

Исследование осложнений в нейрохирургии с помощью технологий искусственного интеллекта

Данилов Г. В., Потапов А. А., Шифрин М. А., Назаренко А. Г., Усачев Д. Ю., Котик К. В., Струнина Ю. В., Цуканова Т. В., Ишанкулов Т. А., Пронкина Т. Е., Макашова Е. С., Шульц М.А., Косырькова А. В., Мельченко С. А., Шарипов О.И., Загидуллин Т. Р.

*Лаборатория биомедицинской информатики и искусственного интеллекта
ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России*



ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИСКУССТВЕННОМУ
ИНТЕЛЛЕКТУ В МЕДИЦИНЕ (МедКИИ 2022)

14 октября 2022 г.





ОСЛОЖНЕНИЯ ↔ БЕЗОПАСНОСТЬ

WORLD HEALTH ORGANIZATION

- Осложнения, вероятно, являются **одной из 10 основных причин смерти и инвалидности** в мире
 - **15%** общей активности и **финансовых расходов** медицинского учреждения связаны с **осложнениями**
 - **50%** осложнений потенциально **предотвратимы**
 - **Вложения в борьбу с осложнениями оправданы этически и экономически.**
-

1. Jha AK. Presentation at the “Patient Safety – A Grand Challenge for Healthcare Professionals and Policymakers Alike” a Roundtable at the Grand Challenges Meeting of the Bill & Melinda Gates Foundation, 18 October 2018 (<https://globalhealth.harvard.edu/qualitypowerpoint>, accessed 23 July 2019).
2. de Vries EN, Ramrattan MA, Smorenburg SM, Gouma DJ, Boermeester MA. The incidence and nature of in-hospital adverse events: a systematic review. *Qual Saf Health Care*. 2008;17(3):216–23. <http://doi.org/10.1136/qshc.2007.023622> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18519629>

КАК ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ МОЖЕТ ПОМОЧЬ В БОРЬБЕ С ОСЛОЖНЕНИЯМИ?



ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В НЕЙРОХИРУРГИИ?

Автоматизация медицинских процессов:

- **диагностика** с использованием данных
- **поддержка** принятия клинических решений
- **прогноз** осложнений и исходов лечения

Нейрохирургия: интеграция нейронаук и технологий

Неврология

Нейропсихология

Нейропсихиатрия

Нейроэндокринология

Нейрорадиология

Нейроанестезиология

Нейрореаниматология

Нейрореабилитология

Нейровизуализация

Микронеурхирургия

Нейроэндоскопия

Эндоваскулярная нейрохирургия

Реконструктивная
нейрохирургия

Функциональная нейрохирургия

Стереотаксическая
радиохирургия

Компьютерное моделирование и
аддитивные технологии

Робототехника

Навигационные системы

Метаболическая навигация

Биоинформатика

Искусственный интеллект

Нейроанатомия

Нейроморфология

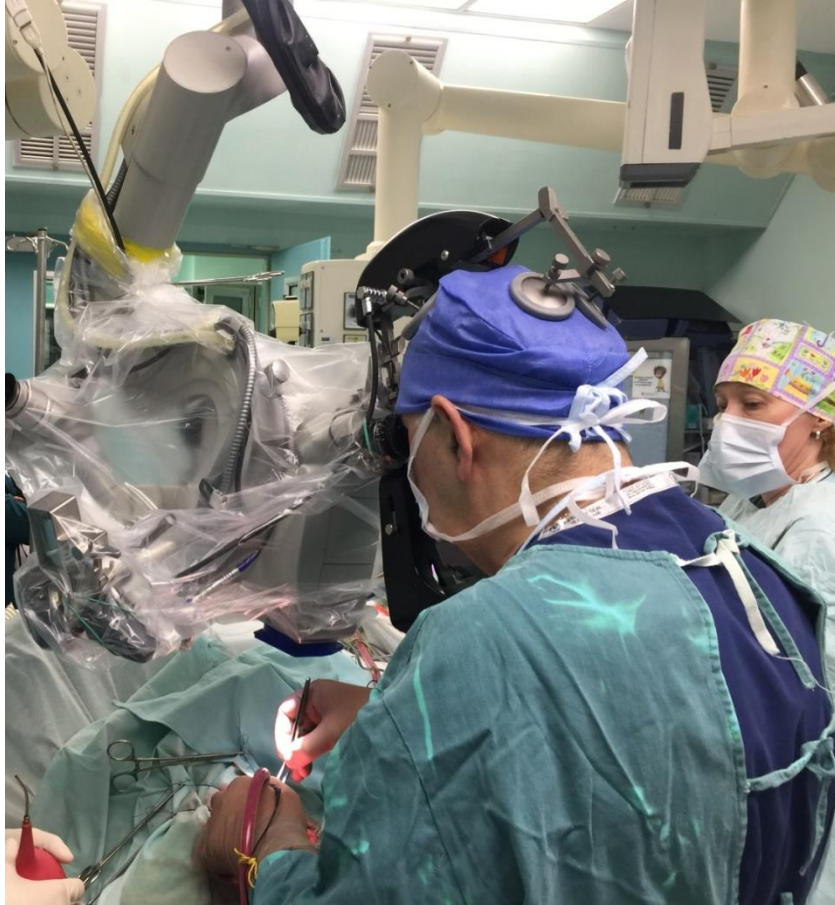
Нейрофизиология

Молекулярная
нейробиология

Нейрогенетика

Нейрорадиобиология

Базовые оптические методы в современной нейрохирургии



Микрохирургия – краеугольная технология современной нейрохирургии. Вместе с микрохирургией широко используются минимально инвазивные методы: эндоскопия, эндоваскулярная нейрохирургия, стереотаксис.



Интраоперационная нейронавигация и компьютерная томография

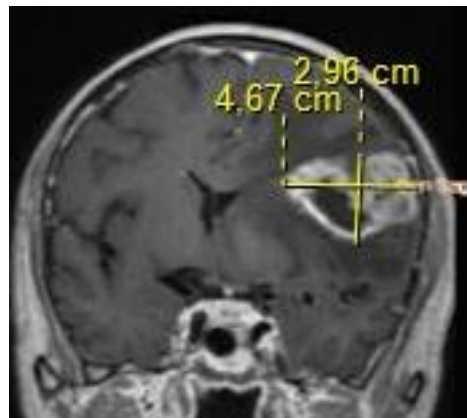
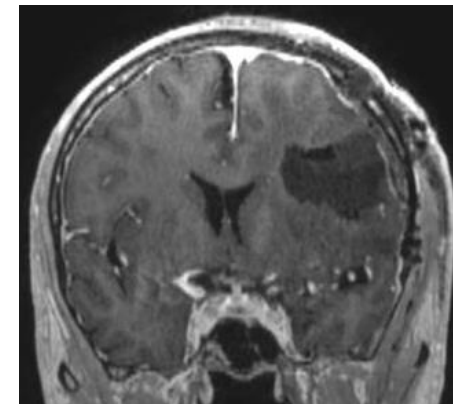
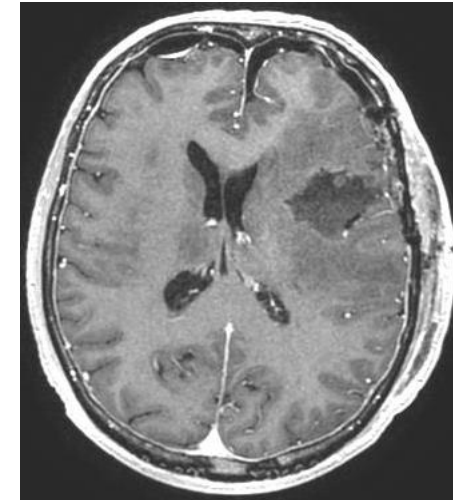
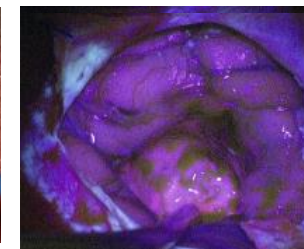
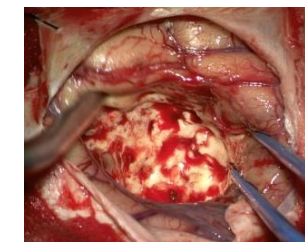
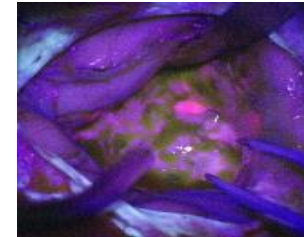
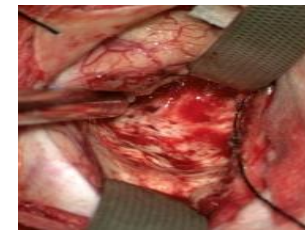
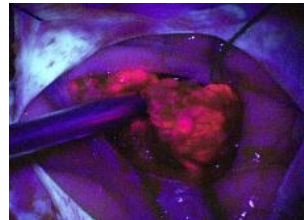
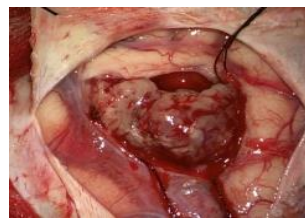
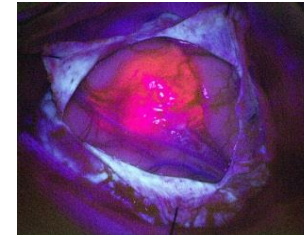
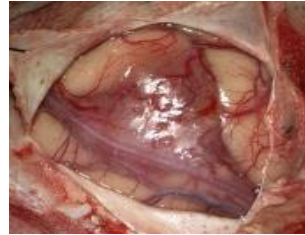
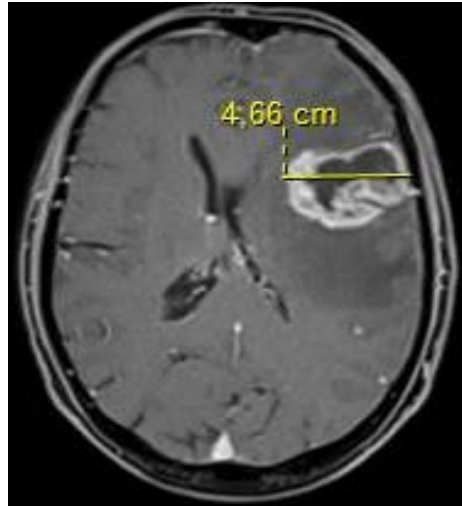


Флуоресцентная (метаболическая) навигация



М.67. 11.04.2017

12.04.2017

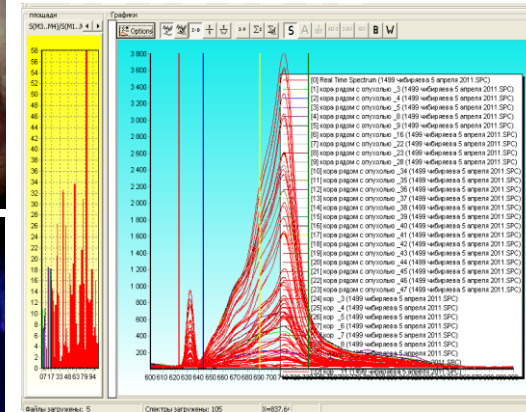
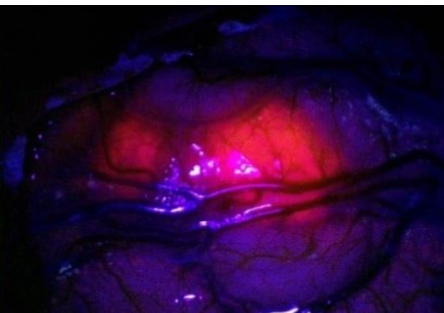
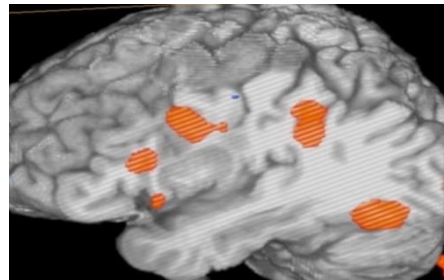
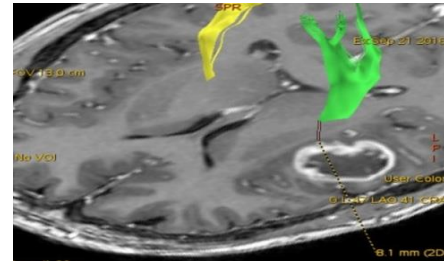


V = 27,661 cm³

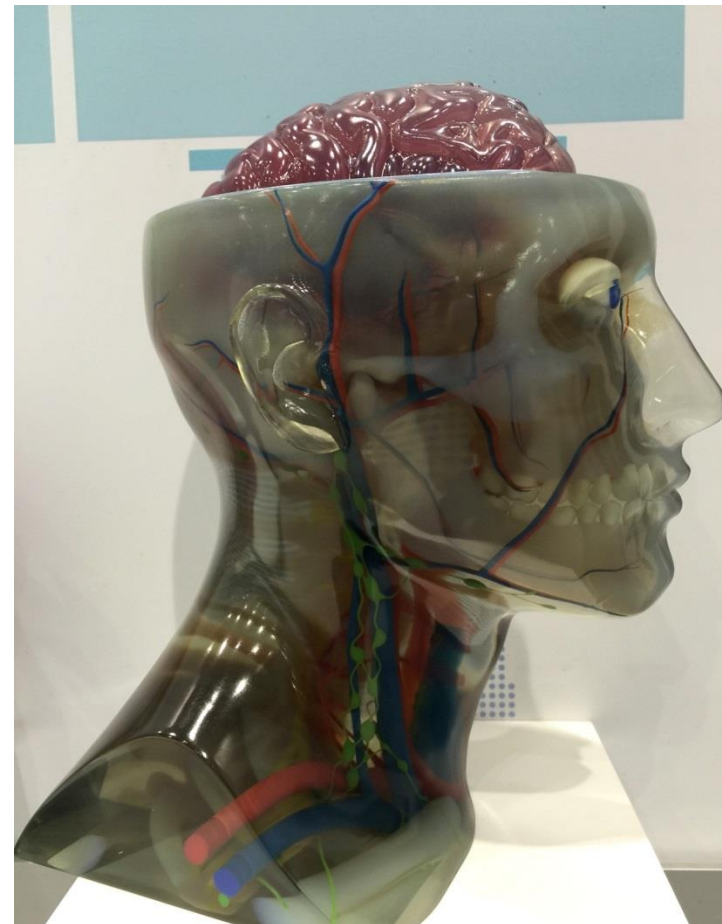
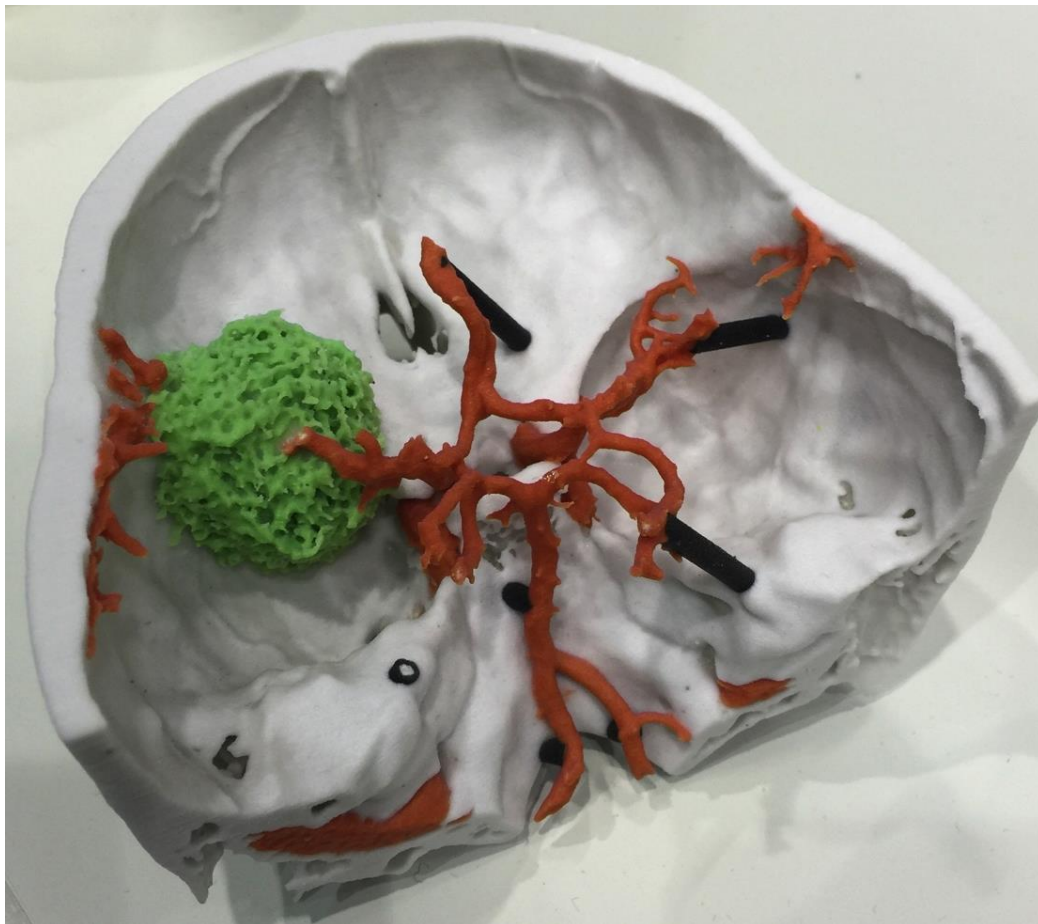
V = cm³



