментации опухолей [2–4].

Несмотря на достигнутый прогресс, сохраняются проблемы, связанные с выбором оптимальных архитектур, потребностью в больших размеченных выборках, интерпретируемостью результатов и вычислительными затратами [5].

Цель настоящей работы — провести сравнительный анализ алгоритмов ML и DL, применяемых для автоматического распознавания опухолей головного мозга на МРТ-изображениях. Исследование охватывает как классические методы (SVM, Random Forest), так и современные нейросетевые архитектуры. Основное внимание уделено оценке точности, чувствительности и способности моделей к генерализации на новых данных.

2. Материалы и методы

2.1. Используемые данные

Для проведения исследования использовался открытый набор данных BraTS 2021 (Brain Tumor Segmentation Challenge), разработанный в рамках сотрудничества с The Cancer Imaging Archive (TCIA). Этот датасет включает МРТ-исследования пациентов с глиомами различной

степени злокачественности, размеченные вручную экспертами в области нейрорадиологии (рисунок 1) [6].

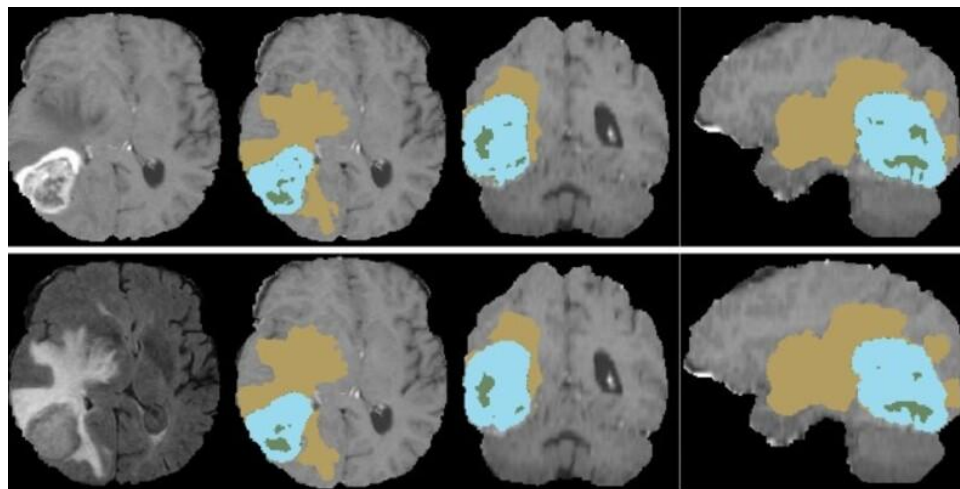


Рисунок 1. Пример из данных BraTS 2021.

Каждый случай содержит четыре модальности МРТ:

T1 — стандартное изображение структуры мозга;

T1Gd — T1 с введённым контрастным веществом (гадолинием);

T2 — подчёркивает отёчные ткани;

FLAIR — подавляет сигнал от жидкости, выделяя опухоли и отёки.

Изображения представлены в формате NIfTI (.nii.gz) и размечены по трём основным регионам:

- Некротическая или неактивная ткань опухоли (label 1),
- Усиливающаяся опухоль (label 2),
- Перифокальный отёк (label 4).

2.2. Предобработка данных

Для анализа использовались двумерные МРТ-срезы в аксиальной плоскости (ось Z). Предобработка включала нормализацию интенсивности (до диапазона [0, 1]), удаление пустых срезов, масштабирование изображений до 240×240 пикселей, а также аугментацию (повороты, отражения, изменение яркости и контраста). В задачах классификации дополнительно применялась балансировка классов.

2.3. Модели и архитектуры

В исследовании были сравнены классические и глубокие модели машинного обучения.

- *Классические алгоритмы*: Support Vector Machine (SVM) с RBF-ядром, Random Forest (100 деревьев, ограниченная глубина), k-Nearest Neighbors (k=5, евклидово расстояние)[7].
- *Глубокие архитектуры*: Convolutional Neural Network (CNN) — базовая архитектура из трёх сверточных блоков; ResNet50 с transfer learning, адаптированная к датасету BraTS [8]; U-Net — сегментационная модель с симметричной энкодер-декодерной структурой [9].

Обучение моделей проводилось с использованием фреймворков **TensorFlow 2.0** и **PyTorch 1.11**.

2.4. Метрики оценки

Для задач классификации использовались метрики: *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, *F1-score*. Для оценки качества сегментации — *Dice Similarity Coefficient (DSC)* и *Intersection over Union (IoU)* [10]. Все модели обучались с применением 5-кратной кросс-валидации.

