

РАДИОМИКА В НЕЙРОХИРУРГИИ: ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Г.В. Данилов¹, Д.Б. Калаева², Т.А. Конакова², Е.В. Макашова², М.В. Галкин²,
Р.М. Афандиев², Н.Е. Захарова², С.Б. Агрба¹, Н.Б. Вихрова², И.Н. Пронин²

1 – Лаборатория биомедицинской информатики и искусственного интеллекта

2 – Отделение рентгеновских и радиоизотопных методов исследования

ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России

Москва, 2024

ПОЧИФОРА ИНРИКОС

«ПО» - положение

«ЧИ» - число

«ФО» - форма

«РА» - размер

«ИН» - интенсивность

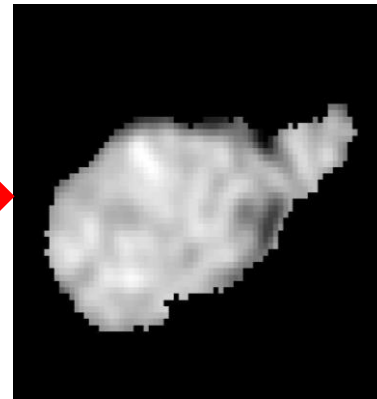
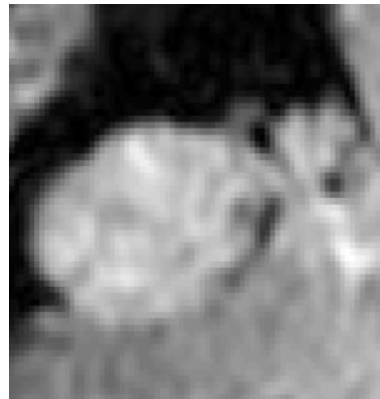
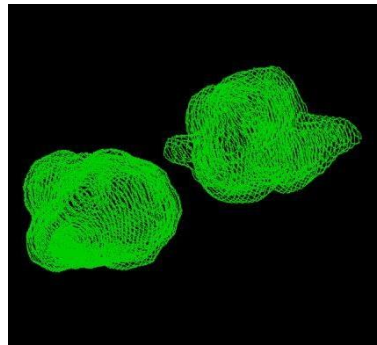
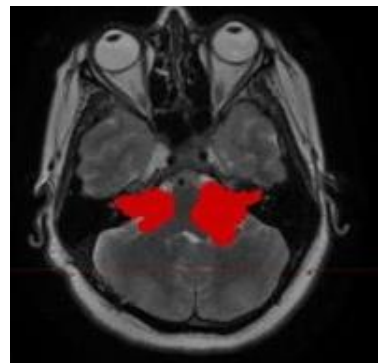
«РИ» - рисунок

«КО» - контуры

«С» - смещаемость

РАДИОМИКА

- СОВОКУПНОСТЬ методов извлечения большого числа количественных признаков из медицинских изображений



Сегментация



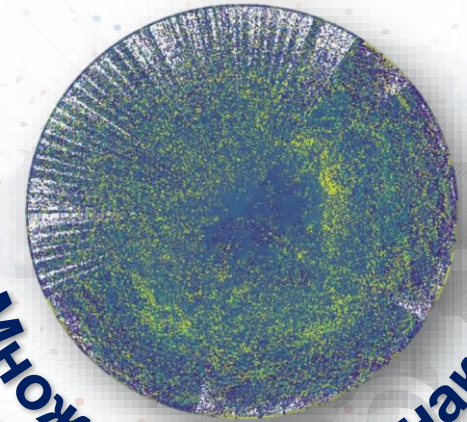
Распределение

Текстура

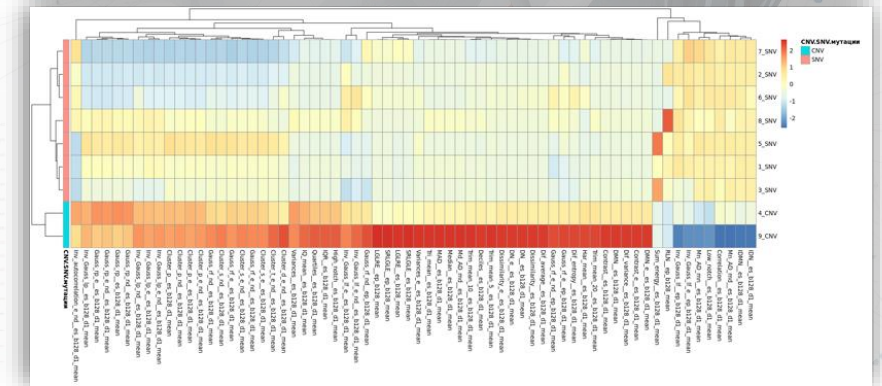
Форма

Расчет

количественных признаков



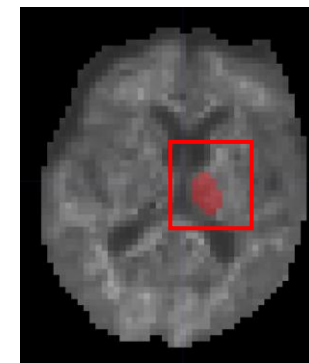
Множество признаков



Анализ данных

РАДИОМИКА

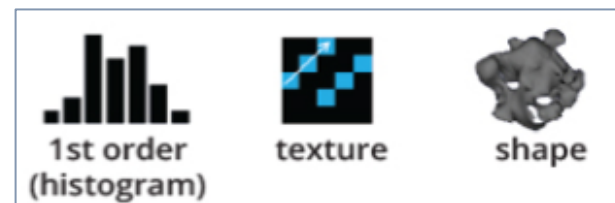
- Расширенное признаковое пространство – большая **информативность**
- Выявление **скрытых** закономерностей
- Количественные признаки изображений – потенциальные **биомаркеры**
- Основа **цифровой** (виртуальной) **биопсии**



Предобработка
изображений



Сегментация



Расчет

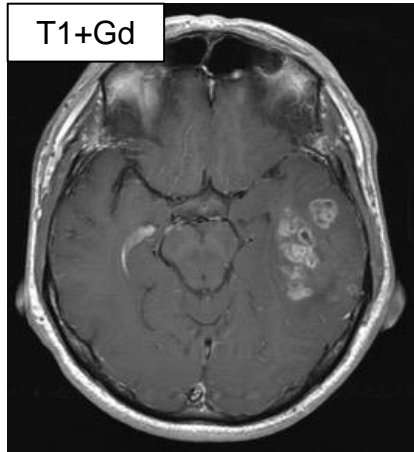


IBSI
image biomarker standardisation initiative

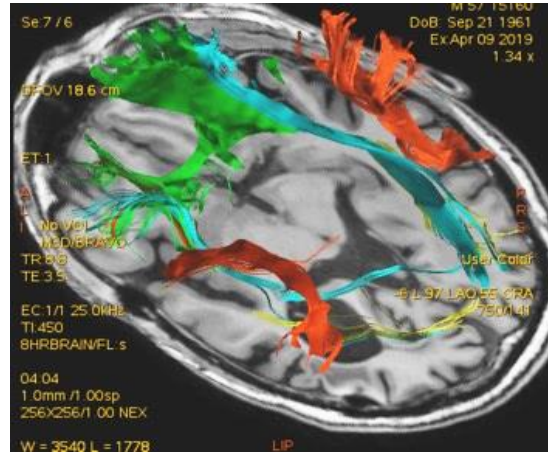


Анализ данных и
машинное обучение

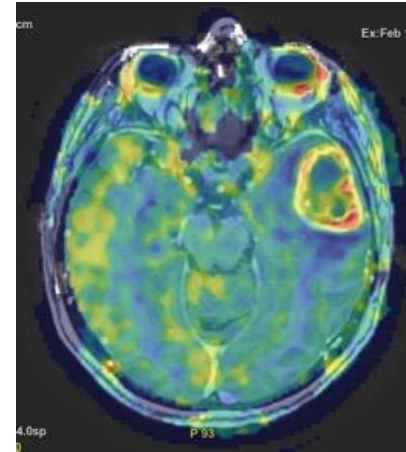
МУЛЬТИМОДАЛЬНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ В НЕЙРОХИРУРГИИ



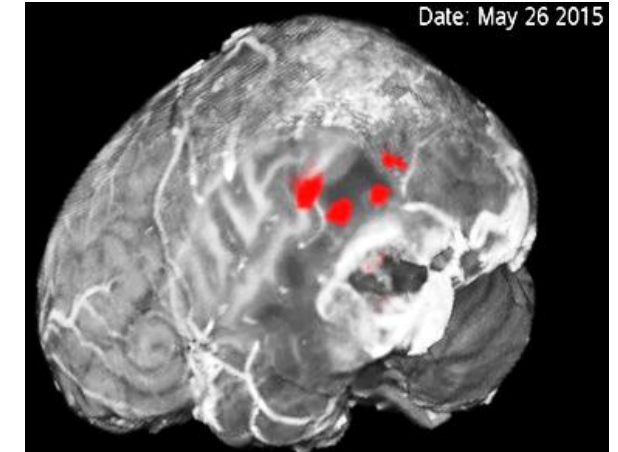
МРТ T1 (контраст)



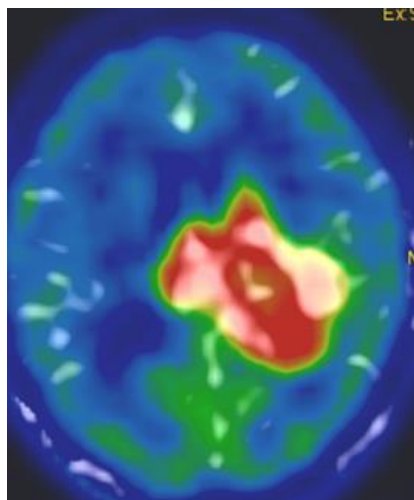
МРТ трактография (DTI)



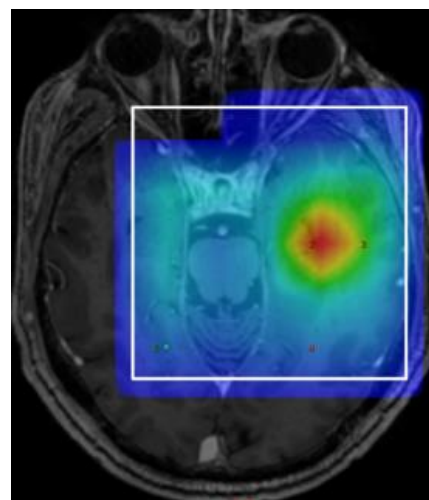
МРТ ASL - перфузия



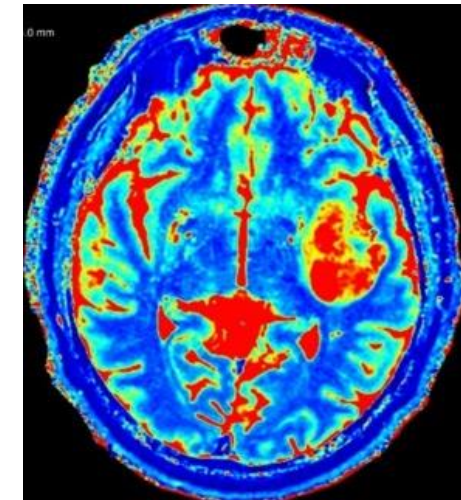
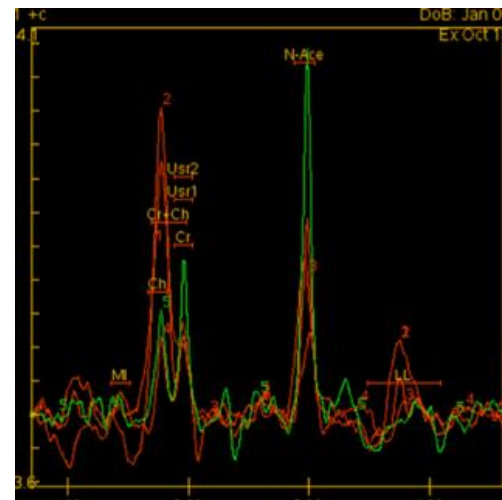
Функциональная МРТ