Хирургия с пробуждением, нейрофизиологическим контролем и флуоресцентной навигацией



Цифровые и аддитивные технологии в нейрохирургии



ВЫСОКОТОЧНАЯ СТЕРЕОТАКСИЧЕСКАЯ РАДИОХИРУРГИЯ И РАДИОТЕРАПИЯ



ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ



КАК ПРИМЕНИТЬ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ К ПРОБЛЕМЕ ОСЛОЖНЕНИЙ В НЕЙРОХИРУРГИИ?

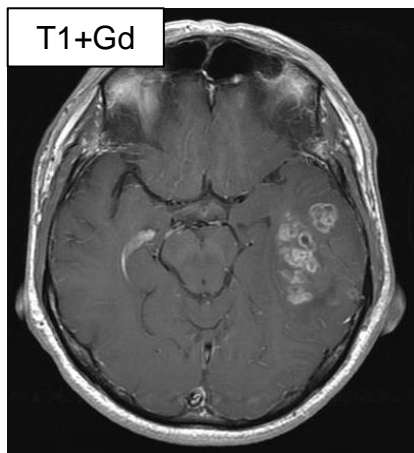
1. Профилактика
2. Оценка рисков
3. Мониторинг безопасности
4. Прогноз
5. Понимание феномена осложнений
6. Определения, классификации, стандартизация и нормативная регуляция

Повышение безопасности нейрохирургической помощи!

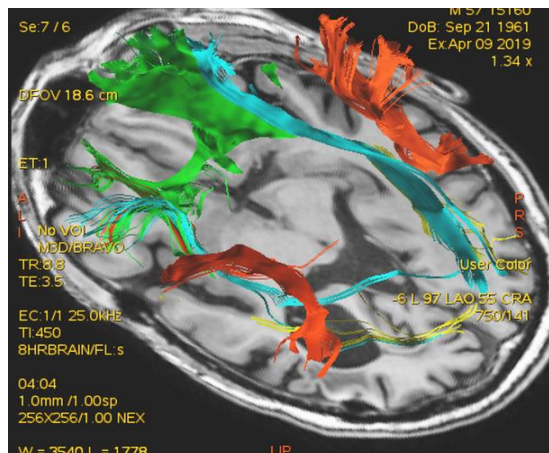
A blue ribbon graphic with a 3D effect, featuring a dark blue shadow on the left side. The ribbon is horizontal and contains white text.

ПРОФИЛАКТИКА ОСЛОЖНЕНИЙ

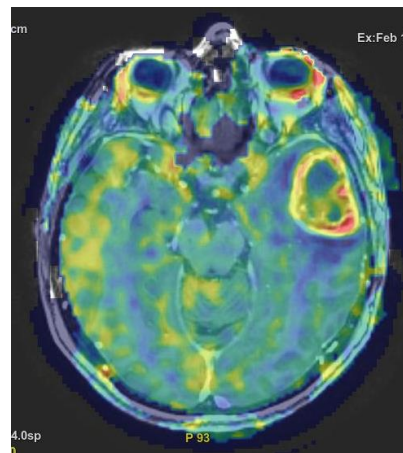
Мультимодальная нейровизуализация в диагностике глиальных опухолей



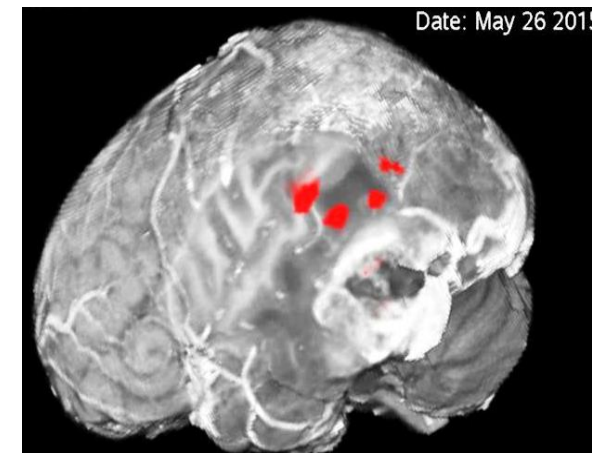
МРТ T1 (контраст)



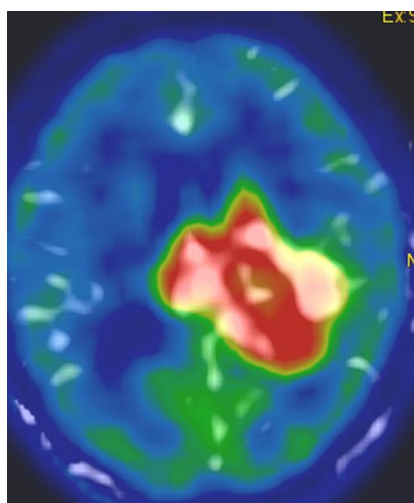
МРТ трактография (DTI)



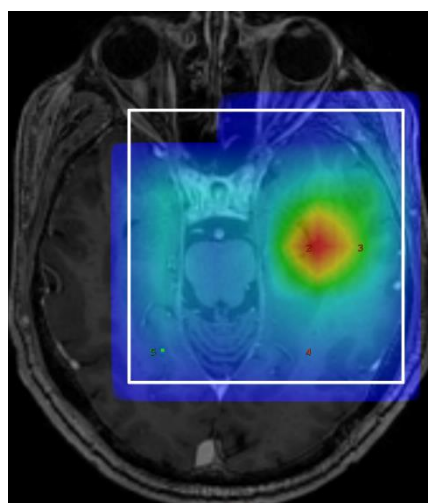
МРТ ASL - перфузия



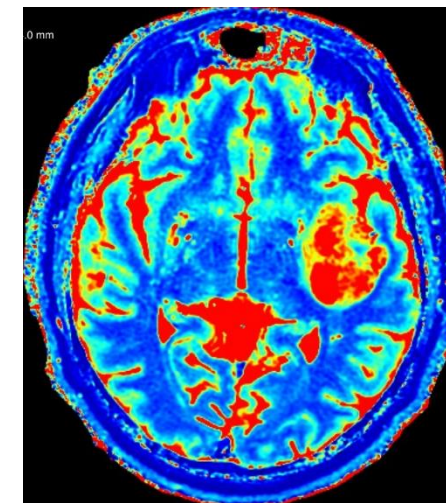
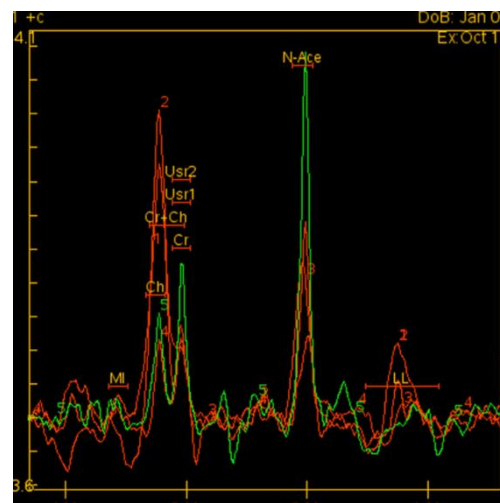
Функциональная МРТ



ПЭТ



МР-спектроскопия



МРТ T1 MAGIC

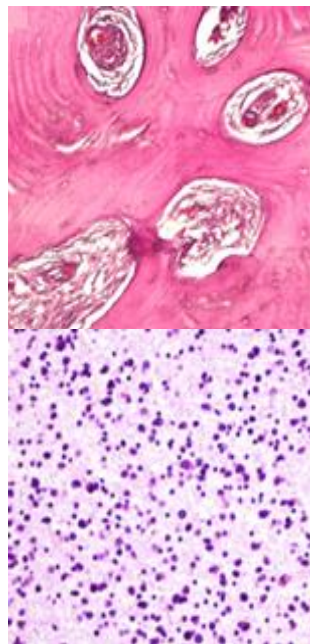


Биопсия

Гистологический диагноз

Микрохирургия

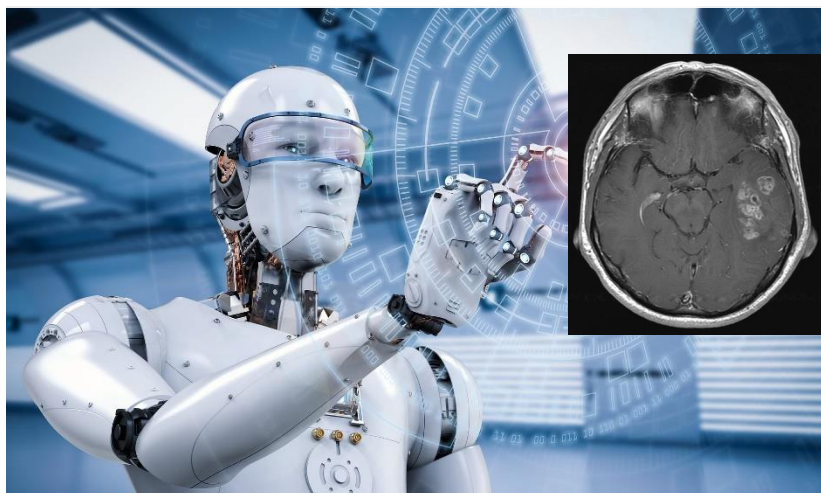
Стереотаксис



Радиотерапия /
Радиохирургия

Химиотерапия

Микрохирургия



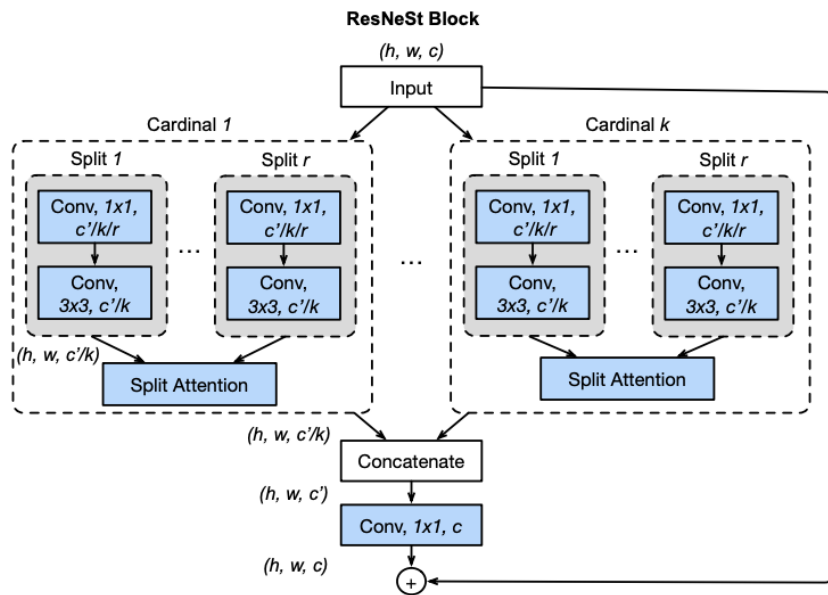
Лечение

НЕИНВАЗИВНОЕ ТИПИРОВАНИЕ ГЛИОМ ПО СТЕПЕНИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННОСТИ (WHO GRADE)

(707 МРТ, 17 730 срезов)

2D МРТ данные
(объект = один срез мозга)