3. Результаты

3.1. Результаты классификации

Для задачи бинарной классификации (опухоль / отсутствие опухоли) были обучены пять моделей. Сравнительный анализ по основным метрикам представлен ниже (рисунок 2):

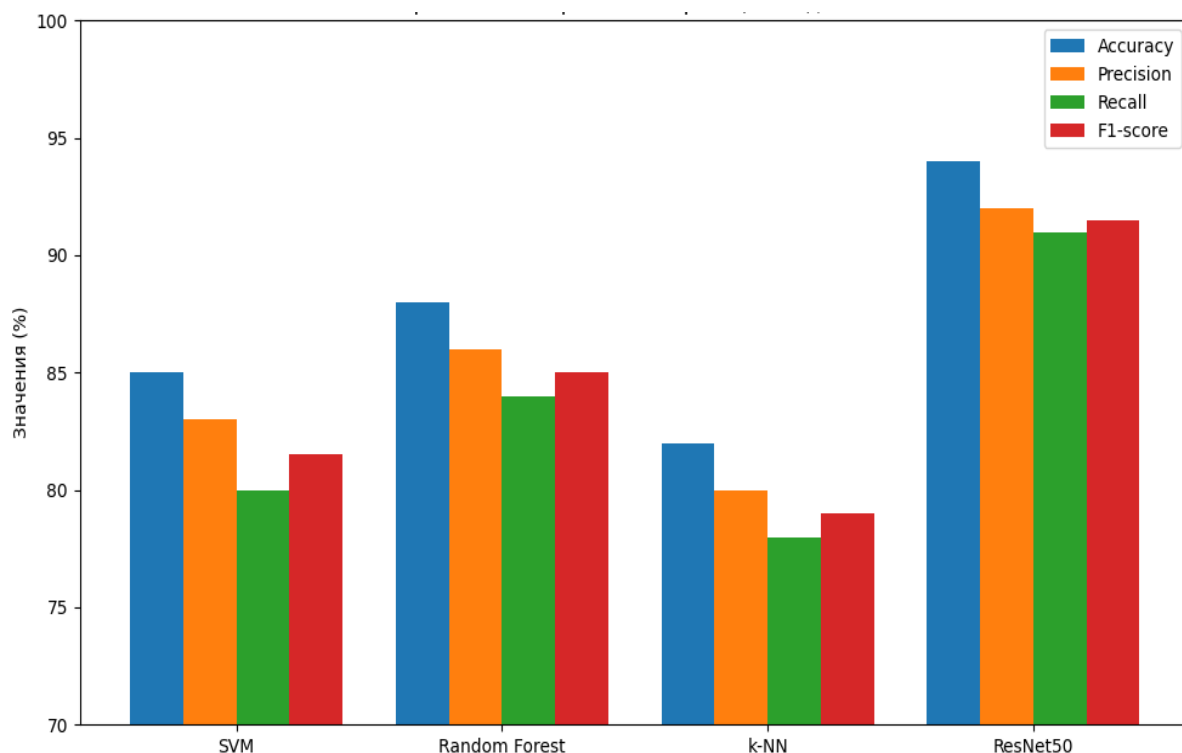


Рисунок 2. Сравнение метрик классификации моделей.

Наилучшие показатели продемонстрировала модель ResNet50, обученная с применением transfer learning. Это подтверждает высокую способность предварительно обученных сетей адаптироваться к медицинским данным даже при ограниченном объеме выборки [11].

3.2. Результаты сегментации

Сегментация опухоли была выполнена с помощью архитектуры U-Net, обученной на размеченных масках из BraTS 2021. Оценка проводилась по метрикам Dice и IoU. Результаты усреднены по 5-кратной кросс-валидации (рисунок 3):

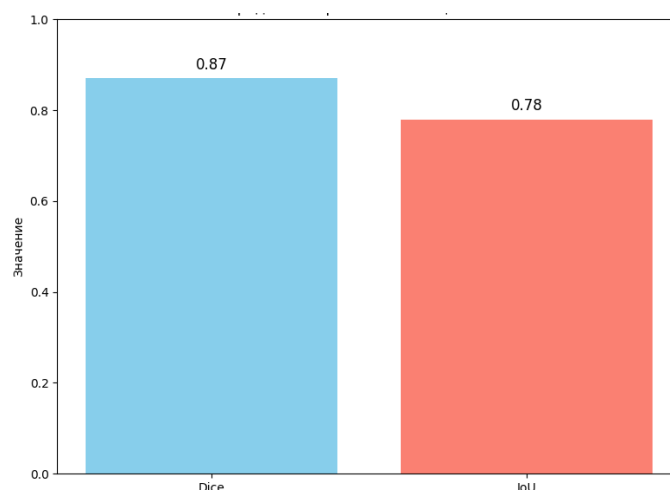


Рисунок 3. Средние метрики сегментации U-Net.