ПЭТ



МР-спектроскопия



МРТ T1 MAGIC

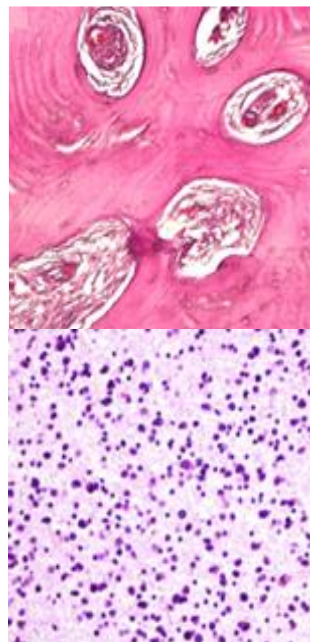


Биопсия

Гистологический диагноз

Микрохирургия

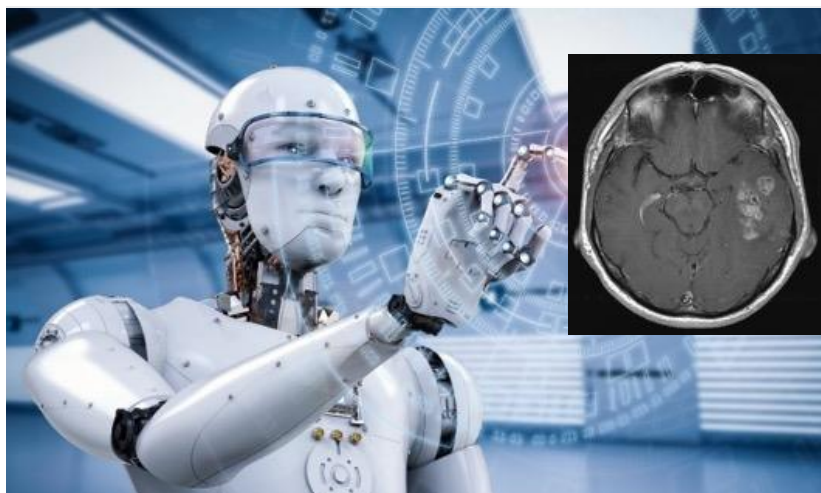
Стереотаксис



Радиотерапия /
Радиохирургия

Химиотерапия

Микрохирургия



Лечение

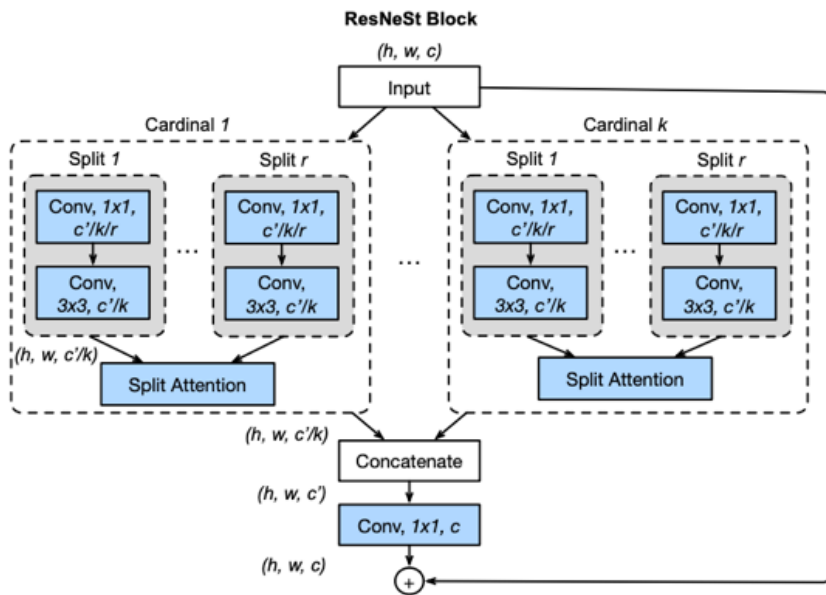


НЕИНВАЗИВНОЕ ТИПИРОВАНИЕ ГЛИОМ ПО СТЕПЕНИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННОСТИ (WHO GRADE)

(707 МРТ, 17 730 срезов)

2D МРТ данные
(объект = один срез мозга)

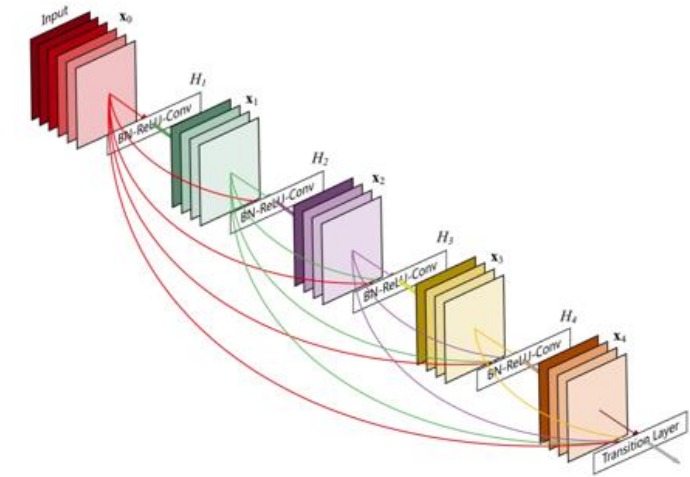
Архитектура Resnest200e



Zhang, H., Wu, C., Zhang, Z., Zhu, Y., Lin, H., Zhang, Z., ... & Smola, A. (2020). Resnest: Split-attention networks. arXiv preprint arXiv:2004.08955.

3D МРТ данные
(объект = одно МРТ-исследование)

Архитектура DenseNet



Huang, G., Liu, Z., Van Der Maaten, L., & Weinberger, K. Q. (2017). Densely connected convolutional networks. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 4700-4708).

Adam optimizer
(learning rate = 1e-4)

Loss function: cross-entropy

ТИПИРОВАНИЕ ГЛИОМ: 4 СТЕПЕНИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННОСТИ

2D МРТ данные (объект = один срез мозга)

WHO Grade	Precision	Recall	F1-Score
I	0.60	0.56	0.58
II	0.11	0.45	0.17
III	0.02	0.32	0.04
IV	0.85	0.47	0.61

3D МРТ данные (объект = одно МРТ-исследование)

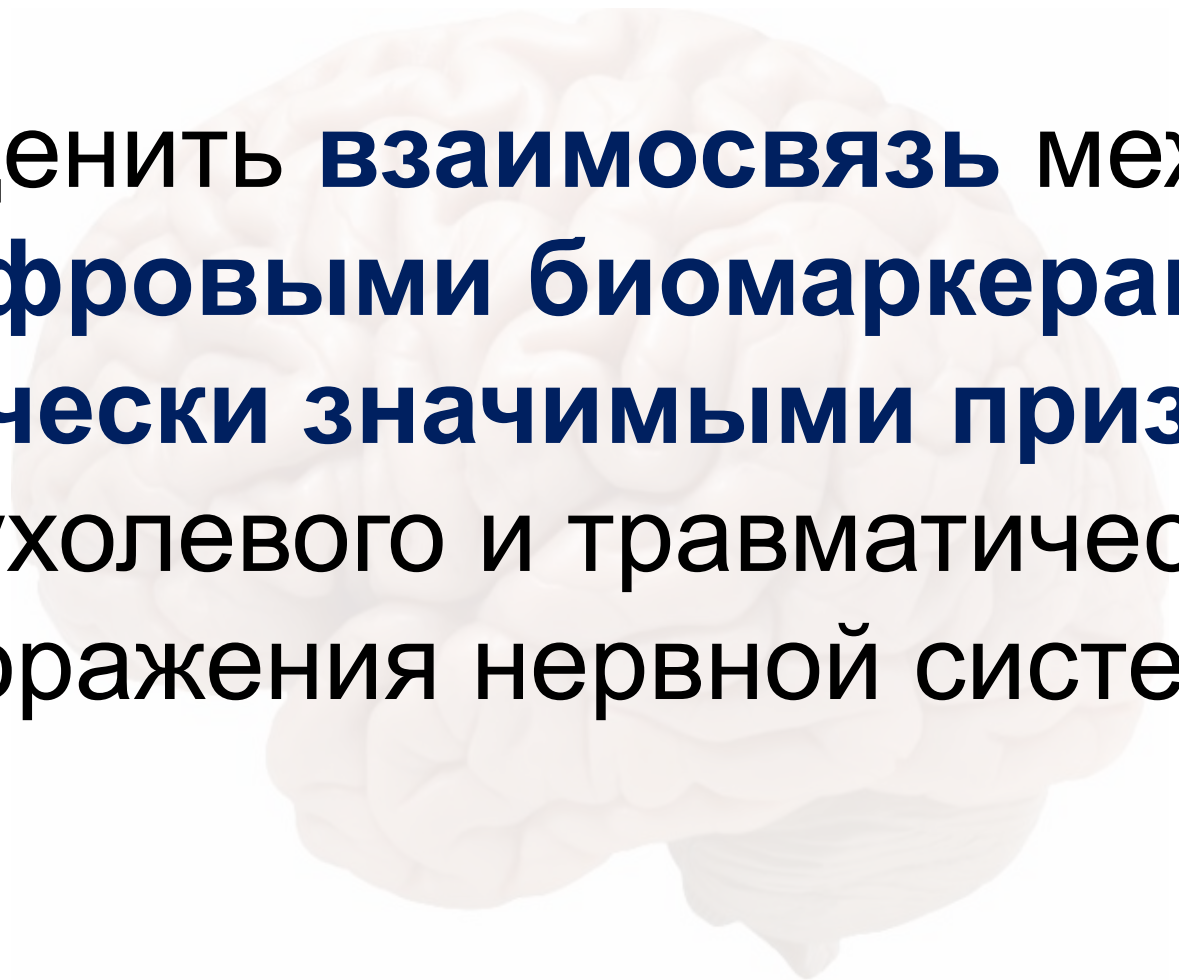
WHO Grade	Precision	Recall	F1-Score
I	0.79	1.00	0.88
II	0.97	0.63	0.76
III	0.50	1.00	0.67
IV	0.95	0.85	0.90

ТИПИРОВАНИЕ ГЛИОМ: 4 СТЕПЕНИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННОСТИ

Метрика	Resnest200e (2D MPT)	DenseNet (3D MPT)
Точность	50%	83%
ROC AUC	72%	95%

ОБЩАЯ ЦЕЛЬ ПРОЕКТОВ:

оценить **взаимосвязь** между **цифровыми биомаркерами** и **клинически значимыми признаками** опухолевого и травматического поражения нервной системы



4 ИССЛЕДОВАНИЯ:

Нейрофиброматоз II типа (MPT)

- **53 пациента (53 MPT)**
- Средний возраст **30 ± 11 лет**

Целевые переменные:

- **мозаичный/герминальный** тип мутации
- **truncating/non-truncating** тип мутации
- **CNV/SNV** тип мутации

Глиобластома (ПЭТ/КТ)

- **40 пациентов (40 ПЭТ)**
- Средний возраст **55 ± 12 лет**

Целевая переменная:

- Индекс накопления радиофармпрепарата (**ИН**)

Глиомы (MPT)

- **83 пациента (83 MPT)**
- Средний возраст **51 ± 15 лет**

Целевая переменная:

- Гистологический тип опухоли:
- Олигодендроглиома
 - Анапластическая олигодендроглиома
 - Анапластическая астроцитома
 - Глиобластома

Диффузное аксональное повреждение (MPT)

- **31 пациент (31 MPT)**
- Средний возраст **32 ± 11 лет**
- **12 здоровых добровольцев (12 MPT)**
- Средний возраст **34 ± 11 лет**

Целевые переменные :

- диагноз **диффузного аксонального повреждения (ДАП)**
- **Исход ДАП**

МЕТОДЫ: РАСЧЕТ ЦИФРОВЫХ БИОМАРКЕРОВ

Библиотека **RIA** (язык программирования R)

Дискретизация:

2, 4, 8, 16, 32, 64 и **128** уровней

Цифровые объекты:

- статистики **первого порядка**
- матрица совместной встречаемости уровней серого (gray level co-occurrence matrix, **GLCM**)
- матрица длин пробегов уровней серого (gray level run length matrix (**GLRLM**))
- статистики, основанные на **геометрии** объектов

Исходные функции **RIA** для
расчета **GLCM** и **GLRLM**
ОПТИМИЗИРОВАНЫ

МЕТОДЫ: МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ (МО)