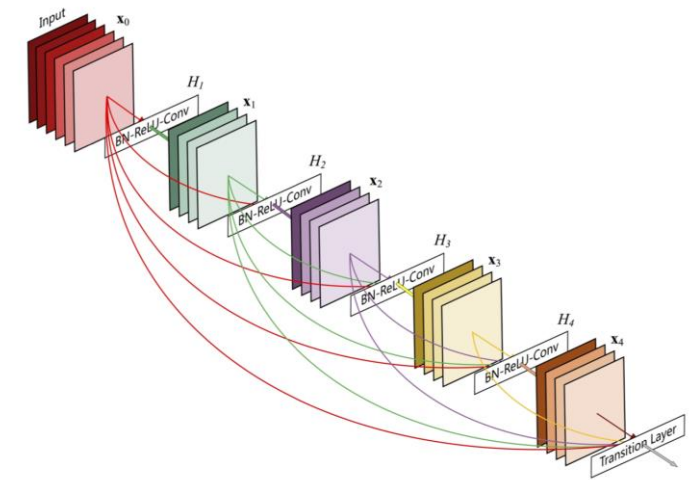
Архитектура Resnest200e



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



Обучение – Владислав Королев

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%

ТИПИРОВАНИЕ ГЛИОМ: СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

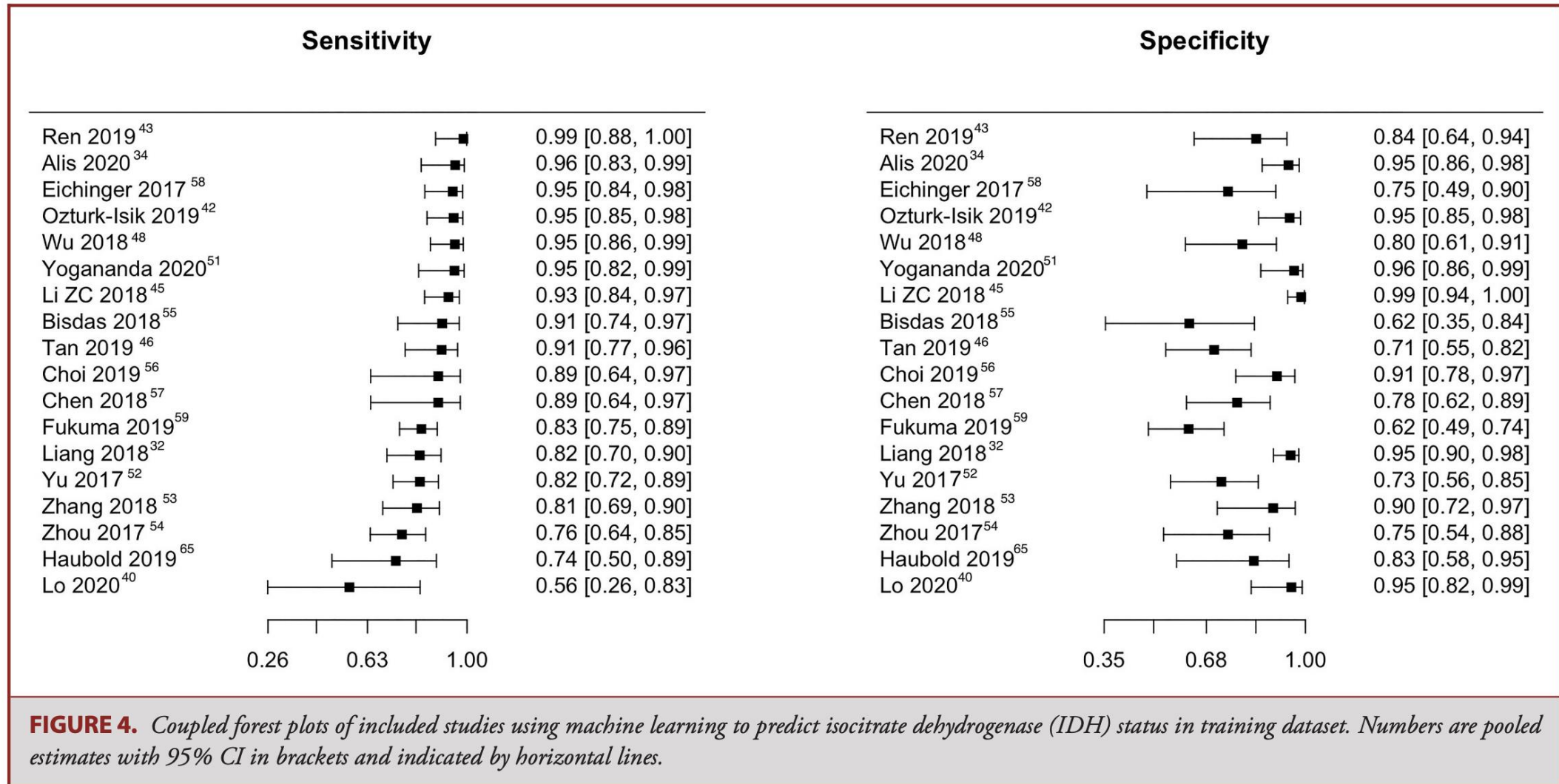
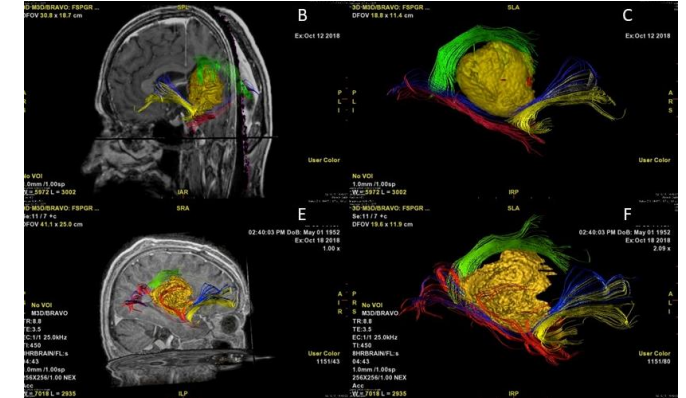
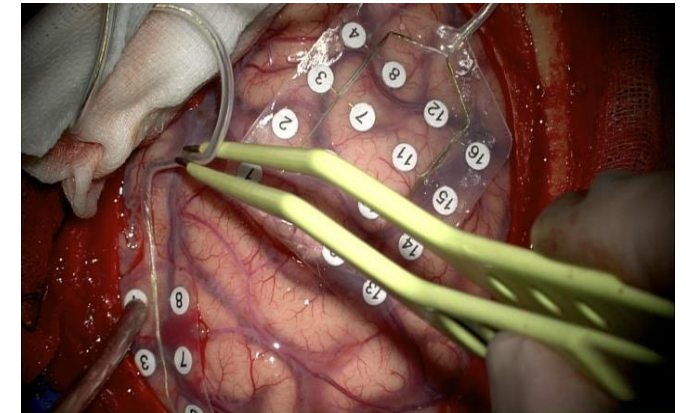
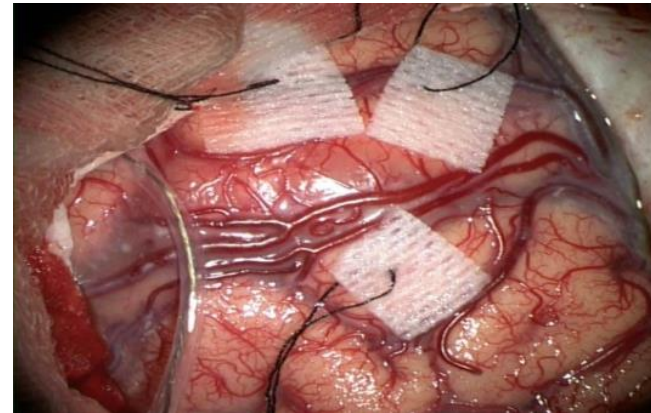
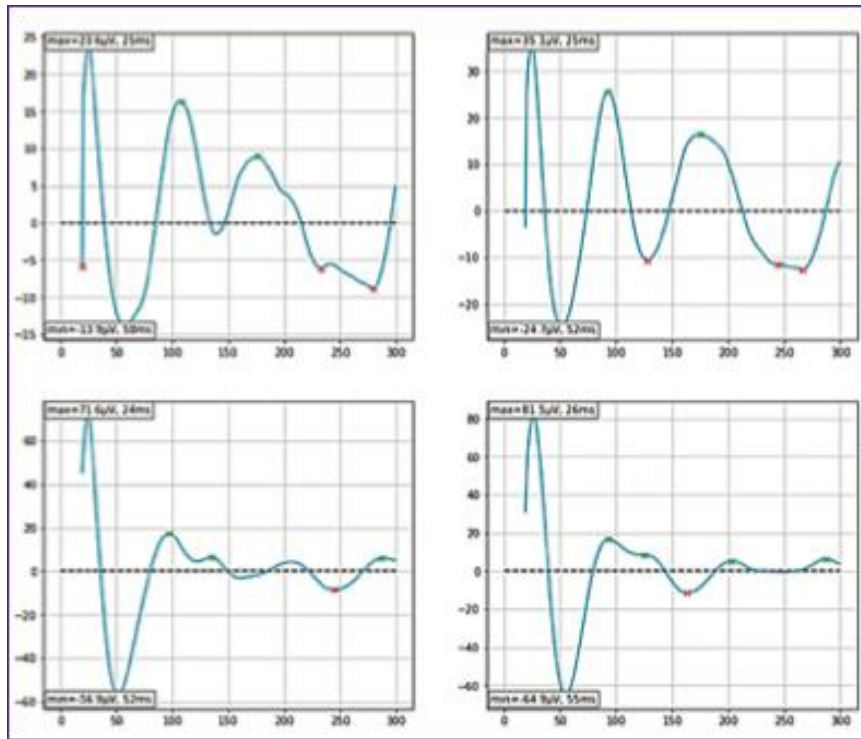


FIGURE 4. Coupled forest plots of included studies using machine learning to predict isocitrate dehydrogenase (IDH) status in training dataset. Numbers are pooled estimates with 95% CI in brackets and indicated by horizontal lines.

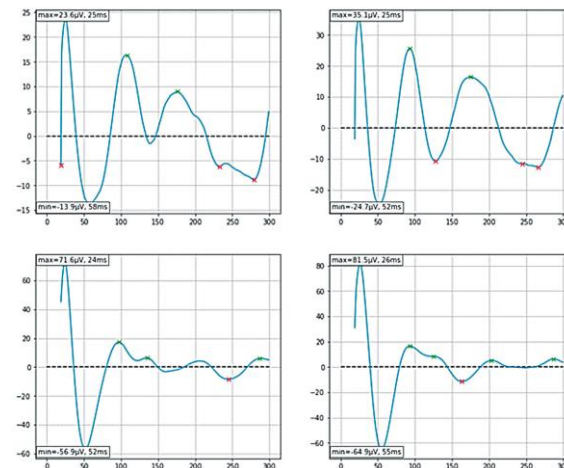
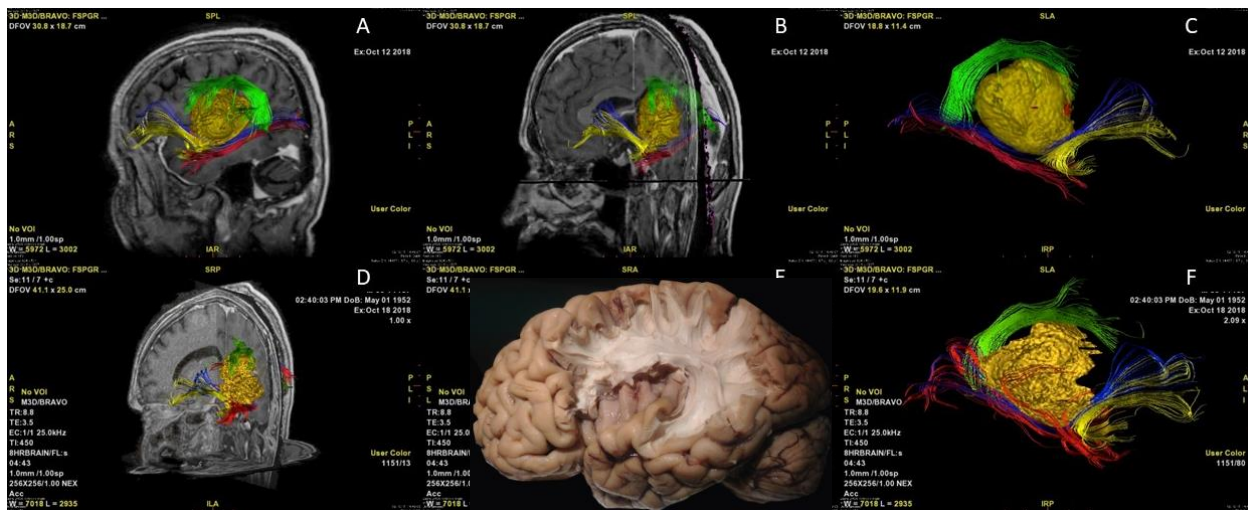
Прогноз послеоперационных нарушений речи с помощью вызванных кортико-кортикальных потенциалов и машинного обучения



Ishankulov, T. A., Danilov, G. V., Pitskhelauri, D. I., Titov, O. Y., Ogurtsova, A. A., Buklina, S. B., ... & Bykanov, A. E. (2022). Prediction of Postoperative Speech Dysfunctions in Neurosurgery Based on Cortico-Cortical Evoked Potentials and Machine Learning Technology. *Sovremennye technologii v medicine*, 14(1 (eng)), 25-32.

Ishankulov, T., Danilov, G., Pitskhelauri, D., Titov, O., Ogurtsova, A., Buklina, S., ... & Bykanov, A. (2022). Prediction of Postoperative Speech Dysfunction Based on Cortico-Cortical Evoked Potentials and Machine Learning. In *Informatics and Technology in Clinical Care and Public Health* (pp. 33-36). IOS Press.

Прогноз послеоперационных нарушений речи с помощью вызванных кортико-кортикальных потенциалов и машинного обучения



Модель	CV	Spec	Sens	Prec	Rec	Acc	F1 score	AUC
RF	0.680	0.319	0.809	0.569	0.564	0.606	0.530	0.564
LR	0.687	0.168	0.965	0.555	0.566	0.649	0.500	0.566
SVM (Lin)	0.674	0.098	0.944	0.411	0.521	0.612	0.432	0.521
SVM (RBF)	0.730	0.324	0.973	0.649	0.649	0.716	0.604	0.649
SVM (Poly)	0.747	0.370	0.993	0.683	0.681	0.747	0.638	0.681

Ishankulov, T., Danilov, G., Pitskhelauri, D., Titov, O., Ogurtsova, A., Buklina, S., ... & Bykanov, A. (2022). Prediction of Postoperative Speech Dysfunction Based on Cortico-Cortical Evoked Potentials and Machine Learning. In Informatics and Technology in Clinical Care and Public Health (pp. 33-36). IOS Press.



ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ДЛЯ НЕЙРОНАВИГАЦИИ (ИССЛЕДОВАНИЯ НА ЖИВОТНЫХ)



CONCEPTS, INNOVATIONS AND TECHNIQUES

Machine Vision for Real-Time Intraoperative Anatomic Guidance: A Proof-of-Concept Study in Endoscopic Pituitary Surgery

Staartjes, Victor E BMed; Volokitin, Anna MEng;  Regli, Luca MD; Konukoglu, Ender PhD; Serra, Carlo MD

[Author Information](#) 

Operative Neurosurgery: October 2021 - Volume 21 - Issue 4 - p 242-247

doi: 10.1093/ons/opab187



Carson T. et al. Artificial Intelligence-enabled, Real-time Intraoperative
Ultrasound Imaging of Neural Structures Within the Psoas: Validation in a
Porcine Spine Model //Spine. – 2021. – T. 46. – №. 3. – С. E146.

ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В НЕЙРОХИРУРГИИ:

1. Переход к менее инвазивным и более безопасным медицинским воздействиям



Back to the Future II



ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В НЕЙРОХИРУРГИИ:

1. Переход к менее инвазивным и более безопасным медицинским воздействиям
2. Автоматизация рутинных медицинских процессов

A blue ribbon graphic with a folded end on the left side, containing white text.

ПРОГНОЗ И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ

ПРЕДОПЕРАЦИОННАЯ ОЦЕНКА РИСКОВ МИКРОХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ НЕРАЗОРВАВШИХСЯ ИНТРАКРАНИАЛЬНЫХ АНЕВРИЗМ



Федор
Гребенев

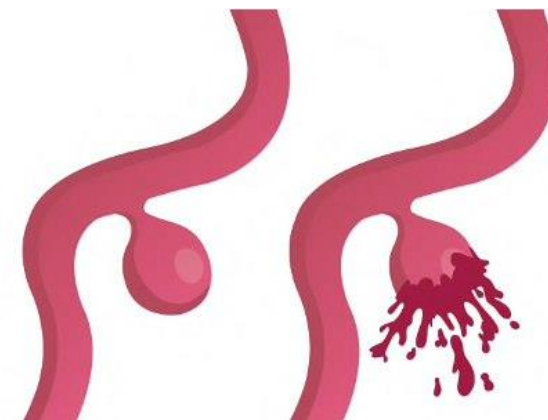


Тимур
Ишанкулов

Риск операции ?