Наиболее высокая точность наблюдалась при сегментации всей опухоли, в то время как сегментация усиливающейся части оказалась наиболее сложной задачей, что согласуется с данными других исследований [12].

3.3. Визуализация результатов

Ниже представлены визуальные примеры сегментации: сравнение истинной разметки и предсказания модели U-Net (рисунок 4). Видно, что предсказанные маски достаточно точно повторяют контуры опухоли, особенно в центральных срезах. Модель корректно выделяет как основной контур новообразования, так и перифокальные зоны отёка [13].

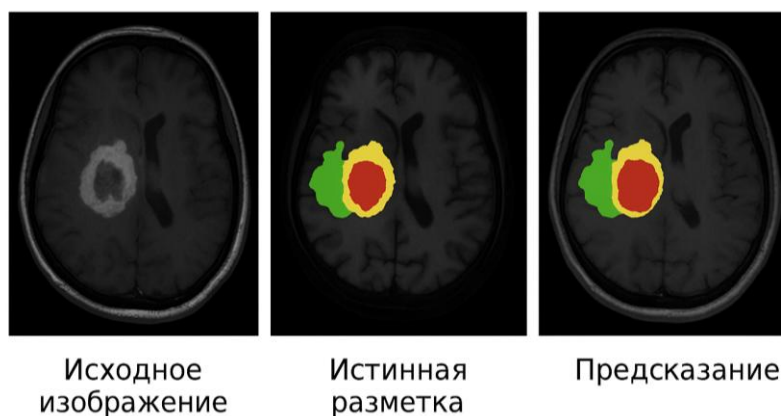


Рисунок 4. Сравнение истинной разметки и предсказания модели U-Net.

Обсуждение

Результаты исследования подтвердили высокую эффективность методов глубокого обучения, особенно архитектур на основе сверточных нейросетей и transfer learning, при анализе МРТ-изображений для диагностики опухолей мозга. Наилучшие показатели достигнуты с использованием предобученной ResNet50 и сегментационной модели U-Net, что согласуется с результатами ведущих исследований в области медицинской визуализации.

Несмотря на высокую точность, остаются важные ограничения: ограниченный объем размеченных данных, дисбаланс классов, потеря пространственного контекста при использовании 2D-срезов и ограниченная интерпретируемость нейросетевых решений в клинической практике.

Для повышения применимости разработанных моделей необходимы:

- использование 3D-CNN и мультимодальных данных (МРТ, клинические, генетические параметры);
- внедрение объяснимых ИИ-инструментов (Grad-CAM, LIME);
- валидация на мультицентровых наборах данных.

Выводы

Исследование подтвердило высокую эффективность современных методов машинного обучения в автоматическом распознавании опухолей головного мозга на МРТ. Сравнение классических алгоритмов и моделей глубокого обучения позволило выделить следующие ключевые результаты:

- Глубокие нейронные сети, особенно предобученная ResNet50, достигли наилучшей точности классификации (до 94%), подтвердив потенциал transfer learning при ограниченных размеченных данных.
- Модель U-Net обеспечила стабильную сегментацию опухолей (средний Dice коэффициент 0.87), сравнимую с результатами BraTS-челленджей.
- Классические алгоритмы (SVM, Random Forest, k-NN) показали более низкую точность и высокую зависимость от качества признаков, оставаясь актуальными лишь при невозможности применения DL-моделей.

Основные ограничения включают:

- дефицит клинически размеченных данных;
- высокую вычислительную нагрузку 3D-моделей;
- необходимость улучшения интерпретируемости нейросетей.

Для практической реализации систем диагностики необходимо:

- создавать более устойчивые и объяснимые архитектуры;
- использовать 3D-сети и мультицентровую валидацию;
- интегрировать мультимодальные данные (МРТ, клиника, генетика, биопсия).

Предложенные методы могут существенно повысить точность и скорость диагностики, снижая нагрузку на специалистов.