МОДЕЛИ

Случайный лес (RF)

Логистическая регрессия с
LASSO-регуляризацией (LR)

Метод опорных векторов
(SVM)

Модель без предикторов

МЕТРИКИ КАЧЕСТВА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

- Точность (**ACC**)
- Чувствительность (**SENS**)
- Специфичность (**SPEC**)
- F-мера (**F1**)
- Площадь под ROC-кривой (**AUC**)
- Площадь под кривой precision-recall (**prAUC**)



МЕТОДЫ: ИНФРАСТРУКТУРА



Суперкомпьютер: NVIDIA DGX A100

Язык программирования R: версия 4.2.2

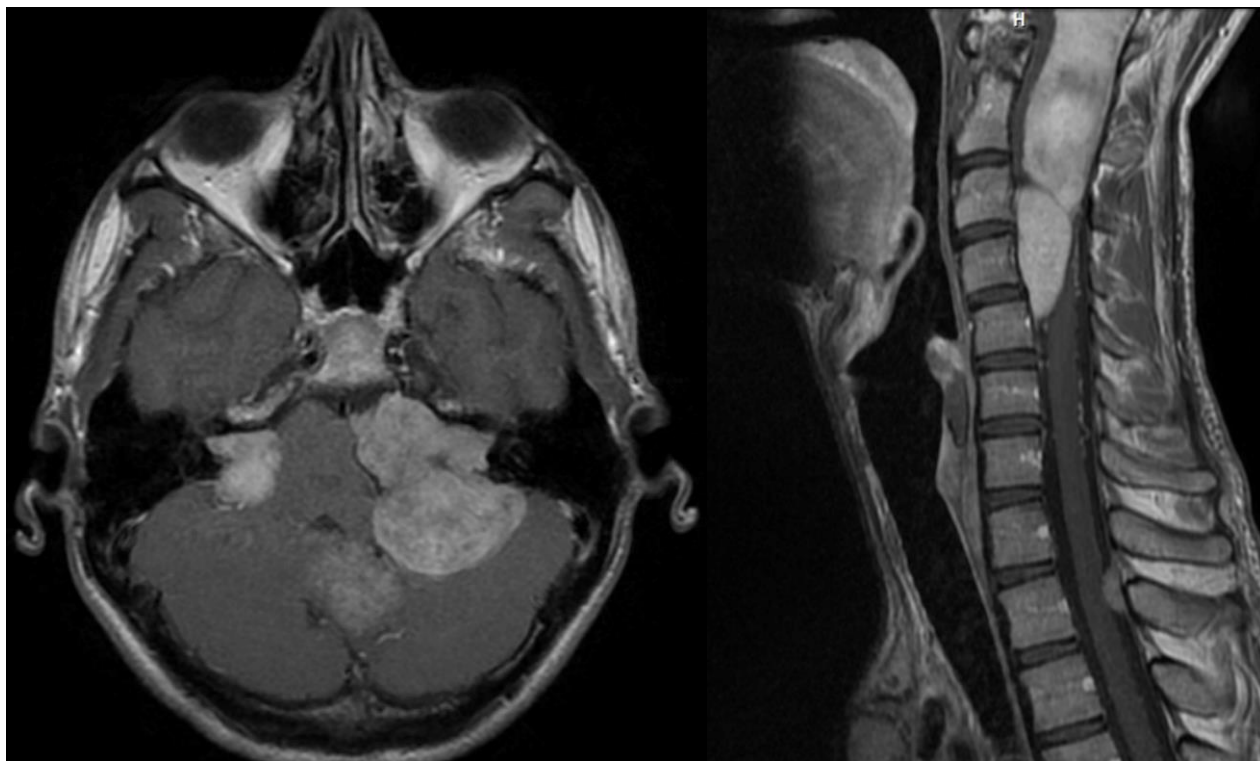
RStudio Server IDE: версия 2022.07.0+548



Нейрофиброматоз II типа (устаревший термин)

=

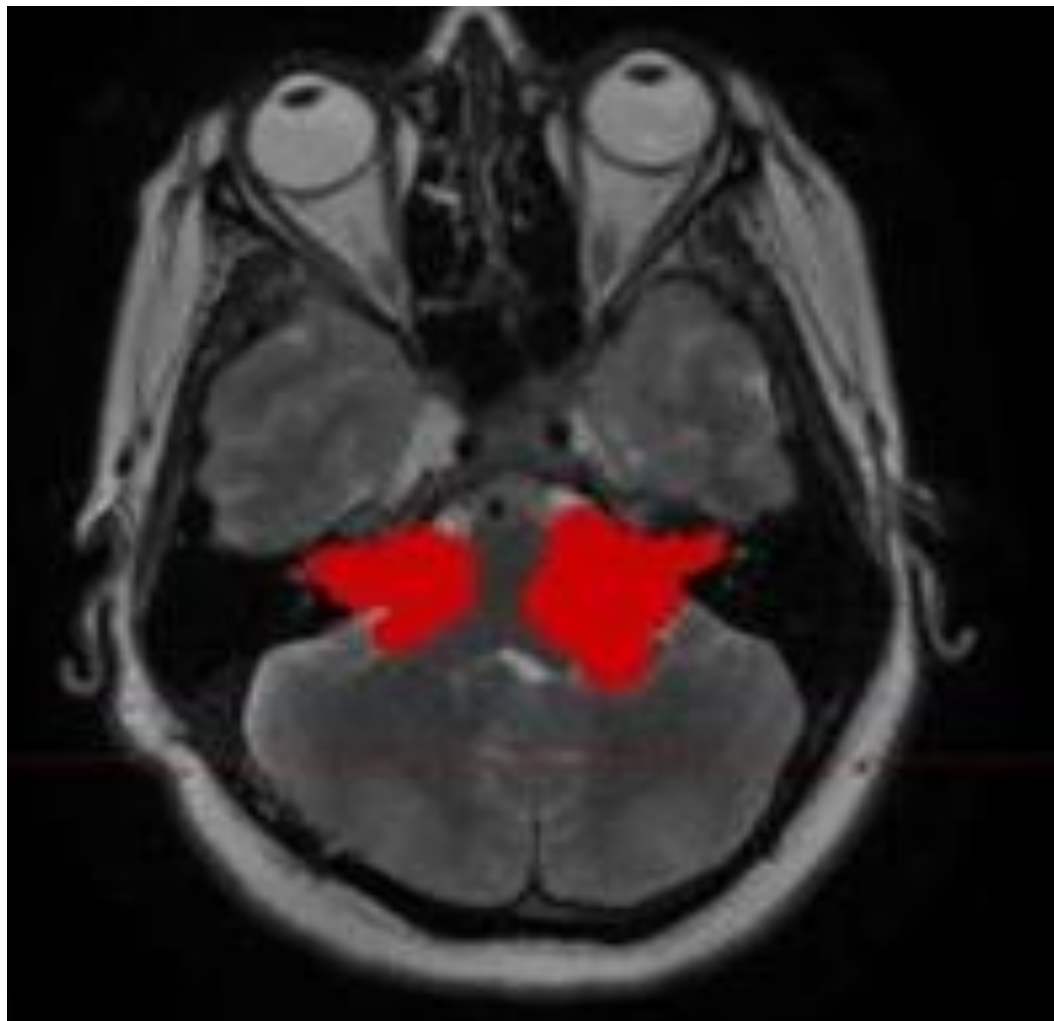
NF2-ассоциированный шванноматоз (новый диагноз)



**Поиск лучевых
биомаркеров** важен для
повышения доступности
диагностики

Опыт применения радиомики при шванноматозе в литературе не описан

СЕГМЕНТАЦИЯ ОПУХОЛИ

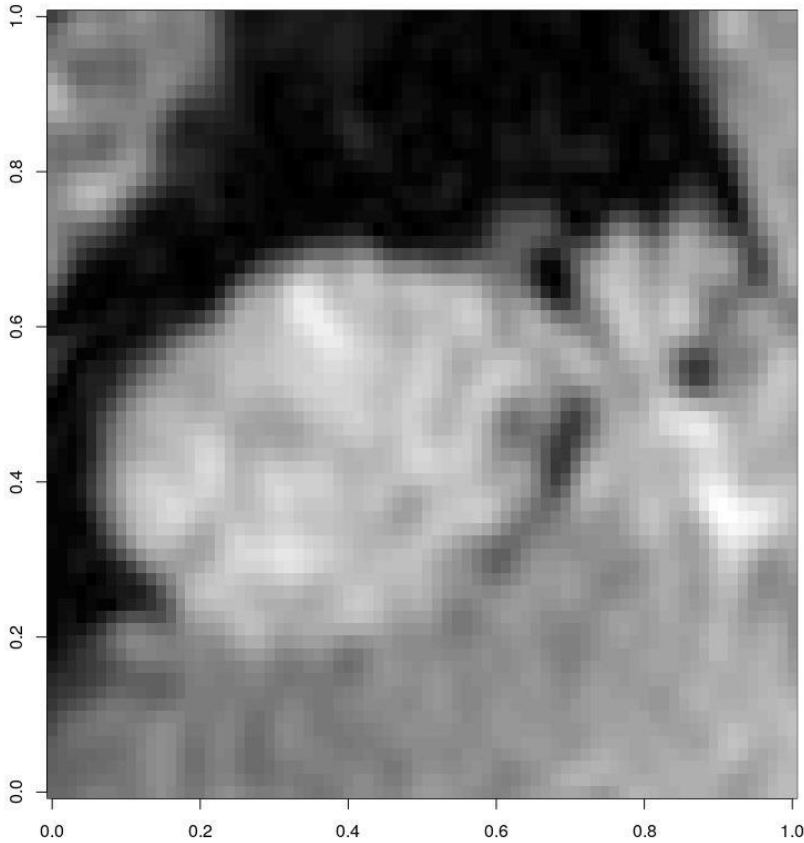


Модальности МРТ:

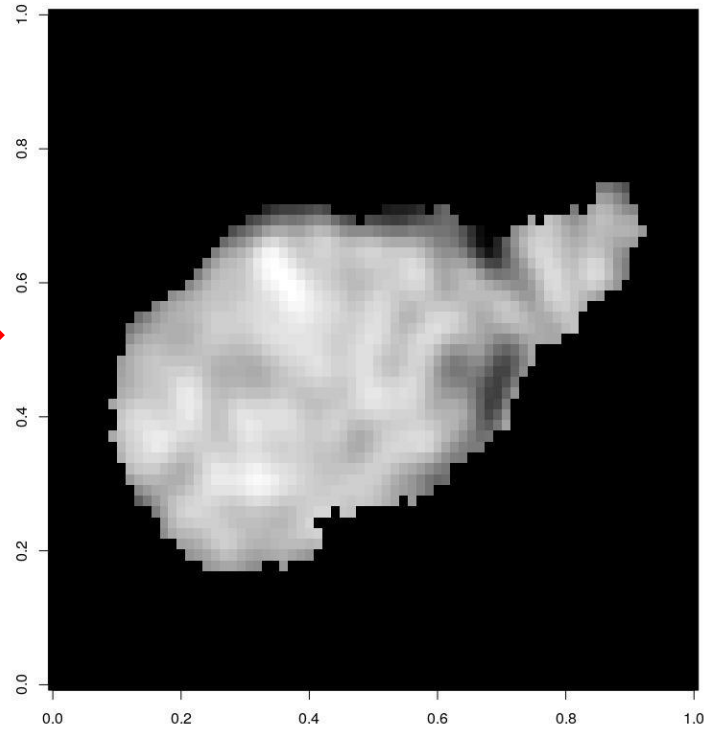
- T1
- T1 с контрастом
- T2
- T2 FLAIR

**Маска на каждый
слой с опухолью**

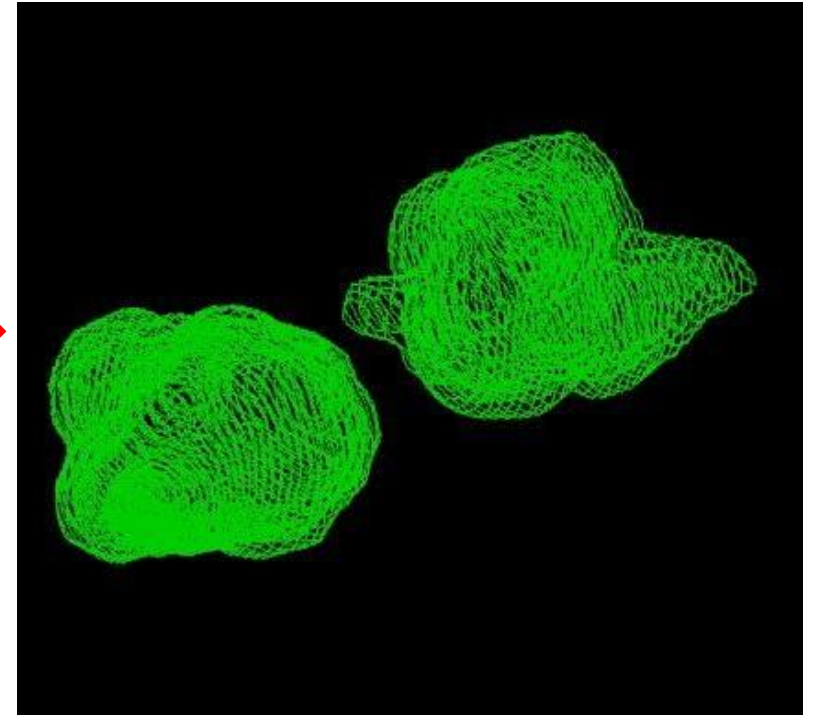
ВЫДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ИНТЕРЕСА