Риск жизни без операции



Прогноз бинарного исхода клипирования неразорвавшихся аневризм у 651 пациентов по 24 предикторам

Модель	Тип исхода	Точность (КВ)	Precision	Recall	Точность	F1-мера
SVM	Label	0.922	0.951	0.878	0.925	0.904
LR	Label	0.922	0.949	0.878	0.924	0.903
SVM	One-hot	0.922	0.949	0.876	0.923	0.902
LR	One-hot	0.919	0.941	0.872	0.918	0.896
RF	One-hot	0.913	0.927	0.872	0.914	0.892
RF	Label	0.911	0.926	0.871	0.913	0.891

Прогноз длительности послеоперационного периода в нейрохирургии по текстам 101 654 протоколов операций

ICT for Health Science Research

A. Shabo (Shvo) et al. (Eds.)

© 2019 The 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:10.3233/978-1-61499-959-1-125

125

Prediction of Postoperative Hospital Stay with Deep Learning Based on 101 654 Operative Reports in Neurosurgery

Gleb DANILOV^{a,1}, Konstantin KOTIK^b, Michael SHIFRIN^a, Uliya STRUNINA^a, Tatyana PRONKINA^a and Alexander POTAPOV^a

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

^bLomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

382

Digital Personalized Health and Medicine

L.B. Pape-Haugaard et al. (Eds.)

© 2020 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/SHTI200187

Predicting Postoperative Hospital Stay in Neurosurgery with Recurrent Neural Networks Based on Operative Reports

Gleb DANILOV^{a,1}, Konstantin KOTIK^a, Michael SHIFRIN^a, Uliya STRUNINA^a, Tatyana PRONKINA^a and Alexander POTAPOV^a

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



**Послеоперационный период:
0-199 дней**

**Средняя ошибка прогноза (MAE):
3.0 дня**

**Доля прогнозов с ошибкой
MAE 0-3 дня: 78.5%**

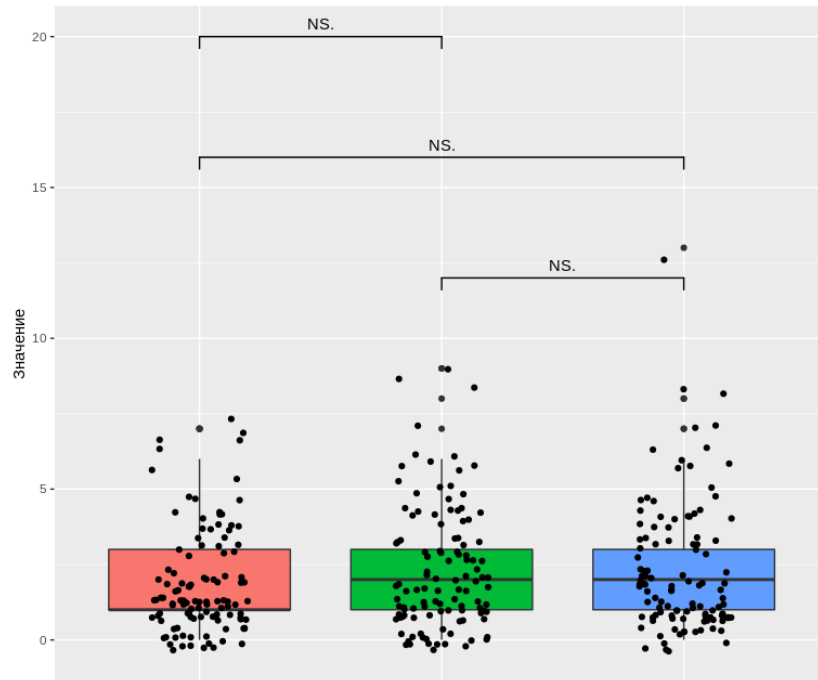


Исследование поддержано грантом РФФИ № 18-29-01052

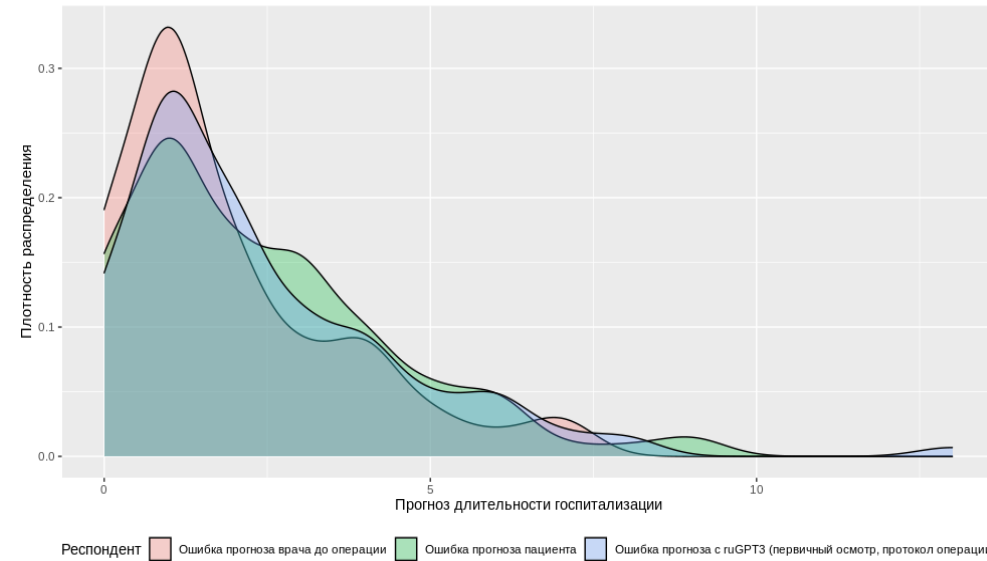
Прогнозирование длительности госпитализации в нейрохирургии с помощью языковой модели ruGPT3



«Дообучение» ruGPT3 на 90 688 случаях



- Ошибка прогноза врача до операции
- Ошибка прогноза пациента
- Ошибка прогноза с ruGPT3 (первичный осмотр, протокол операции)



Респондент Ошибка прогноза врача до операции Ошибка прогноза пациента Ошибка прогноза с ruGPT3 (первичный осмотр, протокол операции)

Параметр	Ошибка прогноза врача до операции	Ошибка прогноза пациента	Ошибка модели ruGPT3	p
Медиана [IQR]	1.00 [1.00,3.00]	2.00 [1.00,3.00]	2.00 [1.00,3.00]	<0.001



ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В НЕЙРОХИРУРГИИ:






1. Переход к менее инвазивным и более безопасным медицинским воздействиям
2. Автоматизация рутинных медицинских процессов
3. Научно обоснованная оценка рисков нежелательных явлений

ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В НЕЙРОХИРУРГИИ:

1. Переход к менее инвазивным и более безопасным медицинским воздействиям
2. Автоматизация рутинных медицинских процессов
3. Научно обоснованная оценка рисков нежелательных явлений
4. Использование максимума доступной информации
5. Персонализация помощи

ДЕТЕКЦИЯ И КАТЕГОРИЗАЦИЯ ОСЛОЖНЕНИЙ

Идентификация и классификация острых внутричерепных кровоизлияний

	Intraparenchymal	Intraventricular	Subarachnoid	Subdural	Epidural
Location	Inside of the brain	Inside of the ventricle	Between the arachnoid and the pia mater	Between the Dura and the arachnoid	Between the dura and the skull
Imaging					
Mechanism	High blood pressure, trauma, arteriovenous malformation, tumor, etc	Can be associated with both intraparenchymal and subarachnoid hemorrhages	Rupture of aneurysms or arteriovenous malformations or trauma	Trauma	Trauma or after surgery



К.В. Котик



<https://www.kaggle.com/c/rsna-intracranial-hemorrhage-detection/overview/hemorrhage-types>

Weighted multi-label logarithmic loss in the Kaggle competition: **0.05098**

Идентификация и классификация острых внутричерепных кровоизлияний

- 300 исследований у 260 пациентов
- Средний возраст 41.8 ± 18.8 лет
- 148 (56.9%) мужчин
- 243 (81.0%) прооперированных
- Опухоли – 96 пациентов
- Сосудистая патология – 78 пациентов
- Черепно-мозговая травма – 69 пациентов

370

The Importance of Health Informatics in Public Health during a Pandemic

J. Mantas et al. (Eds.)

© 2020 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/SHT200572

Classification of Intracranial Hemorrhage Subtypes Using Deep Learning on CT Scans

Gleb DANILOV ^{a,1}, Konstantin KOTIK ^a, Anna NEGREEVA ^b,
Tatiana TSUKANOVA ^a, Michael SHIFRIN ^a, Natalya ZAKHAROVA ^b,
Artem BATALOV ^a, Igor PRONIN ^a and Alexander POTAPOV ^a

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

^bDepartment of neuroradiology, National Medical Research Center for Neurosurgery
named after N.N. Burdenko, Moscow, Russian Federation



2020

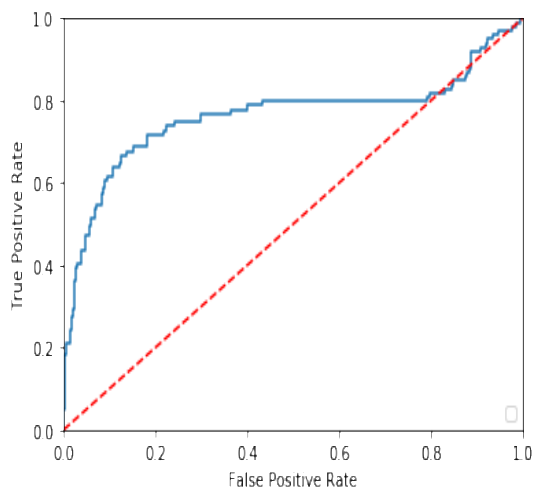
141 (35.2%) КТ выявили патологические сигналы помимо крови

Тип кровоизлияния	POS	NEG	ACC	PREC	REC	AUC	LOG_LOSS
Эпидуральное	99 (25%)	302 (75%)	0.828	0.660	0.626	0.762	0.849
Субдуральное	83 (21%)	318 (79%)	0.818	0.566	0.518	0.711	0.896
Субарахноидальное	118 (29%)	283 (71%)	0.820	0.829	0.492	0.748	0.881
Интравентрикулярное	137 (34%)	264 (66%)	0.893	0.952	0.723	0.804	0.890
Интрапаренхиматозное	188 (47%)	213 (53%)	0.835	0.868	0.766	0.803	0.941