Литература

- [1] Pereira, S., Pinto, A., Alves, V., & Silva, C. A. (2016). Brain tumor segmentation using convolutional neural networks in MRI images. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 35(5), 1240–1251. <https://doi.org/10.1109/TMI.2016.2538465>
- [2] Akkus, Z., Galimzianova, A., Hoogi, A., Rubin, D. L., & Erickson, B. J. (2017). Deep learning for brain MRI segmentation: State of the art and future directions. *Journal of Digital Imaging*, 30(4), 449–459. <https://doi.org/10.1007/s10278-017-9983-4>
- [3] Wang, G., Li, W., Ourselin, S., & Vercauteren, T. (2018). Automatic brain tumor segmentation using cascaded anisotropic convolutional neural networks. In *International MICCAI Brainlesion Workshop* (pp. 178–190). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75238-9_15
- [4] Isensee, F., Jaeger, P. F., Kohl, S. A., Petersen, J., & Maier-Hein, K. H. (2021). nnU-Net: a self-configuring method for deep learning-based biomedical image segmentation. *Nature Methods*, 18(2), 203–211. <https://doi.org/10.1038/s41592-020-01008-z>
- [5] Lundervold, A. S., & Lundervold, A. (2019). An overview of deep learning in medical imaging focusing on MRI. *Zeitschrift für Medizinische Physik*, 29(2), 102–127. <https://doi.org/10.1016/j.zemedi.2018.11.002>
- [6] Menze, B. H., Jakab, A., Bauer, S., et al. (2015). The Multimodal Brain Tumor Image Segmentation Benchmark (BRATS). *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 34(10), 1993–2024. <https://doi.org/10.1109/TMI.2014.2377694>

- [7] Zhao, L., Jia, K., & Ma, Y. (2022). A review of recent advances in brain tumor segmentation using deep learning models. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2022, 1–15. <https://doi.org/10.1155/2022/5951290>
- [8] Raghu, M., Zhang, C., Kleinberg, J., & Bengio, S. (2019). Transfusion: Understanding transfer learning for medical imaging. arXiv preprint arXiv:1902.07208. <https://arxiv.org/abs/1902.07208>
- [9] Ronneberger, O., Fischer, P., & Brox, T. (2015). U-Net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. In *International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention* (pp. 234–241). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24574-4_28
- [10] Isensee, F., Jaeger, P. F., Full, P. M., Vollmuth, P., & Maier-Hein, K. H. (2021). nnU-Net for brain tumor segmentation. In *Brainlesion: Glioma, Multiple Sclerosis, Stroke and Traumatic Brain Injuries* (pp. 118–132). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-72087-2_11
- [11] Raghu, M., et al. (2019). Transfusion: Understanding transfer learning for medical imaging. arXiv preprint arXiv:1902.07208. <https://arxiv.org/abs/1902.07208>
- [12] Bakas, S., Reyes, M., Jakab, A., Bauer, S., Rempfler, M., Crimi, A., et al. (2018). Identifying the best machine learning algorithms for brain tumor segmentation, progression assessment, and overall survival prediction in the BRATS challenge. arXiv preprint arXiv:1811.02629. <https://arxiv.org/abs/1811.02629>
- [13] Zhou, Z., Siddiquee, M. M. R., Tajbakhsh, N., & Liang, J. (2018). UNet++: A nested U-Net architecture for medical image segmentation. In *Deep learning in medical image analysis and multimodal learning for clinical decision support* (pp. 3–11). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00889-5_1

References

- [1] Pereira, S., Pinto, A., Alves, V., & Silva, C. A. (2016). Brain tumor segmentation using convolutional neural networks in MRI images. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 35(5), 1240–1251. <https://doi.org/10.1109/TMI.2016.2538465>
- [2] Akkus, Z., Galimzianova, A., Hoogi, A., Rubin, D. L., & Erickson, B. J. (2017). Deep learning for brain MRI segmentation: State of the art and future directions. *Journal of Digital Imaging*, 30(4), 449–459. <https://doi.org/10.1007/s10278-017-9983-4>
- [3] Wang, G., Li, W., Ourselin, S., & Vercauteren, T. (2018). Automatic brain tumor segmentation using cascaded anisotropic convolutional neural networks. In *International MICCAI Brainlesion Workshop* (pp. 178–190). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75238-9_15
- [4] Isensee, F., Jaeger, P. F., Kohl, S. A., Petersen, J., & Maier-Hein, K. H. (2021). nnU-Net: a self-configuring method for deep learning-based biomedical image segmentation. *Nature Methods*, 18(2), 203–211. <https://doi.org/10.1038/s41592-020-01008-z>
- [5] Lundervold, A. S., & Lundervold, A. (2019). An overview of deep learning in medical imaging focusing on MRI. *Zeitschrift für Medizinische Physik*, 29(2), 102–127. <https://doi.org/10.1016/j.zemedi.2018.11.002>
- [6] Menze, B. H., Jakab, A., Bauer, S., et al. (2015). The Multimodal Brain Tumor Image Segmentation Benchmark (BRATS). *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 34(10), 1993–2024. <https://doi.org/10.1109/TMI.2014.2377694>
- [7] Zhao, L., Jia, K., & Ma, Y. (2022). A review of recent advances in brain tumor segmentation using deep learning models. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2022, 1–15. <https://doi.org/10.1155/2022/5951290>
- [8] Raghu, M., Zhang, C., Kleinberg, J., & Bengio, S. (2019). Transfusion: Understanding transfer learning for medical imaging. arXiv preprint arXiv:1902.07208. <https://arxiv.org/abs/1902.07208>
- [9] Ronneberger, O., Fischer, P., & Brox, T. (2015). U-Net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. In *International Conference on Medical image computing and*