**Определение
области интереса**

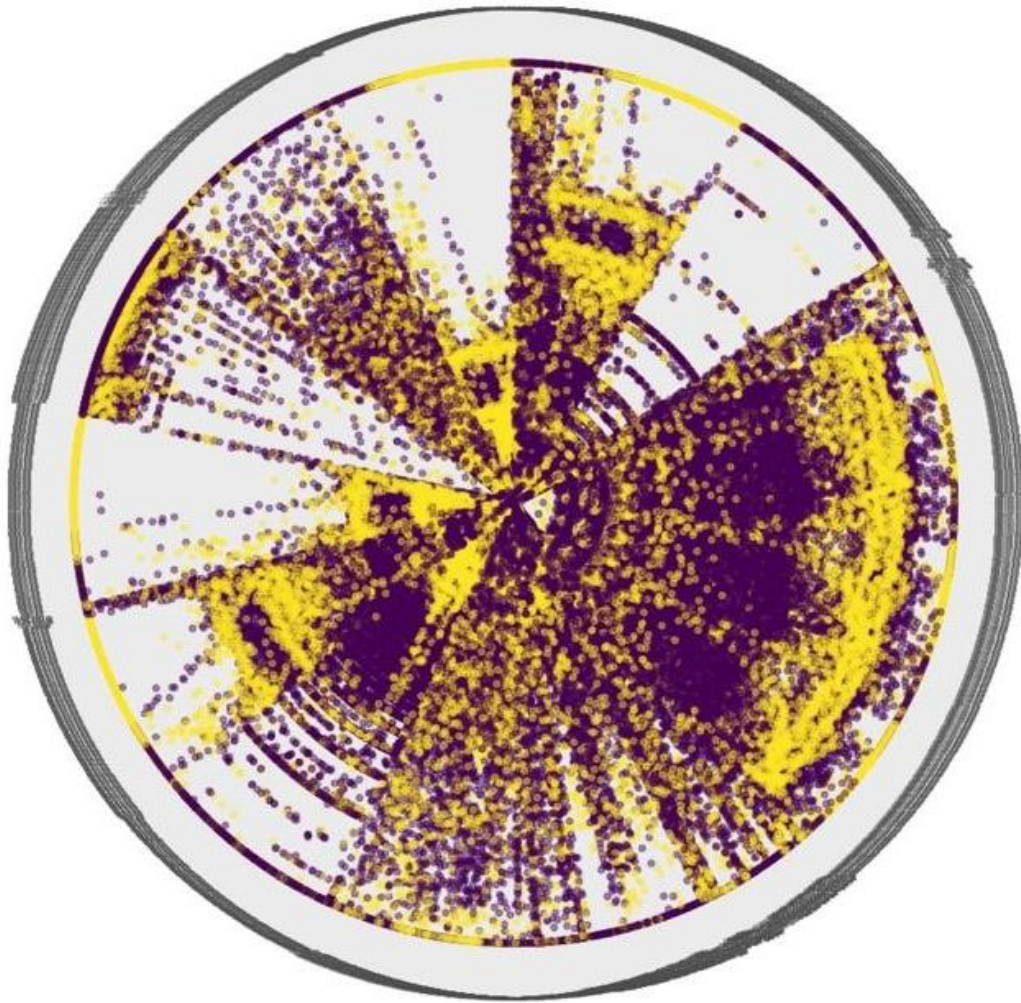


**Выделение опухоли
на всех срезах**



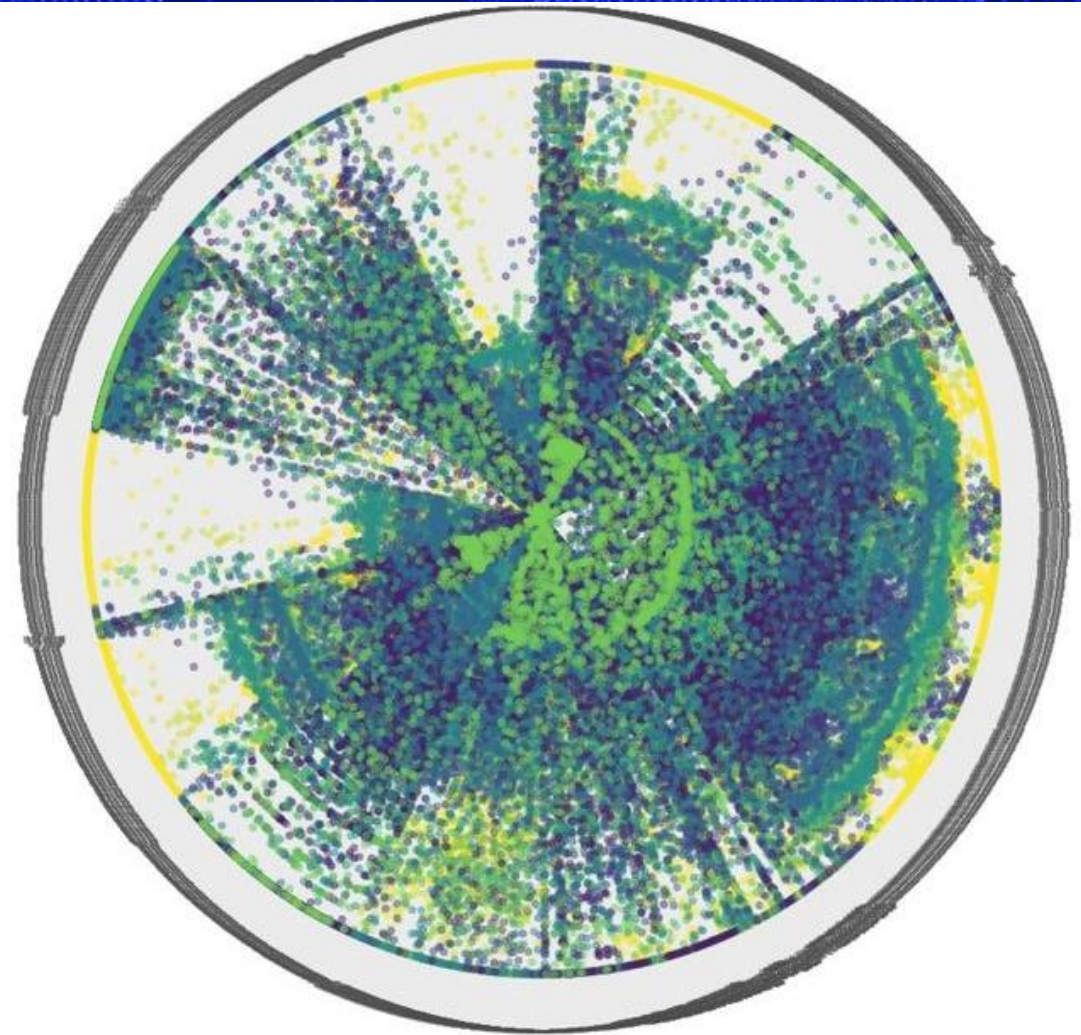
**Создание 3D-массива
из срезов**

ЛУЧЕВЫЕ ПАТТЕРНЫ МУТАЦИЙ ГЕНА NF-2



T1+C MPT

Желтый цвет – гермаинальная мутация
Чернильный цвет – мозаичная мутация



T1+C MPT

Более светлый цвет соответствует
большему номеру экзона

ВЫВОД № 1

Радиомика позволяет
обнаруживать **паттерны**
визуализации для опухолей
разного генотипа, являясь
полезным инструментом
разведочного анализа данных



588

Healthcare Transformation with Informatics and Artificial Intelligence

J. Mantas et al. (Eds.)

© 2023 The authors and IOS Press.

This article is published online with Open Access by IOS Press and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License 4.0 (CC BY-NC 4.0).
doi:10.3233/SHTI230565

Radiogenomics in NF2-Associated Schwannomatosis (Neurofibromatosis Type II): Exploratory Data Analysis

Gleb DANILOV^{a,1}, Elizaveta MAKASHOVA^b, Mikhail GALKIN^b and Kristina KARANDASHEVA^c

^aLaboratory of Biomedical Informatics and Artificial Intelligence, National Medical Research Center for Neurosurgery named after N.N. Burdenko, Moscow, Russian Federation

^bRadiotherapy department, National Medical Research Center for Neurosurgery named after N.N. Burdenko, Moscow, Russian Federation

^cResearch Centre for Medical Genetics, Moscow, Russian Federation
ORCID ID: Gleb Danilov <https://orcid.org/0000-0003-1442-5993>

Abstract. Our pilot study aimed at exploratory radiogenomic data analysis in patients with NF2-associated schwannomatosis (formerly neurofibromatosis type II) to assess the potential of image biomarkers in this pathology. Fifty-three unrelated patients (37 (69.8%) women, avg. age 30.2 ± 11.2 y.o.) were enrolled in the study. First-order, gray-level co-occurrence matrix (GLCM), gray-level run length matrix (GLRLM), and geometry-based statistics were calculated (3718 features per region of interest). We demonstrated imaging patterns and statistically significant differences in radiomic features potentially related to the genotype and clinical phenotype of the disease. However, the clinical utility of these patterns should be further evaluated. The study was supported by the Russian Science Foundation grant 21-15-00262.

Keywords. Neurofibromatosis type II, NF2-associated schwannomatosis, genetics, mutations, radiomics, radiogenomics

1. Introduction

Radiogenomics can potentially expand the diagnostic toolkit in neurooncology, providing extra informative feature space to clinicians and augmenting qualitative image assessment [1]. This may be especially important for orphan genetic diseases, which include neurofibromatosis - a neurocutaneous syndrome, characterized by multiple tumors in the central and peripheral nervous system. According to the modern knowledge of the disease's genetic nature, neurofibromatosis type I is distinguished from a group of schwannomatosis, including that associated with the NF2 gene (formerly known as neurofibromatosis type II) [2]. Only a few works on radiomics and radiogenomics in neurofibromatosis type I can be found in the literature, while currently, there are no studies on radiomics in schwannomatosis.