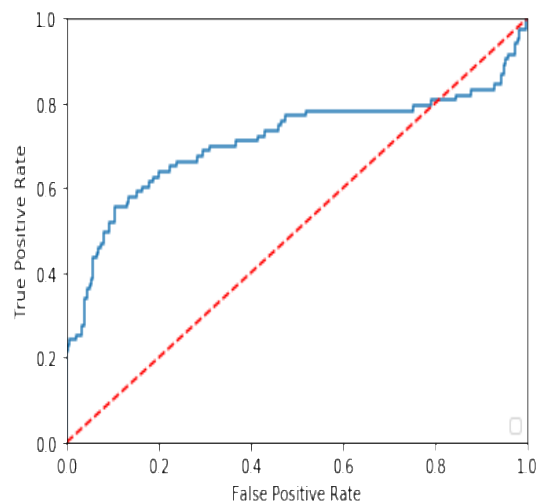


Weighted multi-label logarithmic loss in the Kaggle competition. **0.05098**

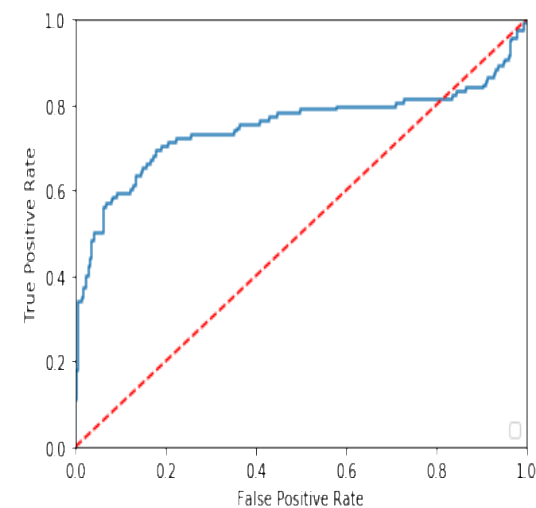
РЕЗУЛЬТАТЫ КЛАССИФИКАЦИИ ИНТРАКРАНИАЛЬНЫХ КРОВОИЗЛИЯНИЙ



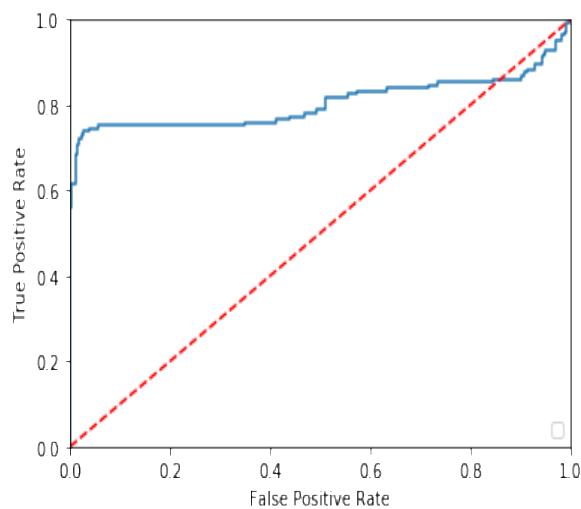
Эпидуральное



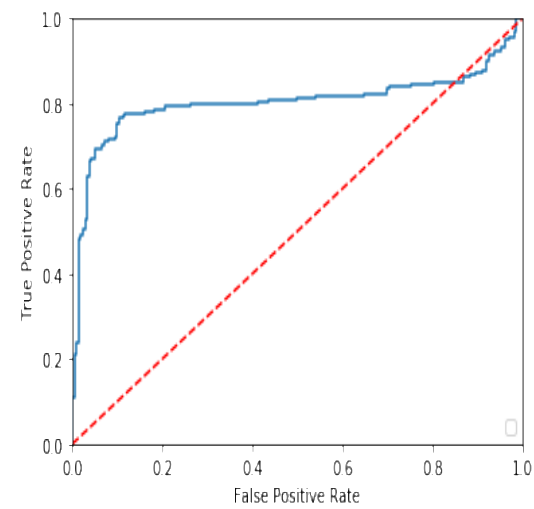
Субдуральное



Субарахноидальное



Внутрижелудочковое



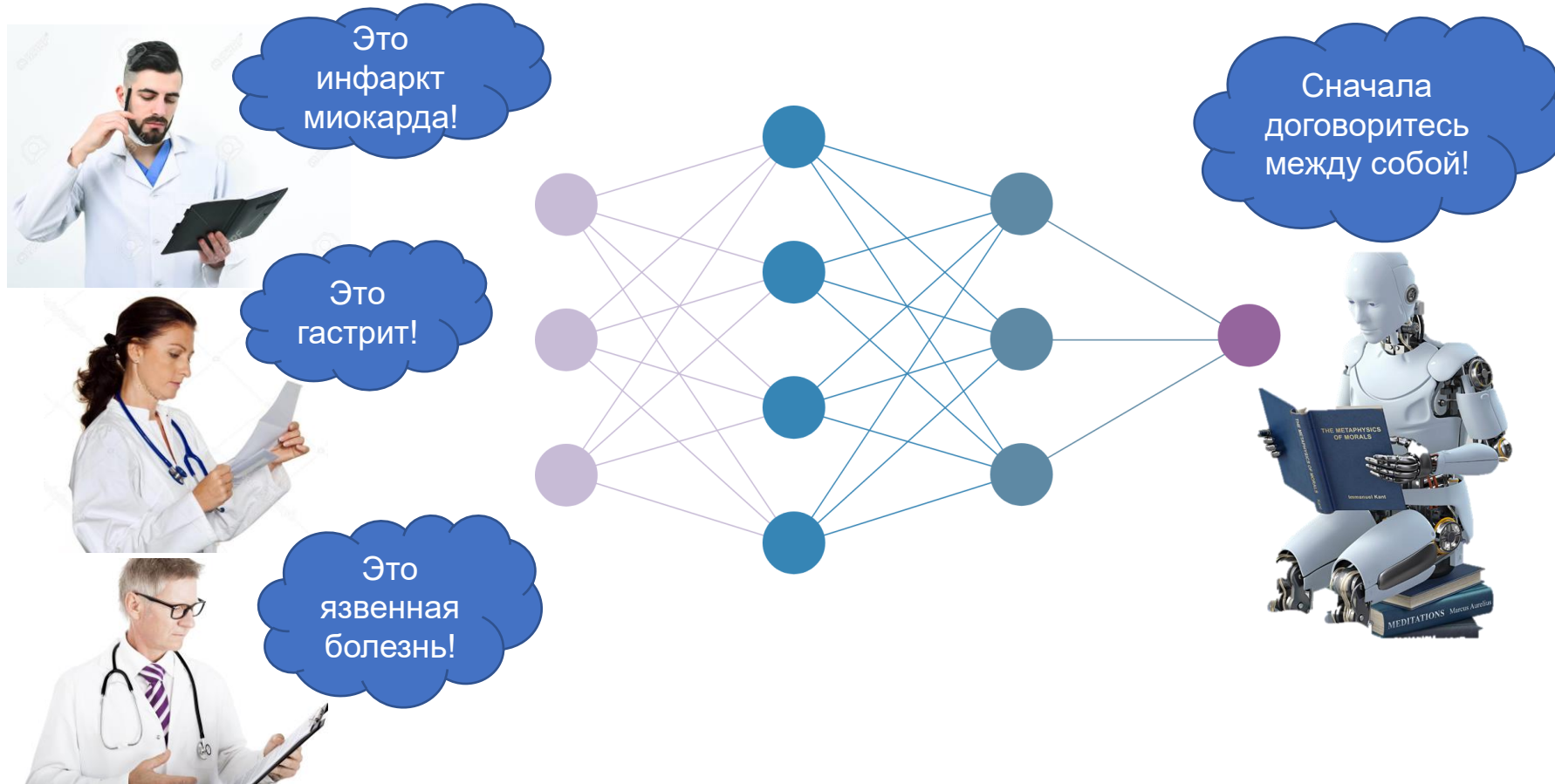
Паренхиматозное

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ТИПОВ ВНУТРИЧЕРЕПНОГО КРОВОИЗЛИЯНИЯ ПО ДАННЫМ КТ

Авторы	Recall	Precision
Grewal et al., 2017	88.6 %	81.3 %
Jnawali et al., 2018	77.0%	87.0 %
Ker et al., 2019	93.8 %	96.8 %
Наш худший результат	49.2 %	56.6 %
Наш лучший результат	76.6 %	95.2 %

**АВТОМАТИЧЕСКОЕ И
ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ
ИНФОРМАЦИИ ОБ ОСЛОЖНЕНИЯХ ИЗ
МЕДИЦИНСКИХ ТЕКСТОВ**

В КАКОЙ СТЕПЕНИ ЭКСПЕРТ, ПОДГОТОВИВШИЙ ДАННЫЕ, ВЛИЯЕТ НА РЕЗУЛЬТАТЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ?





Способ извлечения информации из неструктурированных текстов, написанных на естественном языке

- Адекватен для морфологически богатых языков
- Метод «разметки» текстов и извлечения информации
- Требует участия эксперта

Патент RU 2751993 C1

194

Health Informatics Vision: From Data via Information to Knowledge
J. Mantas et al. (Eds.)
IOS Press, 2019
© 2019 The authors and IOS Press. All rights reserved.
doi:10.3233/SHTI190051

An Information Extraction Algorithm for Detecting Adverse Events in Neurosurgery Using Documents Written in a Natural Rich-in-Morphology Language

Gleb DANILOV^{a,1}, Michael SHIFRIN^a, Uliya STRUNINA^a, Tatyana PRONKINA^a and Alexander POTAPOV^a

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

Abstract. Rich-in-morphology language, such as Russian, present a challenge for extraction of professional medical information. In this paper, we report on our solution to identify adverse events (complications) in neurosurgery based on natural language processing and professional medical judgment. The algorithm we proposed is easily implemented and feasible in a broad spectrum of clinical studies.

Keywords. Electronic Health Records, Neurosurgery, Natural Language Processing, Adverse Events

НЕЙРОЛЕКСИКА: приложение для работы с терминами Формирование лексикона Разметка словосочетаний

Настройки
Время показа фразы, сек: 10
Листать автоматически:

Загрузка файла:
Открыть Файл не выбран

Список фраз загружен
Всего фраз: 3331

Экспорт результата:
Формат файлов: ".xlsx"
Скачать фразы
Скачать корпус

Приложение готово к работе

№ 924 Фраза: больной признаки тела мелкий ветвей Заключение о нежелательном явлении: NA

Фраза указывает на нежелательное явление?
 Одновременно Не исключено Нет Выполнено 28% Встречается 1 раз

Результат отбора:
Показать 10 записей Поиск: Оценка: All

Фраза	Оценка
800 v рекомендуется троиб асс аг	0
192 th позвонков пва эмболами от	0
799 г признаки тромбозболии мелких ветвей	0.5
798 орthантиса прямой эмболов не определяется	0
797 mntth заподозрена тала больная экстренно	1
350 mth mtho тромби циты mrv	0
796 l слева пва эмболами микрон	0
795 l позвонка эмболами пва проведена	0
794 iii желудочка тромбом принято решение	0
793 iii желудочка тромбом необходимо проведения	0

Источники фразы:

Записи с 1 до 10 из 923 записей
Предыдущая 1 2 3 4 5 ... 93 Следующая



Исследования поддержаны грантом РФФИ 18-29-22085

Выделение информации из неструктурированных медицинских текстов

Любое отклонение от ожидаемого течения послеоперационного периода является осложнением: у пациента **появился двигательный дефицит**, что считается осложнением; **впервые развившийся эпилептический приступ** также можно считать осложнением; **выявлены повторные эпилептические приступы** – осложнения, связанные с неадекватной дозой препарата; если **диагностирована инфекция органов дыхания** – это осложнение



появился двигательный дефицит

развившийся эпилептический приступ

выявлены повторные эпилептические приступы

диагностирована инфекция раны

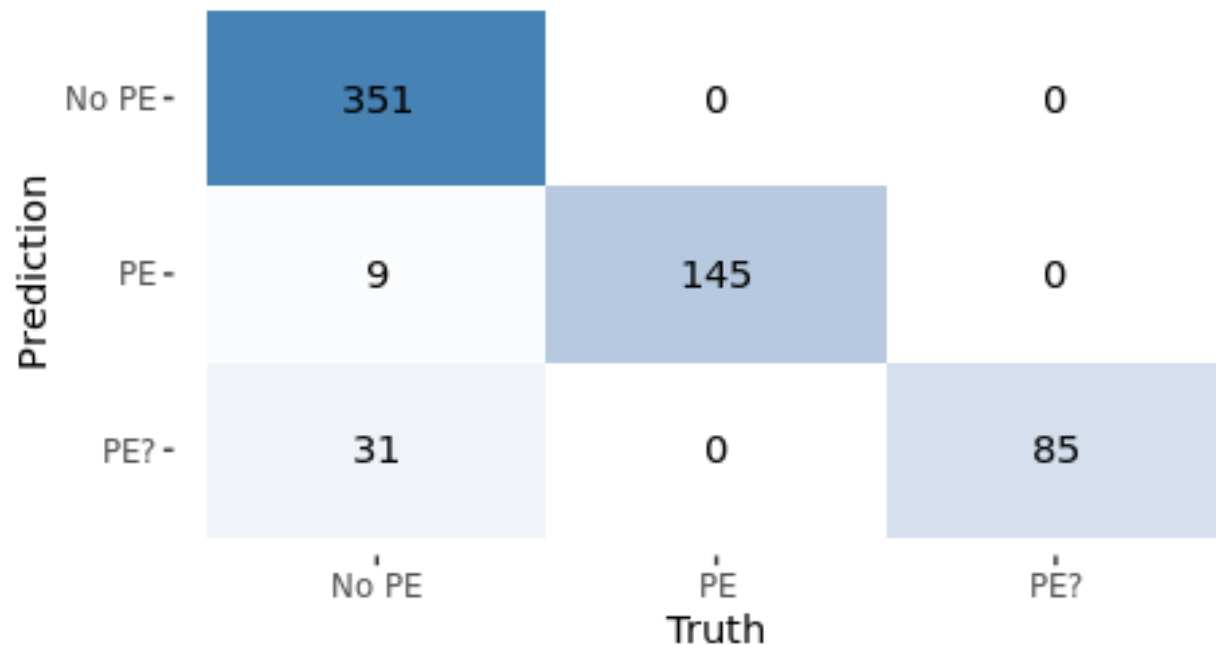
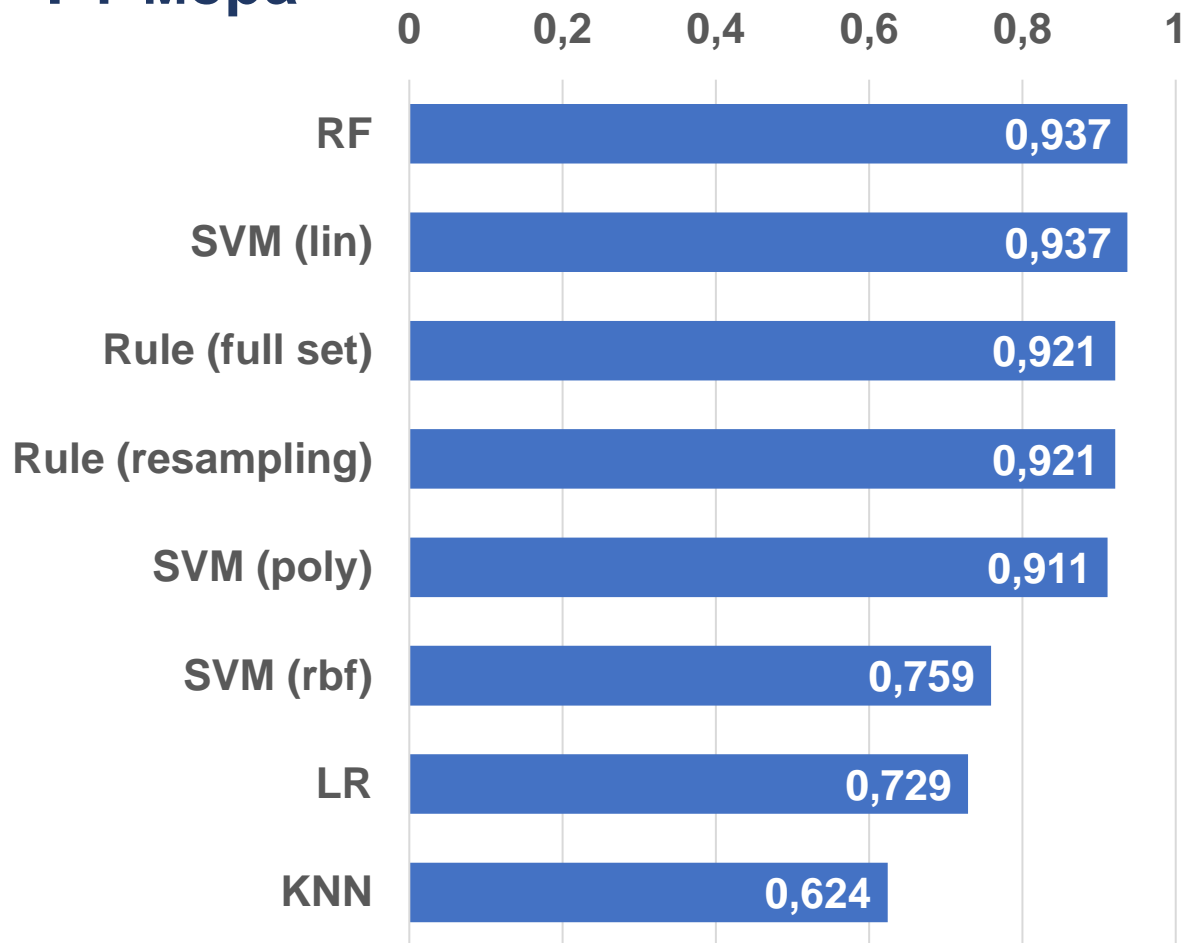


- **Вновь развившийся двигательный дефицит**
- **Впервые развившийся эпилептический приступ**
- **Повторные эпилептические приступы**
- **Инфекция области хирургического вмешательства**



МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ В СРАВНЕНИИ С АЛГОРИТМОМ

F1-мера

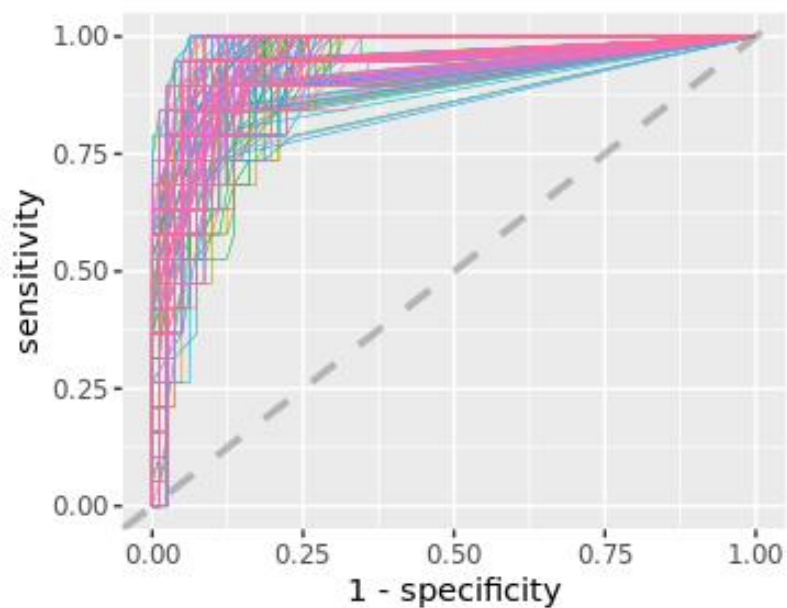


Детекция ТЭЛА с помощью предложенного алгоритма

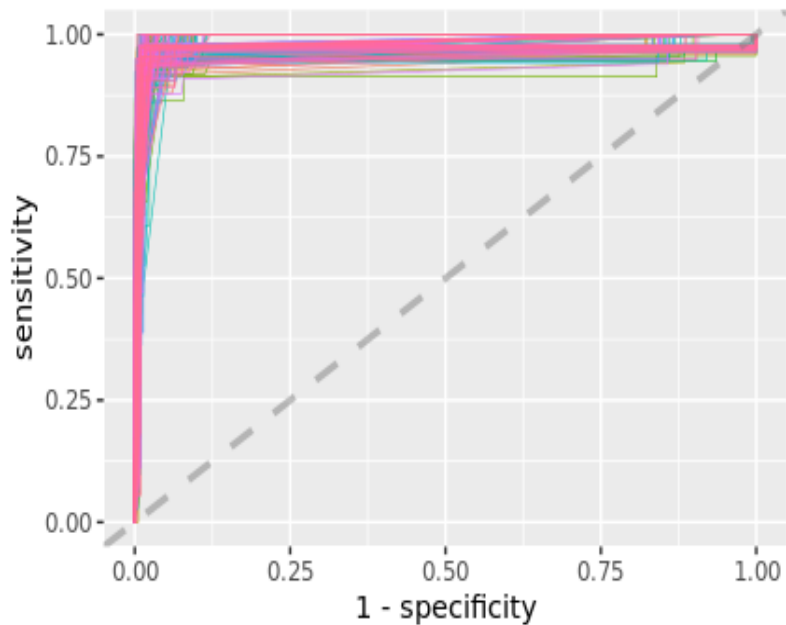


АВТОМАТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТЭЛА С ПОМОЩЬЮ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ (n = 621)