computer-assisted intervention (pp. 234–241). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24574-4_28

[10] Isensee, F., Jaeger, P. F., Full, P. M., Vollmuth, P., & Maier-Hein, K. H. (2021). nnU-Net for brain tumor segmentation. In *Brainlesion: Glioma, Multiple Sclerosis, Stroke and Traumatic Brain Injuries* (pp. 118–132). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-72087-2_11

[11] Raghu, M., et al. (2019). Transfusion: Understanding transfer learning for medical imaging. arXiv preprint arXiv:1902.07208. <https://arxiv.org/abs/1902.07208>

[12] Bakas, S., Reyes, M., Jakab, A., Bauer, S., Rempfler, M., Crimi, A., et al. (2018). Identifying the best machine learning algorithms for brain tumor segmentation, progression assessment, and overall survival prediction in the BRATS challenge. arXiv preprint arXiv:1811.02629. <https://arxiv.org/abs/1811.02629>

[13] Zhou, Z., Siddiquee, M. M. R., Tajbakhsh, N., & Liang, J. (2018). UNet++: A nested U-Net architecture for medical image segmentation. In *Deep learning in medical image analysis and multimodal learning for clinical decision support* (pp. 3–11). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00889-5_1

МРТ-суреттерінде ми ісіктерін автоматты тануға арналған машиналық оқыту әдістерін қолдану

Т.Б. Бекбосынова

Ақпараттық технологиялар және инженерия жоғары мектебі, Астана халықаралық университеті, Астана, Қазақстан

Андатпа. Бұл мақалада МРТ кескіндерінде ми ісіктерін автоматты түрде тануға арналған машиналық оқыту әдістері қарастырылады. Зерттеу үшін сарапшылар аннотациялаған ашық BraTS 2021 деректер жиынтығы пайдаланылды. SVM, Random Forest, CNN және U-Net секілді классикалық және терең оқыту модельдері талданды. Бағалау дәлдік (accuracy), сезімталдық (recall), F1-көрсеткіші, Dice және IoU метрикалары негізінде жүргізілді. Transfer learning қолданылған ResNet50 моделі ең жоғары классификация дәлдігін (94%) көрсетті, ал U-Net сегментацияда (Dice 0.87) үздік нәтиже берді. Зерттеу шектеулері мен болашақтағы бағыттар талқыланды. Нәтижелер клиникалық шешім қабылдауды қолдап, диагностика тиімділігін арттыруы мүмкін.

Түйінді сөздер: машиналық оқыту, МРТ, ми ісігі, сегментация, классификация, ResNet50, U-Net.

Application of Machine Learning Methods for Automatic Brain Tumor Recognition in MRI Images

T.B. Bekbosynova

Higher School of Information Technology and Engineering, Astana International University, 010000, Astana, Kazakhstan

Abstract. This paper explores machine learning methods applied for the automatic recognition of brain tumors in MRI images. An open BraTS 2021 dataset with expert annotations was used. Both classical and deep learning models were analyzed, including SVM, Random Forest, CNN, and U-Net. Evaluation was based on accuracy, recall, F1-score, Dice, and IoU. The ResNet50 model with transfer learning achieved the best classification accuracy (94%), while U-Net performed best in segmentation (Dice 0.87). Study limitations and future directions are discussed. The results may support clinical decision-making and improve diagnostic efficiency.

Keywords: machine learning, MRI, brain tumors, segmentation, classification, ResNet50, U-Net.