Danilov G, Makashova E, Galkin M, Karandasheva K. Radiogenomics in NF2-Associated Schwannomatosis (Neurofibromatosis Type II): Exploratory Data Analysis. *Stud Health Technol Inform.* 2023 Jun 29;305:588-591. doi: 10.3233/SHTI230565. PMID: 37387099

РАДИОМИКА ДЛЯ ПЭТ-ИССЛЕДОВАНИЙ

ПЭТ – позитронно-эмиссионная томография

КТ – компьютерная томография

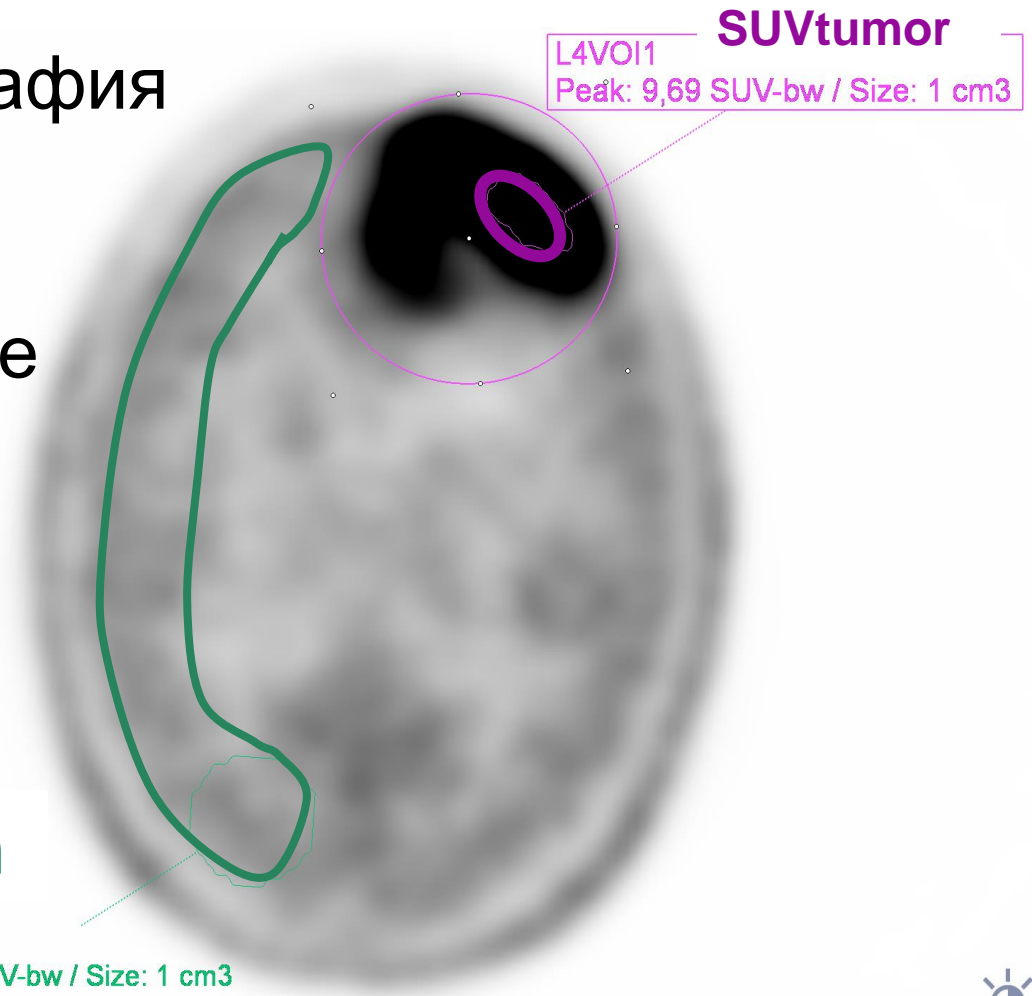
SUV – стандартизированное накопление

SUVtumor – SUV в опухоли

SUVnorm – SUV в интактном мозге

ИН – индекс накопления
радиофармпрепарата

$$\text{ИН} = \text{SUVtumor} / \text{SUVnorm}$$

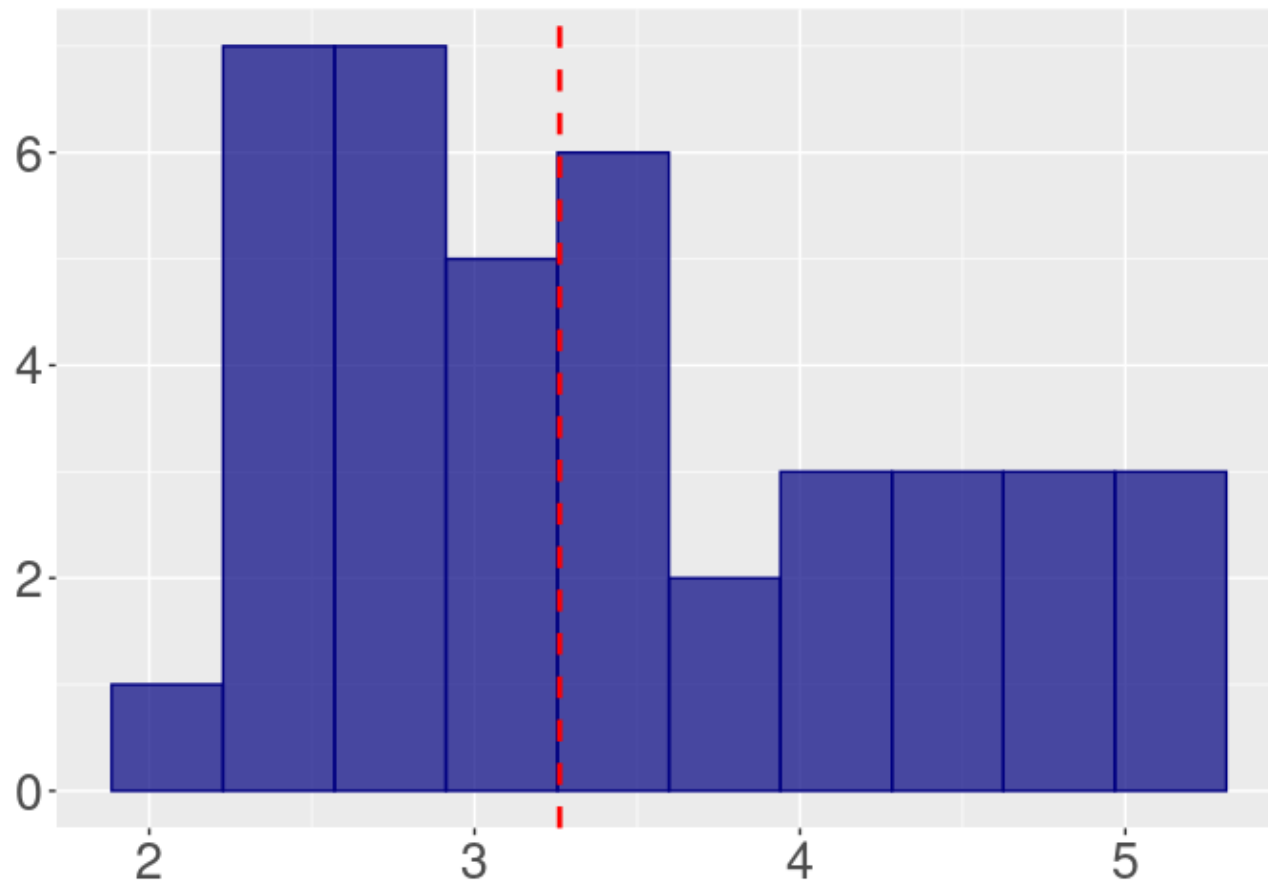


ПЭТ/КТ с ¹¹C-метионином

ИНДЕКС НАКОПЛЕНИЯ 11С-МЕТИОНИНА

Медиана ИН = **3.26 [2.74; 4.17]**

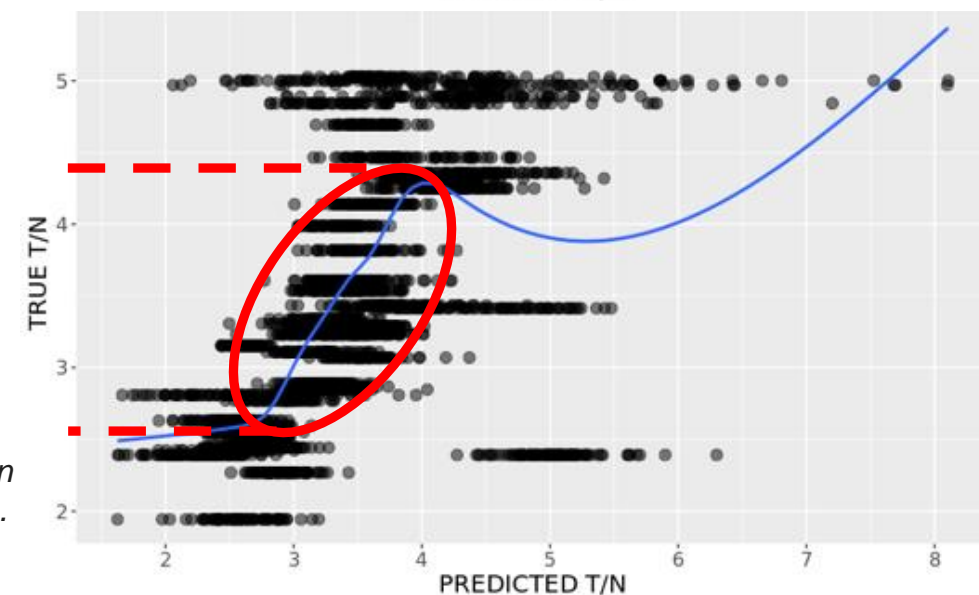
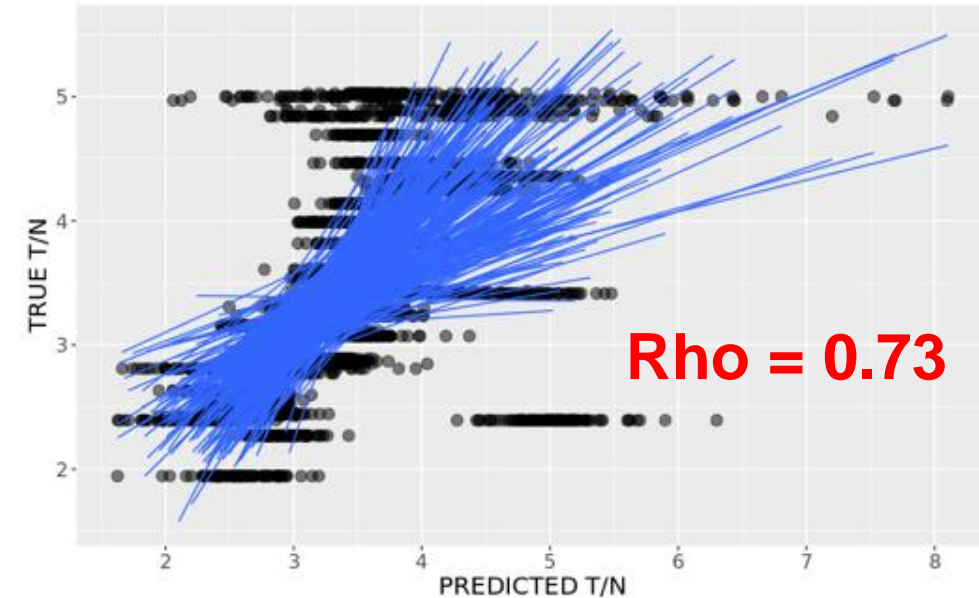
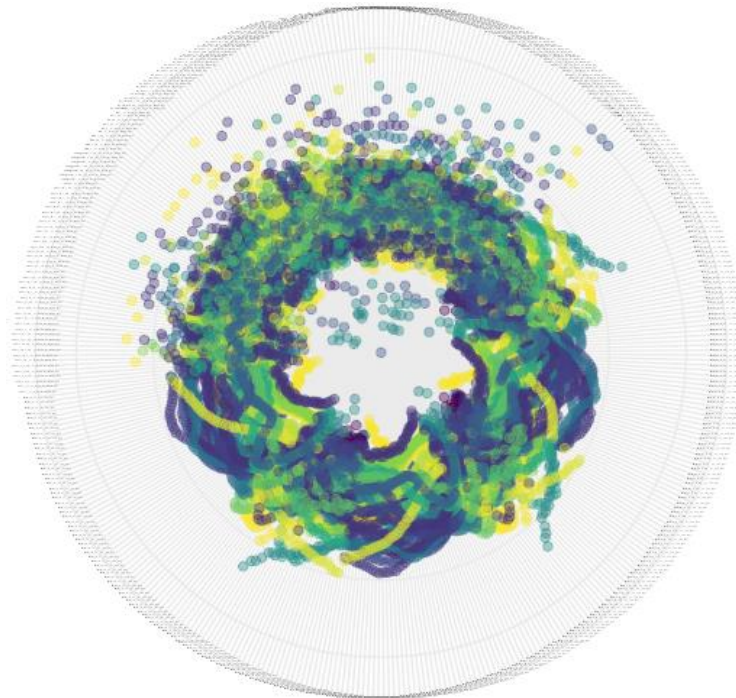
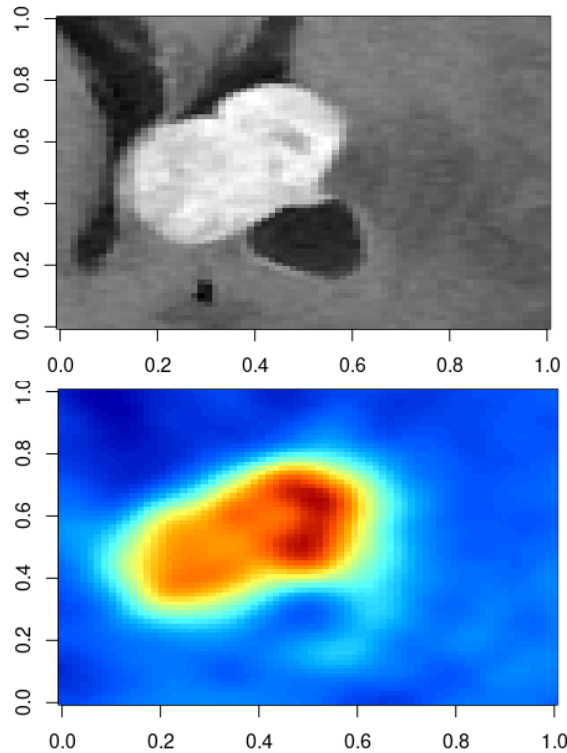
Диапазон ИН = **[1.94, 5.03]**