Согласие между 3 экспертами (каппа Лайта) = 0,568



ROC-кривые для классификации полных текстов (n = 402)



ROC-кривые для классификации предложений (n = 1565)

Полуавтоматическая детекция пареза по медицинским записям



2020

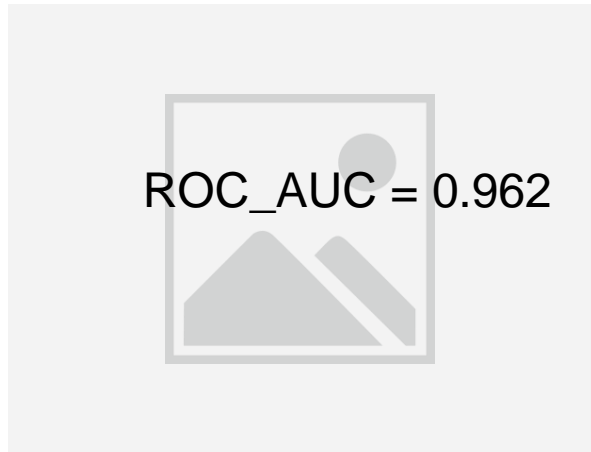
The Importance of Health Informatics in Public Health during a Pandemic
 J. Mantas et al. (Eds.)
 © 2020 The authors and IOS Press.
 This article is published online with Open Access by IOS Press and distributed under the terms
 of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License 4.0 (CC BY-NC 4.0).
 doi: 10.3233/SH1200492

Semiautomated Approach for Muscle Weakness Detection in Clinical Texts

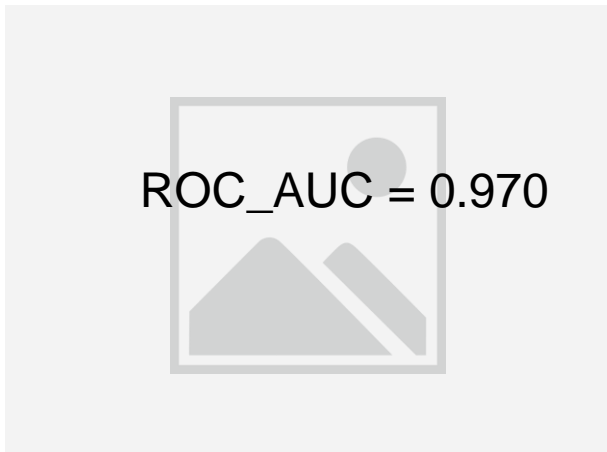
Gleb DANILOV ^{a,1}, Michael SHIFRIN ^a, Yuliya STRUNINA ^a,
 Konstantin KOTIK ^a, Tatyana TSUKANOVA ^a, Tatiana PRONKINA ^a,
 Timur ISHANKULOV ^a, Elizaveta MAKASHOVA ^a, Alexandra KOSYRKOVA ^a,
 Semen MELCHENKO ^a, Timur ZAGIDULLIN ^a and Alexander POTAPOV ^a
^aLaboratory of Biomedical Informatics and Artificial Intelligence,
 National Medical Research Center for Neurosurgery named after N.N. Burdenko,
 Moscow, Russian Federation

Abstract. The automated detection of adverse events in medical records might be a cost-effective solution for patient safety management or pharmacovigilance. Our group proposed an information extraction algorithm (IEA) for detecting adverse events in neurosurgery using documents written in a natural rich-in-morphology language. In this paper, we challenge to optimize and evaluate its performance for the detection of any extremity muscle weakness in clinical texts. Our algorithm shows the accuracy of 0.96 and ROC AUC = 0.96 and might be easily implemented in other medical domains.

Keywords. Natural Language Processing, Adverse Events, Neurosurgery, Annotation



Вариант 2



Вариант 2 (существительные)



Cut-off by word occurrence

Вариант 1

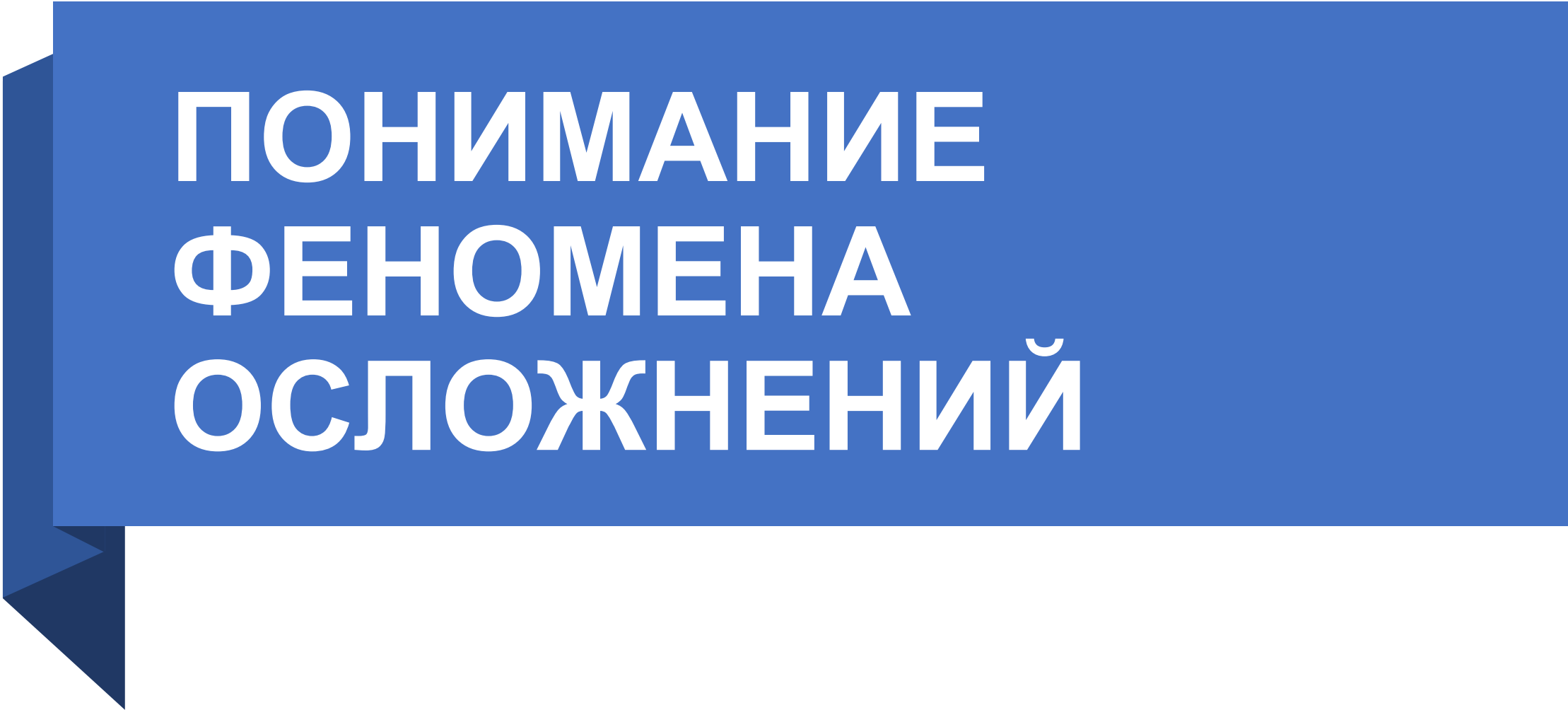


Cut-off by word occurrence

Вариант 1 (существительные)

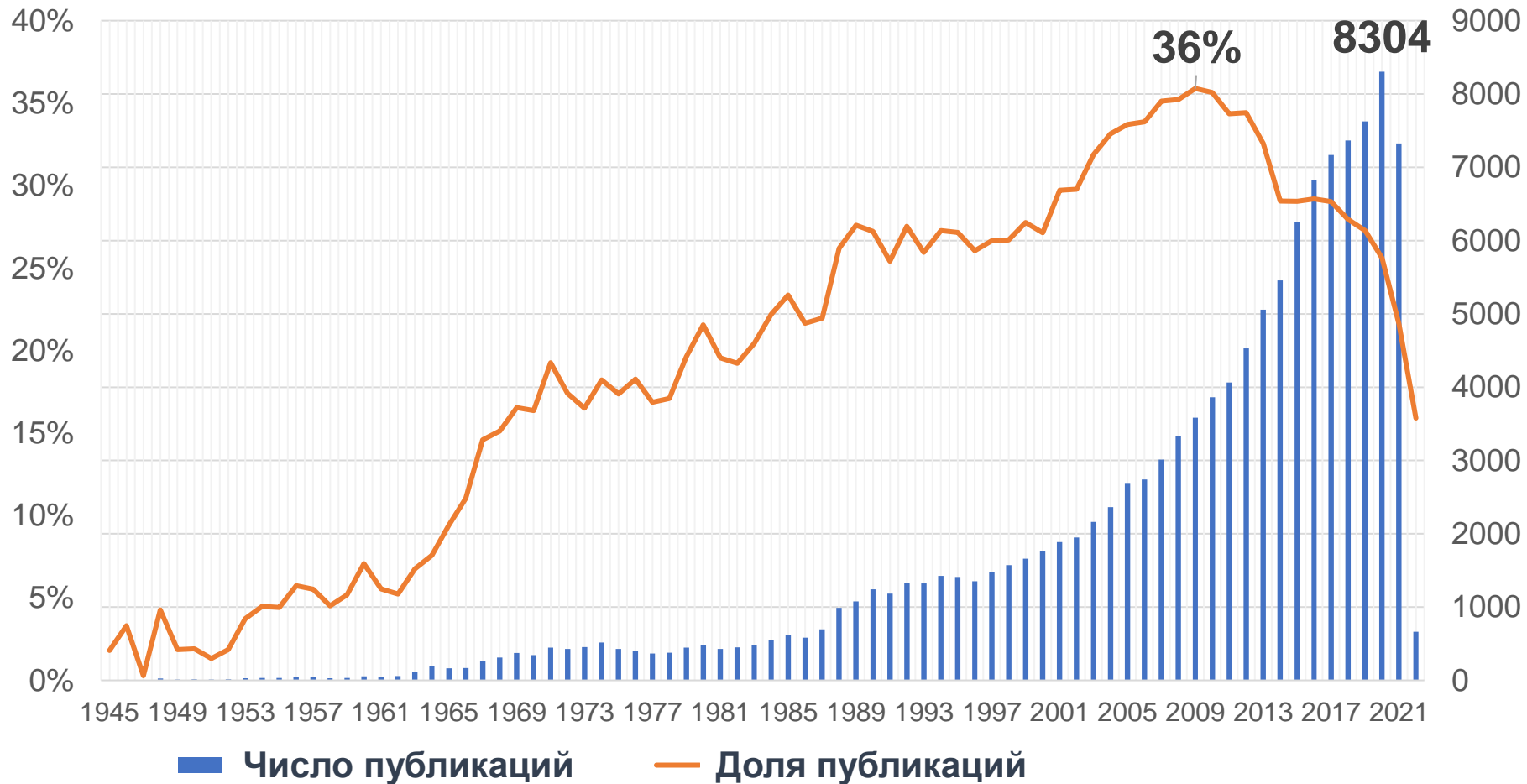
ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В НЕЙРОХИРУРГИИ:

1. Переход к менее инвазивным и более безопасным медицинским воздействиям
2. Автоматизация рутинных медицинских процессов
3. Научно обоснованная оценка рисков нежелательных явлений
4. Использование максимума доступной информации
5. Персонализация помощи
6. Уменьшение времени от клинических проявлений до назначения оптимального лечения
7. Экономия ресурсов

A blue ribbon graphic with a 3D effect, featuring a dark blue shadow on the left side. The ribbon is horizontal and contains white text.

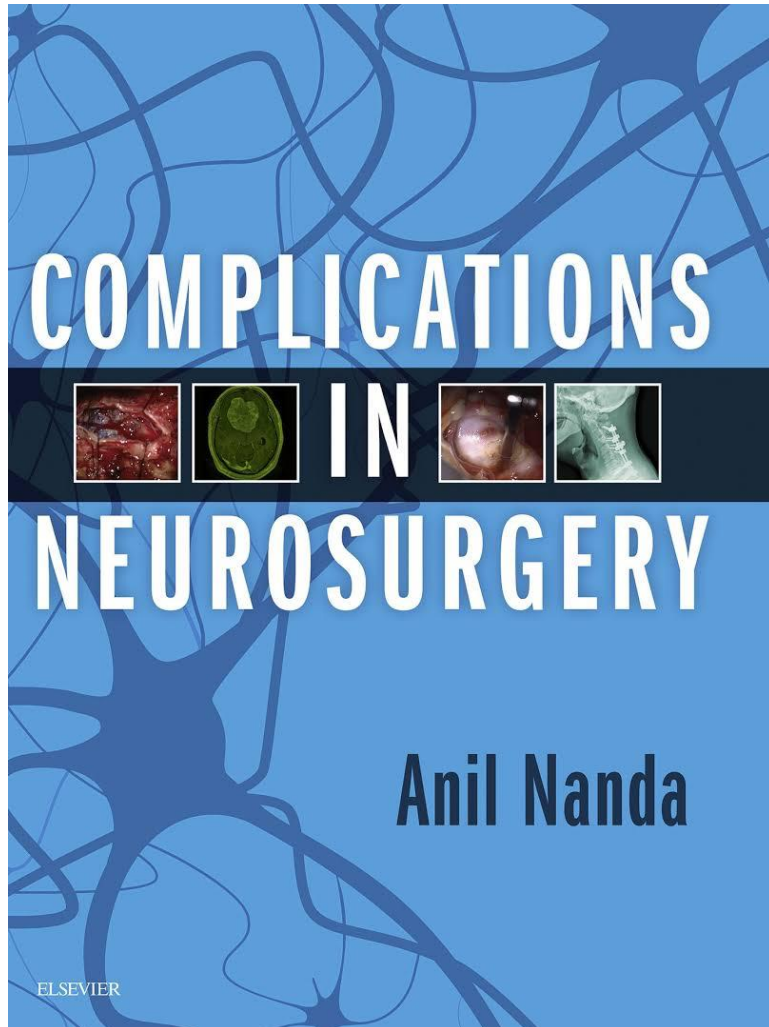
**ПОНИМАНИЕ
ФЕНОМЕНА
ОСЛОЖНЕНИЙ**

Ежегодные число и доля научных публикаций, посвященных осложнениям в нейрохирургии (PUBMED)

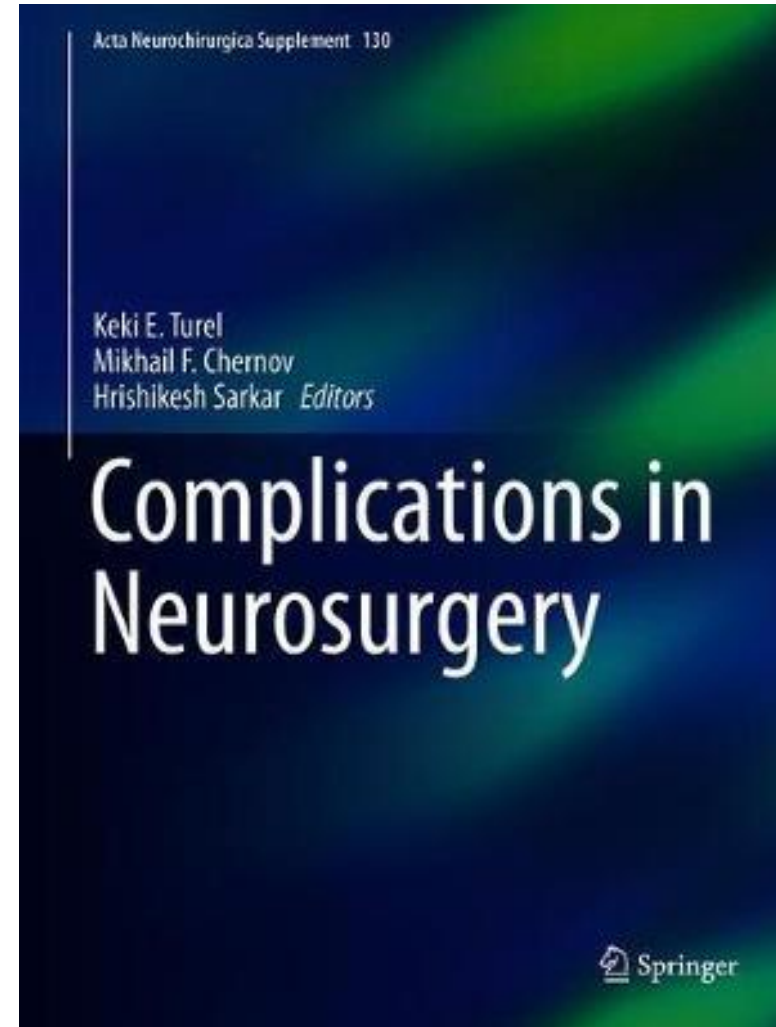


Запрос: "neurosurgery AND complications", последнее обращение 09.02.2022

МОНОГРАФИИ, ПОСВЯЩЕННЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯМ В НЕЙРОХИРУРГИИ



A.Nanda, 2019



K.Turel, 2020

Сложности изучения осложнений в нейрохирургии:

Отсутствие универсального, общепринятого определения «осложнения» в нейрохирургии



Отсутствие общепринятых систем классификации



Отсутствие единых подходов к учету и мониторингу

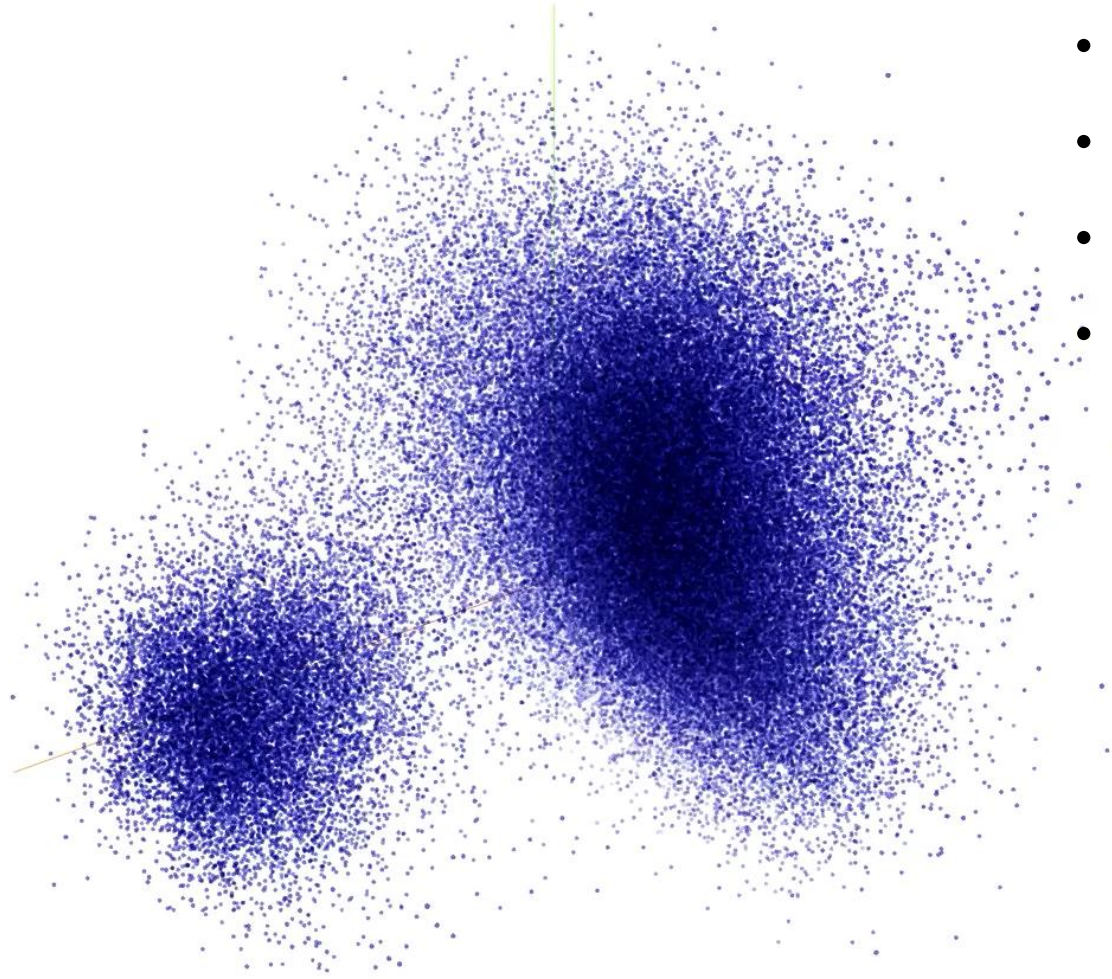


Несопоставимость отчетов по безопасности



Невозможность масштабного исследования осложнений

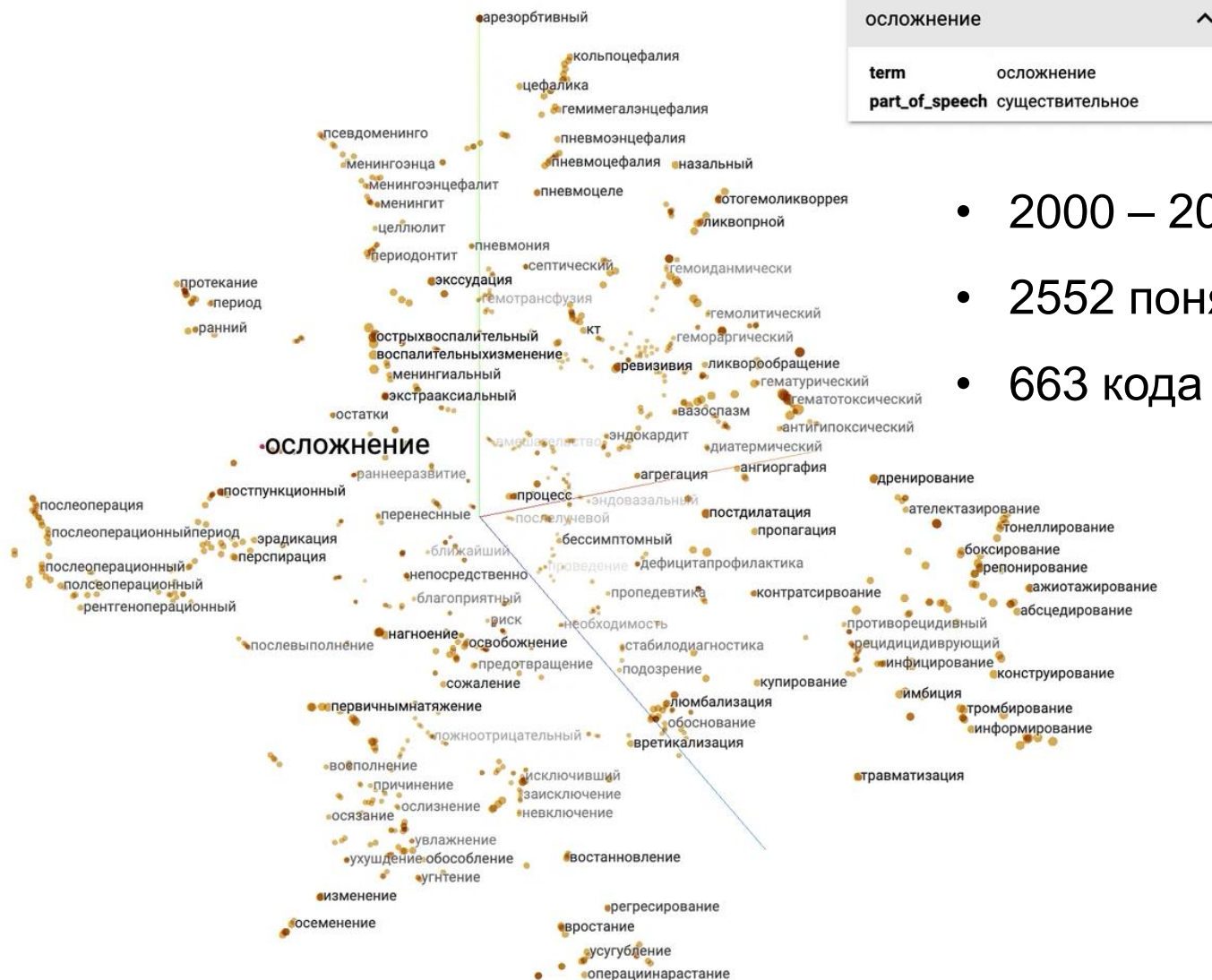
«ВСЕЛЕННАЯ» НЕЙРОХИРУРГИЧЕСКОЙ ЛЕКСИКИ



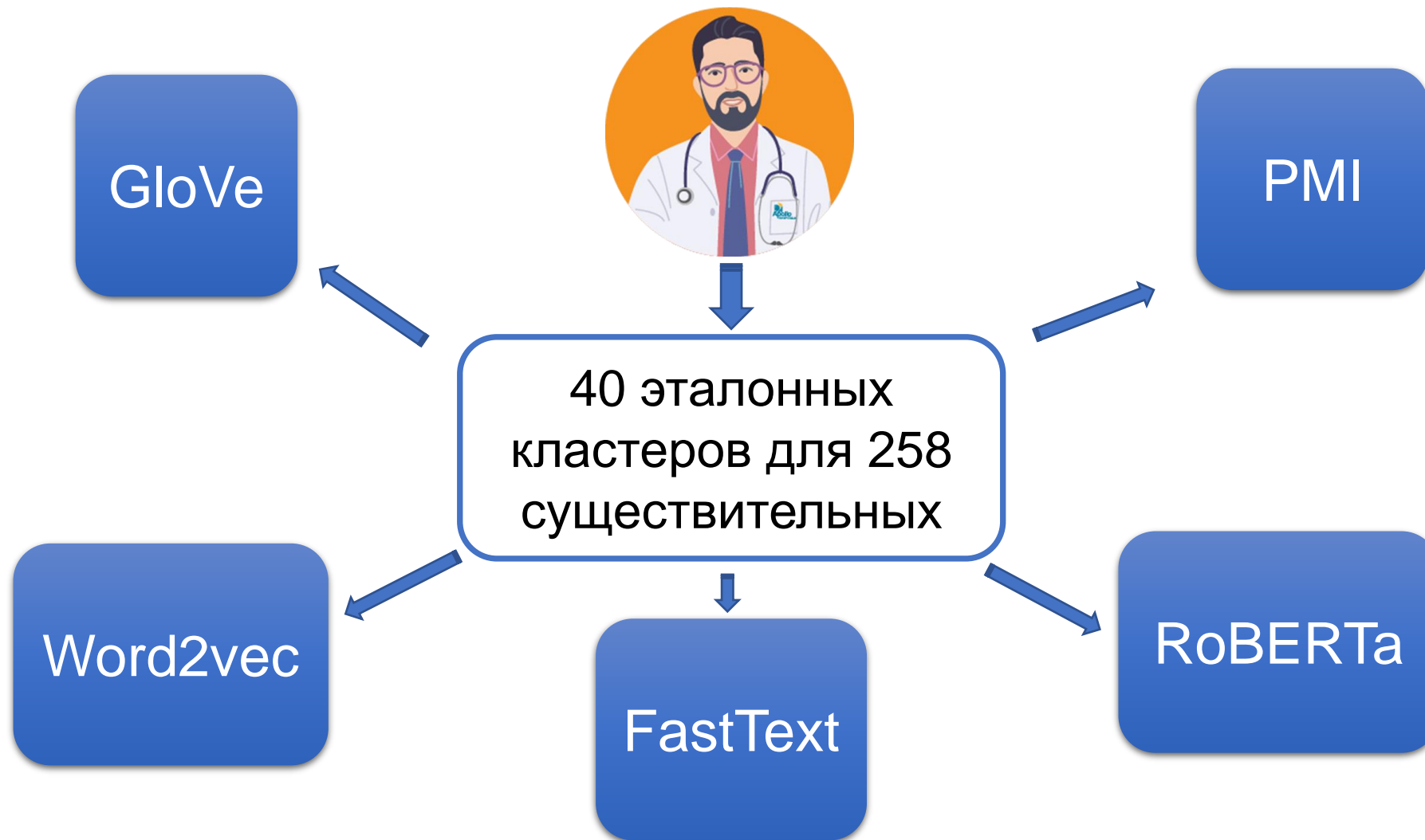
- 2000 – 2017 гг.
- 90 688 случаев
- ~13 млн. текстов
- 40 153 терминов