ИН – индекс накопления
радиофармпрепарата

РАДИОМИКА ДЛЯ ПЭТ ГЛИОБЛАСТОМЫ

Предсказание **индекса накопления ^{11}C -метионина** с помощью радиомики и машинного обучения



Danilov G, Kalaeva D, Vikhrova N, Konakova T, Zagrodnova A, Popova A, Postnov A, Shugay S, Shifrin M, Pronin I. The Assessment of Glioblastoma Metabolic Activity via ^{11}C -Methionine PET and Radiomics. *Stud Health Technol Inform.* 2023 May 18;302:972-976. doi: 10.3233/SHTI230320. PMID: 37203547.

ВЫВОД 2

Цифровые биомаркеры могут рассматриваться как альтернатива или дополнение экспертным оценкам в лучевой диагностике

972

Caring is Sharing – Exploiting the Value in Data for Health and Innovation
M. Hägglund et al. (Eds.)

© 2023 European Federation for Medical Informatics (EFMI) and IOS Press.

This article is published online with Open Access by IOS Press and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License 4.0 (CC BY-NC 4.0).

doi:10.3233/SHTI230320

The Assessment of Glioblastoma Metabolic Activity via ^{11}C -Methionine PET and Radiomics

Gleb DANILOV^{a,1}, Diana KALAEVA^b, Nina VIKHROVA^b, Tatiana KONAKOVA^b, Anna ZAGORODNOVA^a, Angelina POPOVA^a, Andrey POSTNOV^b, Svetlana SHUGAY^b, Michael SHIFRIN^a and Igor PRONIN^b

^aLaboratory of Biomedical Informatics and Artificial Intelligence, National Medical Research Center for Neurosurgery named after N.N. Burdenko, Moscow, Russian Federation

^bNeuroimaging Department, National Medical Research Center for Neurosurgery named after N.N. Burdenko, Moscow, Russian Federation

^cNational Research Nuclear University MEPhI, Moscow, Russian Federation

^dLebedev Physical Institute of the Russian Academy of Science, Moscow, Russian Federation

^eJSC Research Institute of Technical Physics and Automation, Moscow, Russian Federation

ORCID ID: Gleb Danilov <https://orcid.org/0000-0003-1442-5993>

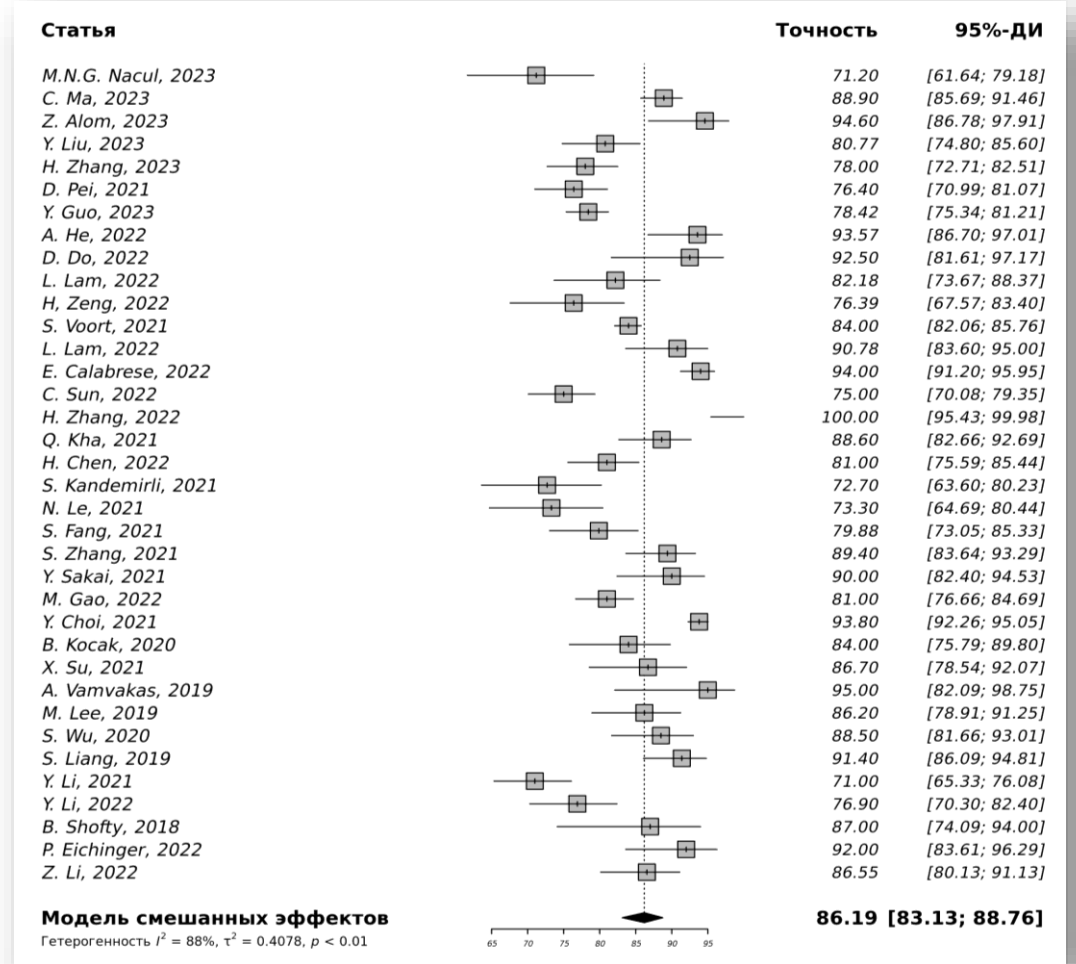
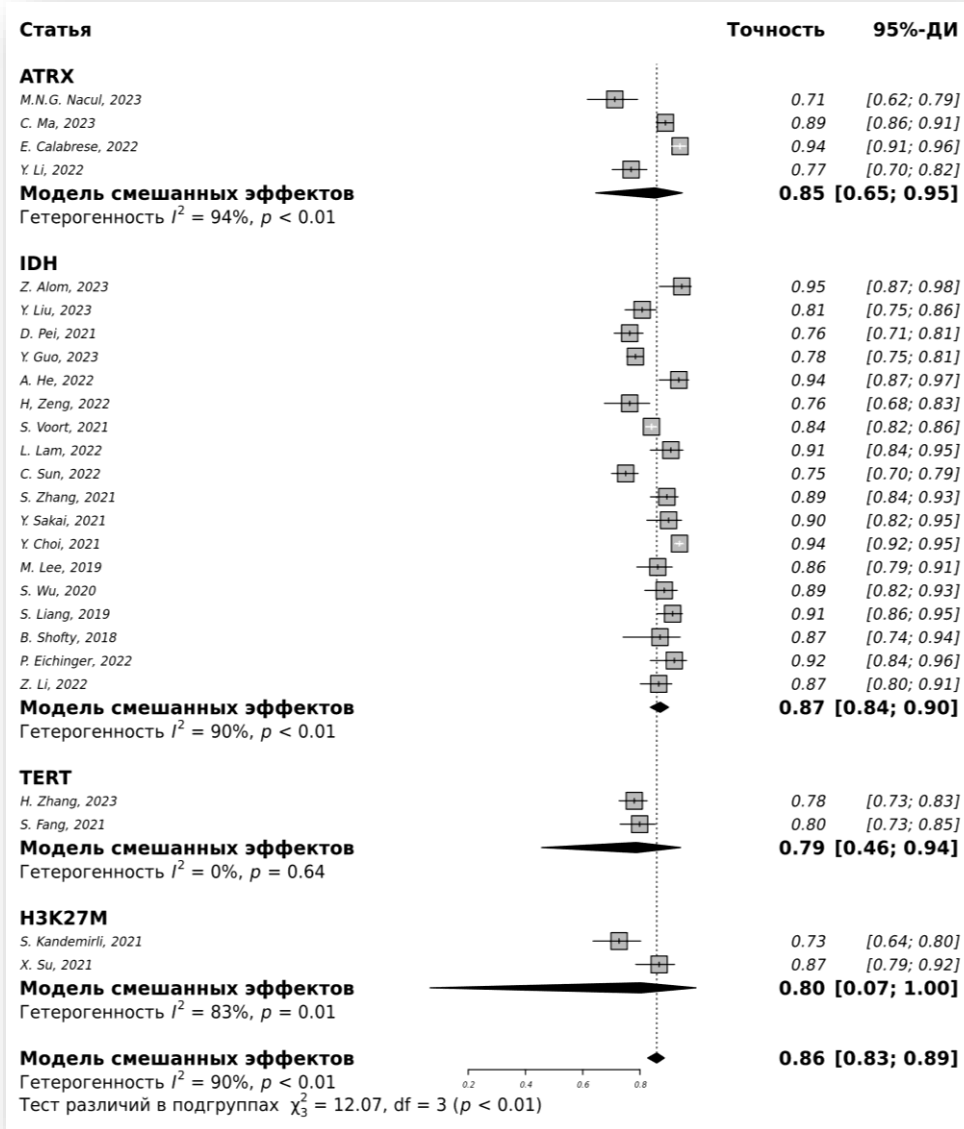
Abstract. Nowadays, the quantitative analysis of PET/CT data in patients with glioblastoma is not strictly standardized in the clinic and does not exclude the human factor. This study aimed to evaluate the relationship between the radiomic features of glioblastoma ^{11}C -methionine PET images and the tumor-to-normal brain (T/N) ratio determined by radiologists in clinical routine. PET/CT data were obtained for 40 patients (mean age 55 ± 12 years; 77.5% men) with a histologically confirmed diagnosis of glioblastoma. Radiomic features were calculated for the whole brain and tumor-containing regions of interest using the RIA package for R. We redesigned the original RIA functions for GLCM and GLRLM calculation to reduce computation time significantly. Machine learning over radiomic features was applied to predict T/N with the best median correlation between the true and predicted values of 0.73 ($p = 0.01$). The present study showed a reproducible linear relationship between ^{11}C -methionine PET radiomic features and a T/N indicator routinely assessed in brain tumors. Radiomics enabled utilizing texture properties of PET/CT neuroimaging that may reflect the biological activity of glioblastoma and can potentially augment the radiological assessment.

Keywords. Glioblastoma, radiomics, neuroradiomics, PET, machine learning, artificial intelligence, neurosurgery

Danilov G, Kalaeva D, Vikhrova N, Konakova T, Zagorodnova A, Popova A, Postnov A, Shugay S, Shifrin M, Pronin I. The Assessment of Glioblastoma Metabolic Activity via ^{11}C -Methionine PET and Radiomics. *Stud Health Technol Inform.* 2023 May 18;302:972-976. doi: 10.3233/SHTI230320. PMID: 37203547.



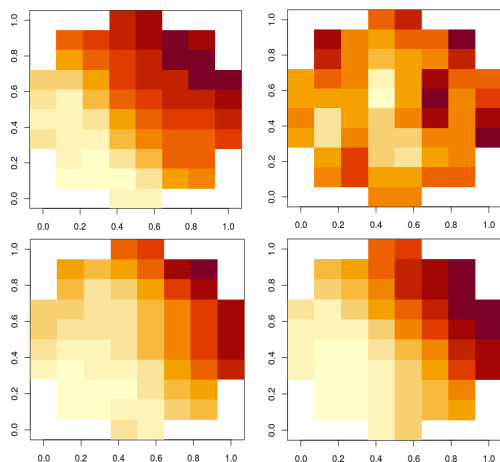
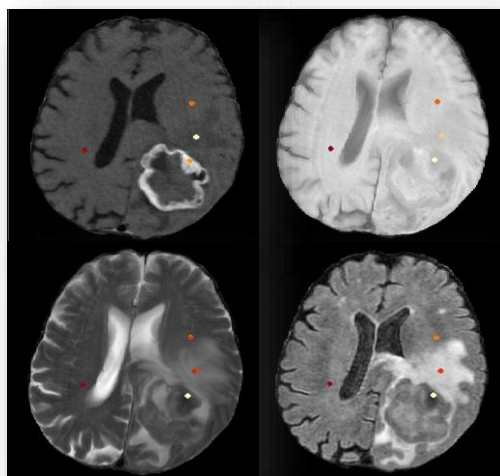
МЕТА-АНАЛИЗ: МЕТОДЫ РАДИОМИКИ В ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКЕ ГЛИОМ



Радиомика и машинное обучение в диагностике глиальных опухолей головного мозга: систематический обзор литературы и мета-анализ.
 Г.В. Данилов, С.Б. Агрба, Ю.В. Струнина и соавт. (2023)

НЕИНВАЗИВНОЕ ТИПИРОВАНИЕ ГЛИОМ: ЦИФРОВАЯ БИОПСИЯ

Tumor Type (n = 83)	ML	BACC	ACC	SENS	SPEC	F1	ROC AUC	PR AUC
Oligodendroglioma	SVM	99,3%	99,5%	99,0%	99,5%	97,4%	99,0%	99,0%
Anaplastic oligodendroglioma	SVM	97,1%	97,1%	97,0%	97,1%	90,5%	99,8%	98,9%
Anaplastic astrocytoma	SVM	96,6%	97,5%	95,2%	98,1%	94,0%	99,9%	99,6%
Glioblastoma	SVM	94,0%	94,1%	93,2%	94,8%	93,3%	97,5%	97,7%



- **стандартизированные** зоны интереса
- цифровые **биомаркеры**
- **машинное обучение**

G.V. Danilov, A.M. Shevchenko, T.A. Konakova, E.Yu. Pogosbekyan, S.V. Shugaj, T.V. Tsukanova, N.E. Zakharova, A.I. Batalov, S.B. Agrba, N.B. Vikhrova, I.N. Pronin. Non-invasive diagnosis of brain glioma histological type using neuroradiomics instandardized regions of interest: towards digital biopsy. *Burdenko's Journal of Neurosurgery* 2023, No 6, pp. 60-67 <https://doi.org/10.17116/neiro20238706160>

ВЫВОД № 3

Радиомика и машинное обучение обеспечивают гибкие инструменты для неинвазивной цифровой биопсии опухоли

Оригинальные статьи

Original articles

Non-invasive diagnosis of brain glioma histological type using neuroradiomics in standardized regions of interest: towards digital biopsy

© G.V. Danilov¹, A.M. Shevchenko¹, T.A. Konakova¹, E.Yu. Pogosbekyan¹, S.V. Shugai¹, T.V. Tsukanova¹, N.E. Zakharova¹, A.I. Batalov², S.B. Agrba¹, N.B. Vikhrova^{1, 2}, I.N. Pronin¹

¹Burdenko Neurosurgical Center, Moscow, Russia;

²Scientific Practical Clinical Center for Diagnosis and Telemedicine Technologies, Moscow, Russia

Abstract

The future of contemporary neuroimaging does not solely lie in novel image-capturing technologies, but also in better methods for extraction of useful information from these images. Scientists see great promise in radiomics, i.e. the methodology for analysis of multiple features in medical image. However, there are certain issues in this field impairing reproducibility of results. One such issue is no standards in establishing the regions of interest.

Objective. To introduce a standardized method for identification of regions of interest when analyzing MR images using radiomics; to test the hypothesis that this approach is effective for distinguishing different histological types of gliomas.

Material and methods. We analyzed preoperative MR data in 83 adults with various gliomas (WHO classification, 2016), i.e. oligodendroglioma, anaplastic oligodendroglioma, anaplastic astrocytoma, and glioblastoma. Radiomic features were computed for T1, T1-enhanced, T2 and T2-FLAIR modalities in four standardized volumetric regions of interest by 356 voxels (46.93 mm³): 1) contrast enhancement; 2) edema-infiltration; 3) area adjacent to edema-infiltration; 4) reference area in contralateral hemisphere. Subsequently, mathematical models were trained to classify MR-images of glioma depending on histological type and quantitative features.

Results. Mean accuracy of differential diagnosis of 4 histological types of gliomas in experiments with machine learning was 81.6%, mean accuracy of identification of tumor types — from 94.1% to 99.5%. The best results were obtained using support vector machines and random forest model.

Conclusion. In a pilot study, the proposed standardization of regions of interest demonstrated high effectiveness for MR-based differential diagnosis of oligodendroglioma, anaplastic oligodendroglioma, anaplastic astrocytoma and glioblastoma. There are grounds for applying and improving this methodology in further studies.

Keywords: brain gliomas, radiomics, machine learning, neuro-oncology, neuroimaging, MRI.

Information about the authors:

Danilov G.V. — <https://orcid.org/0000-0003-1442-5993>

Shevchenko A.M. — <https://orcid.org/0000-0002-4779-2370>

Konakova T.A. — <https://orcid.org/0000-0002-2505-7981>

Pogosbekyan E.Yu. — <https://orcid.org/0000-0002-4803-6948>

Shugai S.V. — <https://orcid.org/0000-0001-8079-8523>

Tsukanova T.V. — <https://orcid.org/0000-0002-0046-1312>

Zakharova N.E. — <https://orcid.org/0000-0002-0516-1613>

Batalov A.I. — <https://orcid.org/0000-0002-8924-7346>

Agrba S.B. — <https://orcid.org/0000-0003-1668-6409>

Vikhrova N.B. — <https://orcid.org/0000-0002-8091-8828>

Pronin I.N. — <https://orcid.org/0000-0002-4480-0275>

Corresponding author: Danilov G.V. — e-mail: gdanilov@nsi.ru

To cite this article:

Danilov G.V., Shevchenko A.M., Konakova T.A., Pogosbekyan E.Yu., Shugai S.V., Tsukanova T.V., Zakharova N.E., Batalov A.I., Agrba S.B., Vikhrova N.B., Pronin I.N. Non-invasive diagnosis of brain gliomas by histological type using neuroradiomics in standardized areas of interest: towards digital biopsy. *Burdenko's Journal of Neurosurgery* = *Zhurnal voprosy neirokhirurgii imeni N.N. Burdenko*. 2023; 87(6):60–67. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/neiro20238706160>

Список сокращений

MPT — магнитно-резонансная томография

МО — машинное обучение

ACC — ассексу, точность

BACC — balanced accuracy, сбалансированная точность

F1 — F-мера

N — объем выборки

PR AUC — area under precision-recall curve, площадь под кривой «полнота–точность»

ROC AUC — area under receiver operating characteristic curve, площадь под кривой «рабочая характеристика приемника»

SENS — sensitivity, чувствительность

SPEC — specificity, специфичность

Введение

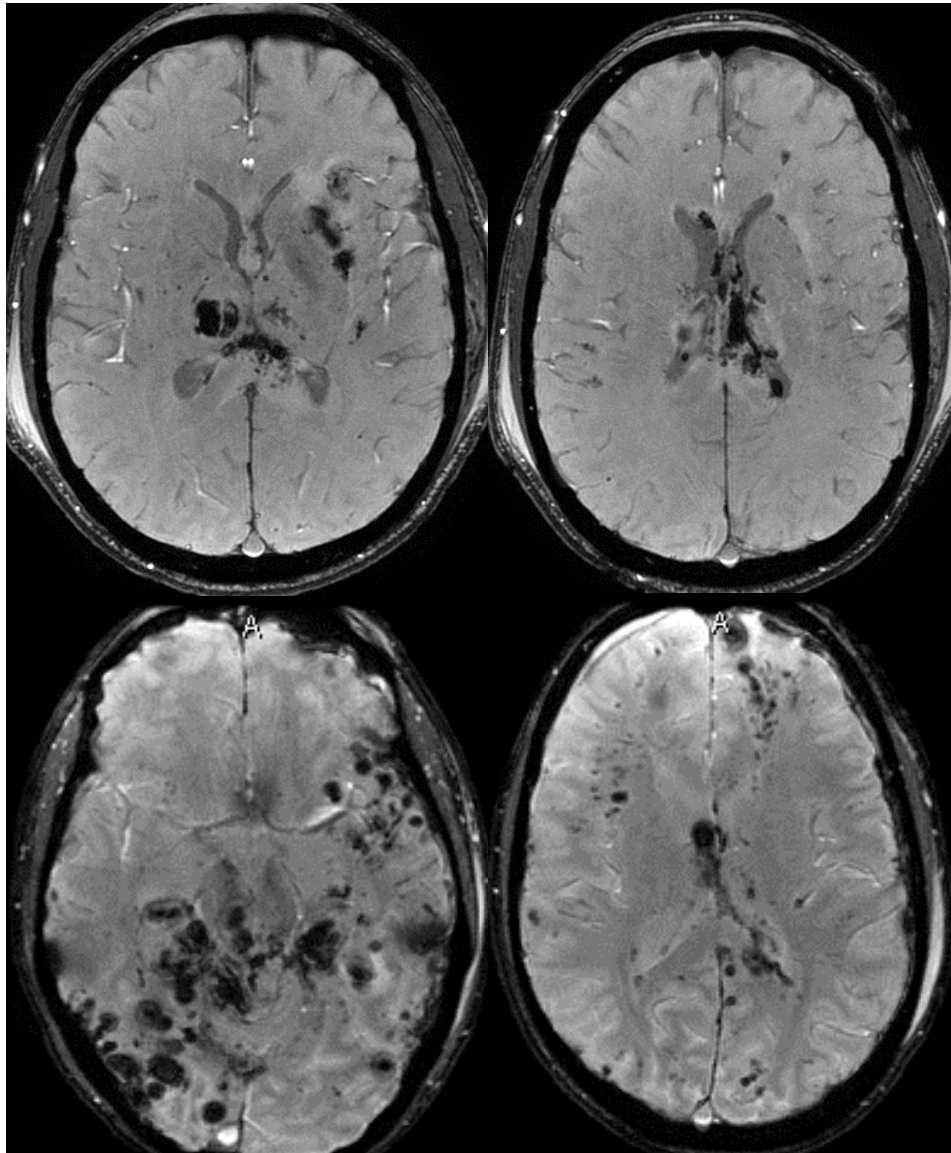
Неинвазивная, безопасная и точная диагностика опухолей головного мозга — основная цель развития

методов лучевых исследований в современной нейроонкологии. Благодаря широкому спектру модальностей нейровизуализации можно получать сведения

BURDENKO'S JOURNAL OF NEUROSURGERY 6, 2023

61

G.V. Danilov, A.M. Shevchenko, T.A. Konakova, E. Yu. Pogosbekyan, S.V. Shugai, T.V. Tsukanova, N.E. Zakharova, A.I. Batalov, S.B. Agrba, N.B. Vikhrova, I.N. Pronin. Non-invasive diagnosis of brain glioma histological type using neuroradiomics in standardized regions of interest: towards digital biopsy. *Burdenko's Journal of Neurosurgery* 2023, No 6, pp. 60-67 <https://doi.org/10.17116/neiro20238706160>



SWI режим МРТ

ДИФФУЗНОЕ АКСОНАЛЬНОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ (ДАП)

- **разрыв** длинных отростков нервных клеток (**аксонов**) при **смещении и вращении головного мозга** (например, при ДТП)
- вариант **тяжелой черепно-мозговой травмы (ЧМТ)**
- **Наиболее точная диагностика** с помощью магнитно-резонансной томографии (**МРТ**)
- **МРТ редко используется** в рутинной клинической практике при тяжелой ЧМТ

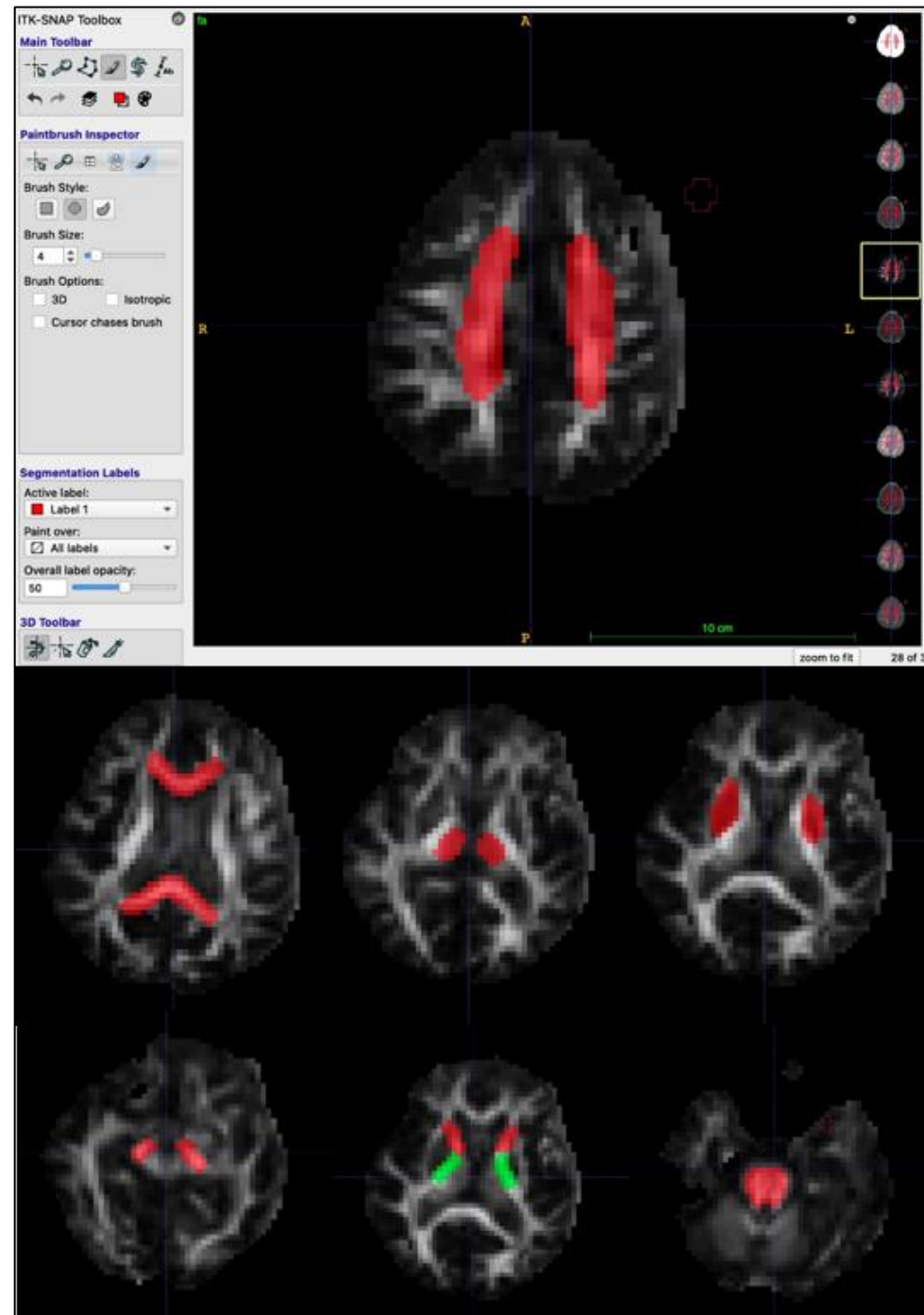
Диффузионно-куртозисная МРТ

10 параметрических карт ДК-МРТ:

AK, AWF, AxEAD, FA, MD, KA, МК, RadEAD, RK, TORT

15 зон интереса (2D):

- В сером веществе мозга
 - Таламус
 - Чечевицеобразное ядро
- В белом веществе мозга:
 - Семиовальный центр
 - Колено и валик мозолистого тела
 - Ножки мозга
 - Ствол
 - Переднее и заднее бедро внутренней капсулы



ДИАГНОСТИКА И ПРОГНОЗ ПРИ ДАП С ПОМОЩЬЮ ДИФФУЗИОННО-КУРТОЗИСНОЙ МРТ

Дифференцирование ДАП и интактной нервной ткани

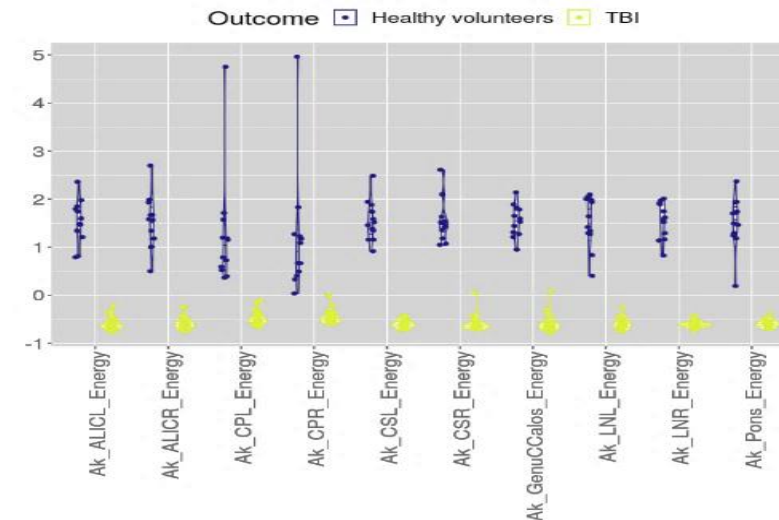
Model	ACC	SENS	SPEC	F1	ROC AUC	PR AUC
LR	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
SVM	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
RF	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Прогноз неблагоприятного исхода ДАП

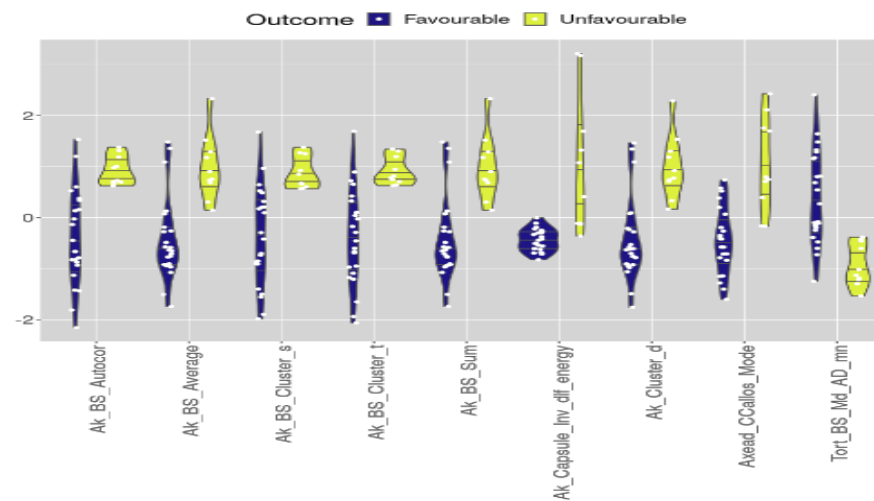
Model	ACC	SENS	SPEC	F1	ROC AUC	PR AUC
SVM	0.935	0.878	0.964	0.890	0.997	0.994
RF	0.918	0.970	0.892	0.896	0.989	0.982
LR	0.906	0.887	0.916	0.858	0.971	0.941

Danilov G, Afandiev R, Pogosbekyan E, Goraynov S, Pronin I, Zakharova N. Radiomics Enhances Diagnostic and Prognostic Value of Diffusion Kurtosis Imaging in Diffuse Axonal Injury. *Stud Health Technol Inform.* 2023 Oct 20;309:287-291. doi: 10.3233/SHTI230798. PMID: 37869859.

ТОП-ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИХ ПРИЗНАКОВ (P < 0.0001)



ТОП-ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИХ ПРИЗНАКОВ (P < 0.0001)



ВЫВОД 4

Радиомика увеличивает качество диагностического и предсказательного моделирования

Telehealth Ecosystems in Practice
M. Giacomini et al. (Eds.)
© 2023 European Federation for Medical Informatics (EFMI) and IOS Press.
This article is published online with Open Access by IOS Press and distributed under the terms
of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License 4.0 (CC BY-NC 4.0).
doi:10.3233/SHTI230798

287

Radiomics Enhances Diagnostic and Prognostic Value of Diffusion Kurtosis Imaging in Diffuse Axonal Injury

Gleb DANILOV^{a,1}, Ramin AFANDIEV^b, Eduard POGOSBEKYAN^b,
Sergey GORAYNOV^c, Igor PRONIN^b and Natalia ZAKHAROVA^b
^aLaboratory of Biomedical Informatics and Artificial Intelligence
^bDepartment of Neuroimaging
^cDepartment of Neurotrauma

National Medical Research Center for Neurosurgery named after N.N. Burdenko,
Moscow, Russian Federation

ORCID ID: Gleb Danilov <https://orcid.org/0000-0003-1442-5993>

Abstract. The aim of our study was to investigate the potential of advanced radiomics in analyzing diffusion kurtosis MRI (DKI) to increase the informativeness of DKI in diffuse axonal injury (DAI). We hypothesized that DKI radiomic features could be used to detect microstructural brain injury and predict outcomes in DAI. The study enrolled 31 patients with DAI (mean age 31.48 ± 11.10 years, 8 (25.8%) female) and 12 healthy volunteers (mean age 33.67 ± 11.06 years, 4 (33.3%) female). A total of 342,300 radiomic features were calculated (2282 features per each combination of 10 parametric DKI maps with 15 ROIs). Our results showed that several radiomic features were capable of distinguishing between healthy and injured brain tissue and accurately predicting outcomes with an accuracy of over 0.9. Advanced DKI radiomic features show high diagnostic and prognostic potential in DAI and may outperform average ROI values in DKI maps.

Keywords. Diffuse axonal injury, diffusion kurtosis imaging, MRI, radiomics

1. Introduction

Diffuse axonal injury (DAI) is one of the most severe types of traumatic brain injury (TBI). It is crucial to identify neuroimaging biomarkers that indicate subtle microstructural changes in both gray and white matter, as well as the extent and severity of TBI, to provide most informative diagnosis and prognosis.

Diffusion-kurtosis imaging (DKI) is an advanced MRI modality capable of reflecting neuronal damage in the gray and white matter of the brain, which is not visualized with standard MRI sequences [1]. However, its application in DAI is extremely rare, and to date, it has been limited to calculating only average values of DKI maps within regions of interest (ROIs) [2]. We believe that applying radiomics to analyze the signal intensity distribution in various ROIs across different DKI parametric maps can enhance the informativeness of DKI in TBI. Our study aimed to evaluate the potential

Danilov G, Afandiev R, Pogosbekyan E, Goraynov S, Pronin I, Zakharova N. Radiomics Enhances Diagnostic and Prognostic Value of Diffusion Kurtosis Imaging in Diffuse Axonal Injury. *Stud Health Technol Inform.* 2023 Oct 20;309:287-291. doi: 10.3233/SHTI230798. PMID: 37869859.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

**Радиомика – перспективный
инструментарий в нейрохирургии и
смежных нейронауках для развития
цифровой диагностики,
персонализации медицинской
помощи и обеспечения научно
обоснованного прогноза**

ЛАБОРАТОРИЯ БИОМЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАТИКИ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии
имени академика Н.Н. Бурденко

E-mail: gdanilov@nsi.ru



Г.В. Данилов



Т.В. Цуканова



Т.Е. Пронкина



Ю.В. Струнина



С.Б. Агрба



К.В. Котик



Т.Р. Загидуллин

[СПАСИБО_ЗА_ВНИМАНИЕ]



E-mail: gdanilov@nsi.ru