«ГАЛАКТИКА» ОСЛОЖНЕНИЙ В НЕЙРОХИРУРГИИ

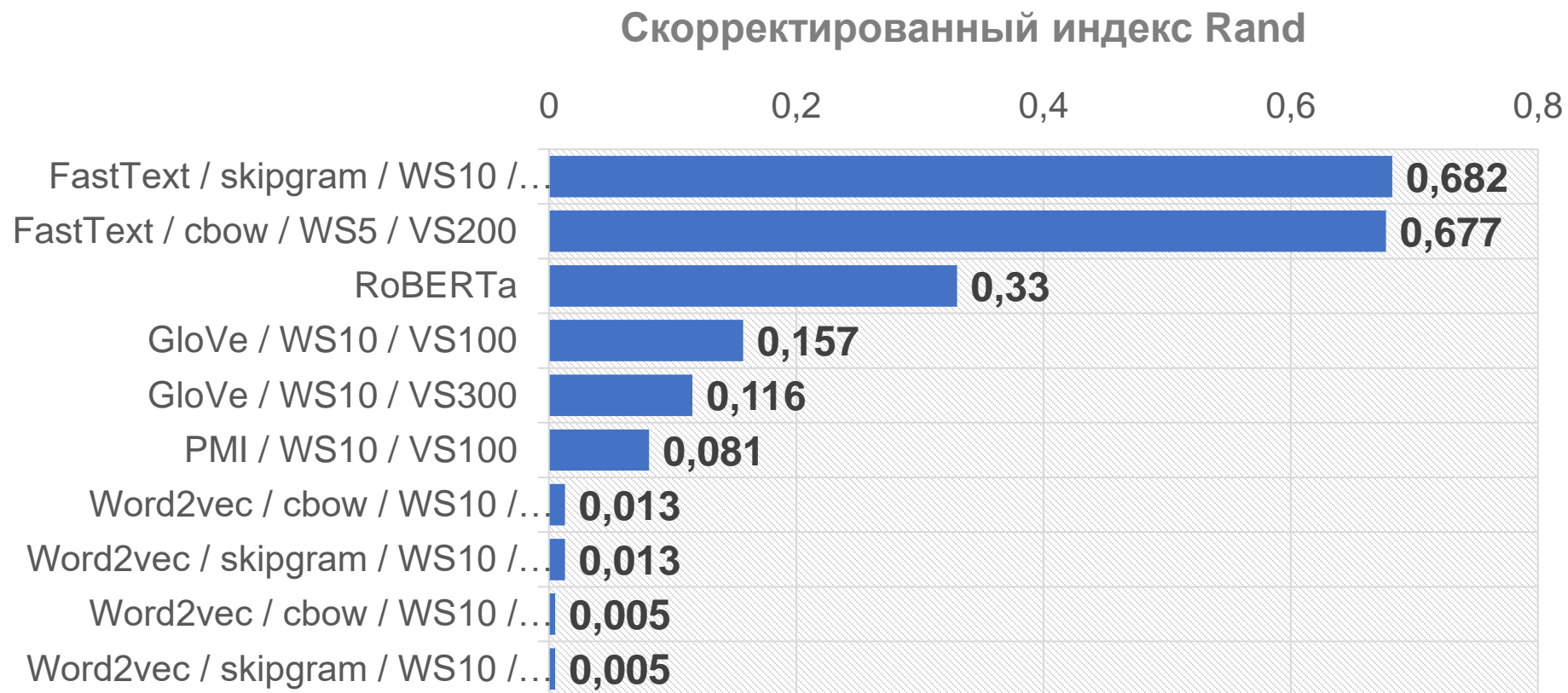
)



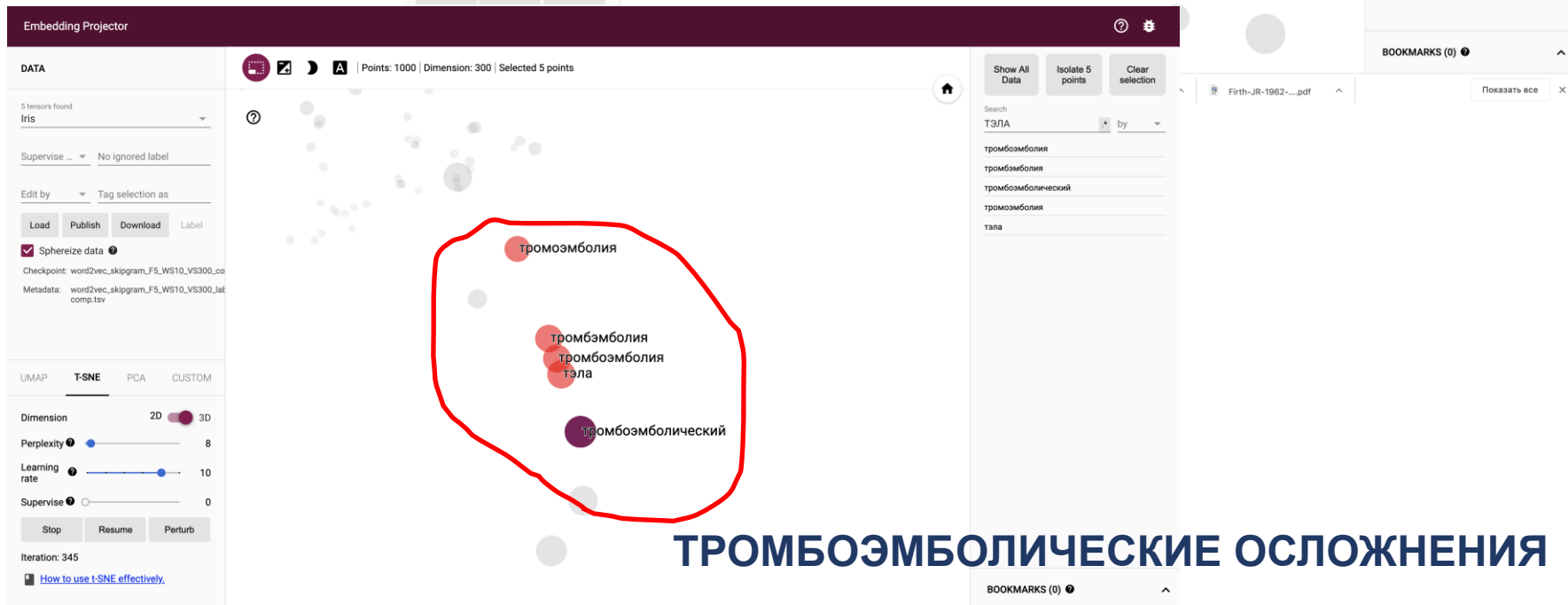
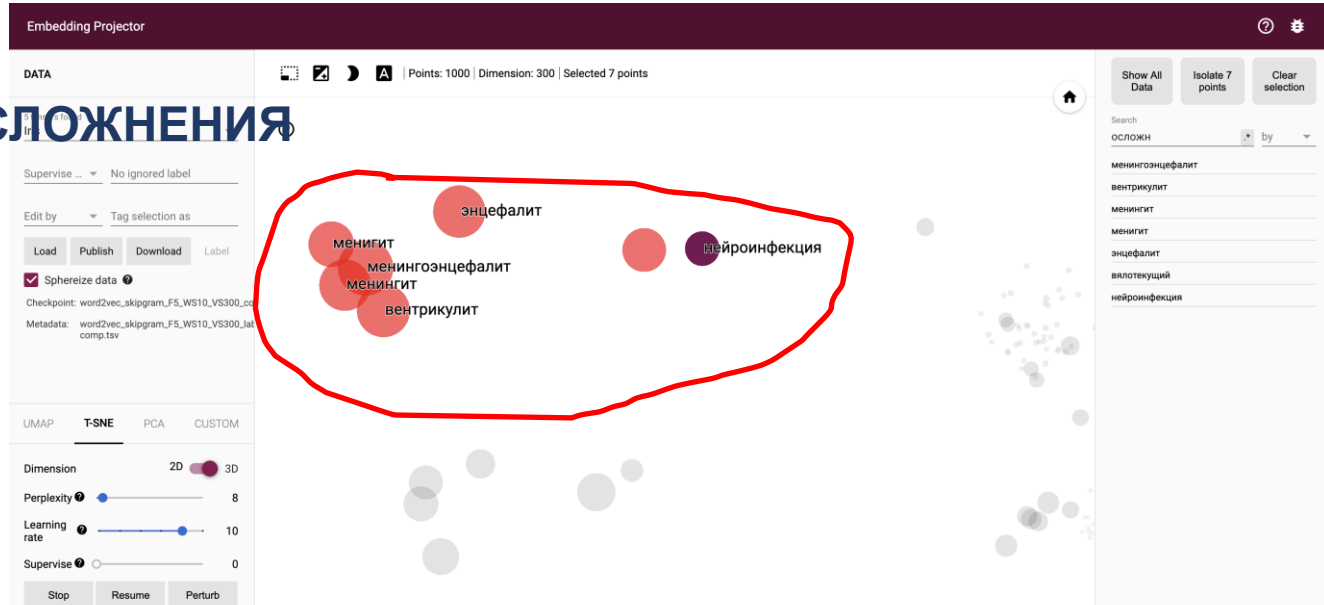
- 2000 – 2017 гг.
- 2552 понятия
- 663 кода МКБ 10



Сравнение векторных представлений в задаче кластеризации



ИНФЕКЦИОННЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ



ТРОМБОЭМБОЛИЧЕСКИЕ ОСЛОЖНЕНИЯ

Лаборатория биомедицинской информатики и искусственного интеллекта

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

E-mail: gdanilov@nsi.ru



М.А. Шифрин



Г.В. Данилов



Т.В. Цуканова



Т.Е. Пронкина



Ю.В. Струнина



Т.А. Ишанкулов



К.В. Котик

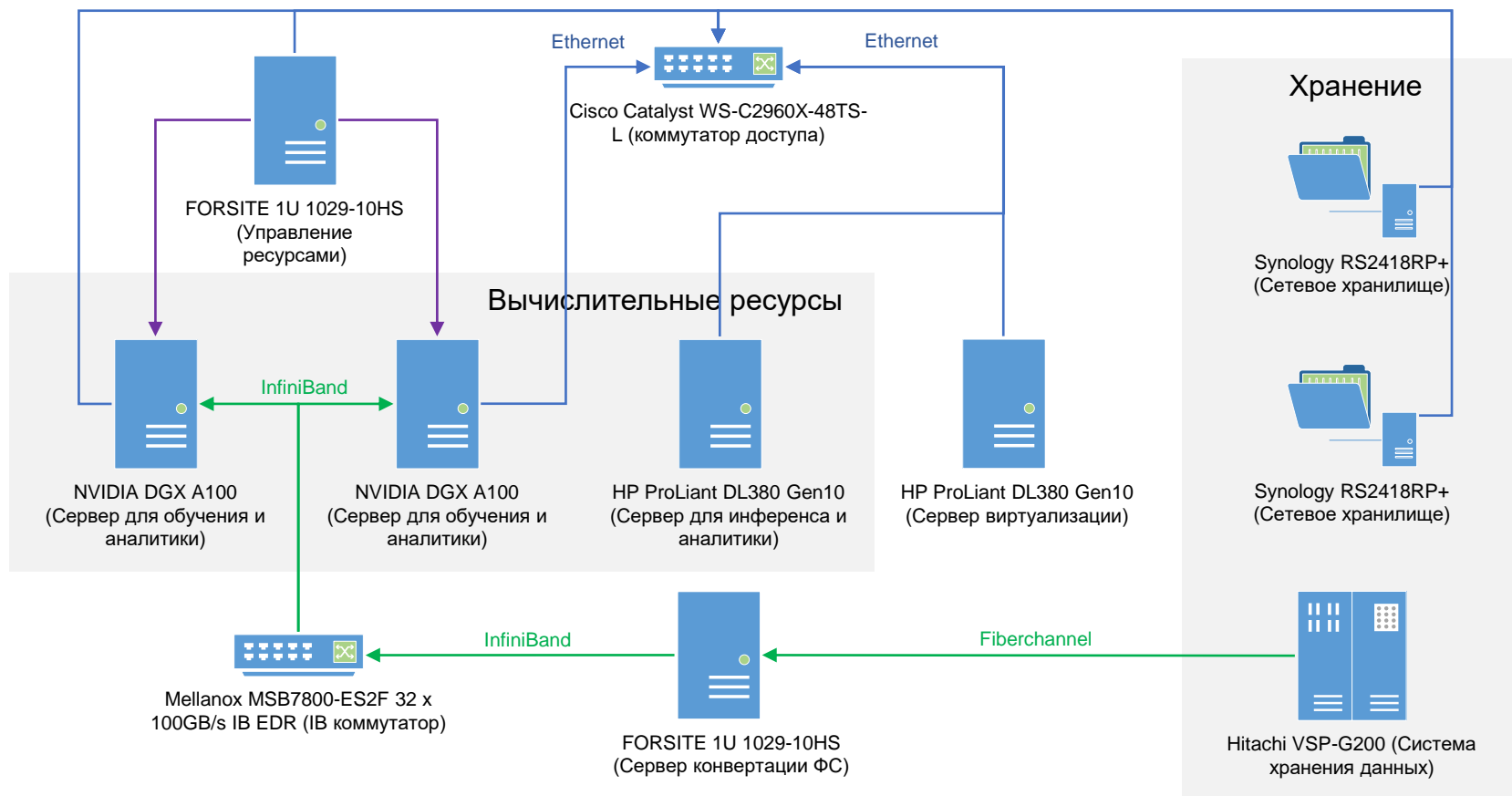


Т.Р. Загидуллин

Динамика числа операций и послеоперационной летальности в НМИЦ нейрохирургии с 2000 г. по 2021 г.

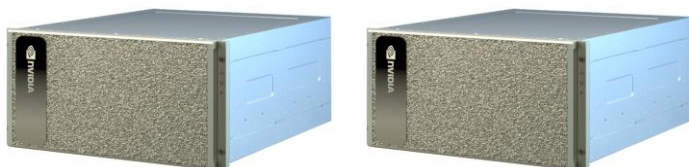


Инфраструктура лаборатории биомедицинской информатики и искусственного интеллекта



Вычислительное лаборатории биомедицинской информатики и искусственного интеллекта

Обучение и аналитика



2x NVIDIA DGX A100

CPU: Dual AMD Rome 7742
128 cores total
GPUs: 8x NVIDIA A100 Tensor
10 petaOPS INT8
GPUs Memory: 320 GB
System Memory: 1 TB
OS Storage: 2x 1.92TB NVME
Internal Storage: 4x 3.84TB
NVME

Инференс



HPE Proliant DL380 Gen10

CPU: 2x Intel Xeon Gold 6128
24 cores total
GPUs: 5x HPE NVIDIA Tesla T4
325 teraOPS INT8
GPUs Memory: 80 GB
System Memory: 512 GB
Storage: 4x 800GB SSD



ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И БОРЬБЫ С ОСЛОЖНЕНИЯМИ:

1. Понимание и формализация феномена «осложнений» в нейрохирургии
2. Переход к наименее инвазивным и более безопасным технологиям
3. Научно обоснованная оценка рисков осложнений
4. Анализ максимума доступной информации
5. Персонализация медицинской помощи
6. Сокращение времени на рутинную клиническую активность
7. Уменьшение времени на диагностику и назначение лечения
8. Экономия ресурсов здравоохранения
9. Любой положительный эффект, связанный с автоматизацией...

БЛАГОДАРНОСТЬ КОЛЛЕГАМ

А.А. Потапов

М.А. Шифрин

Т.В. Цуканова

Т.Е. Пронкина

Ю.В. Струнина

К.В. Котик

Т.А. Ишанкулов

Ю.Н. Орлов

Е.А. Ильюшин

О.Н. Ершова

А.Г. Назаренко

М.А. Шульц

О.И. Шарипов

Е.С. Макашова

М.А. Варюхина

А.В. Косырькова

Я.А. Латышев

Н.В. Ласунин

А.И. Буров

С.А. Мельченко

С.А. Горяйнов

Р.А. Суфианов

А.Е. Быканов

Е.В. Шевченко

[СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!]



НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР НЕЙРОХИРУРГИИ ИМ. Н.Н. БУРДЕНКО



ЛАБОРАТОРИЯ БИОМЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАТИКИ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА