

Сравнение речевых тестов для ранней диагностики деменции

Д.С. Слободин, О.В. Сенько

Московский государственный университет
Факультет ВМК

Клиническая проблема: необходимость ранней диагностики

Текущие ограничения

- ▶ Поздняя диагностика (стадия деменции)
- ▶ Субъективность клинических тестов
- ▶ Высокая стоимость обследования
- ▶ Недоступность в регионах

Наше решение

- ▶ Объективный цифровой биомаркер
- ▶ Быстрая запись (3-5 минут)
- ▶ Автоматизированный анализ
- ▶ Возможность удалённого скрининга

Исследовательский вопрос: Какой речевой тест эффективнее для скрининга?

Уникальный датасет: 95 участников с клиническим подтверждением

Сложности сбора медицинских речевых данных

- ▶ Клиническая верификация диагноза (неврологи + нейропсихологи)
- ▶ Согласие пациентов с когнитивными нарушениями
- ▶ Контроль условий записи
- ▶ Баланс по полу и возрасту

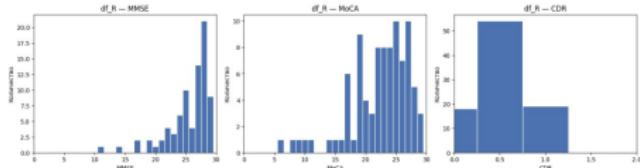
Группа	n	Мужчины/Женщины	Возраст (лет)
Здоровые	32	14/18	68.2 ± 5.1
MCI	35	15/20	71.4 ± 6.3
Деменция	28	12/16	74.8 ± 7.2

Ключевая особенность: каждый участник выполнил оба теста

Редкая возможность прямого сравнения на идентичной когорте

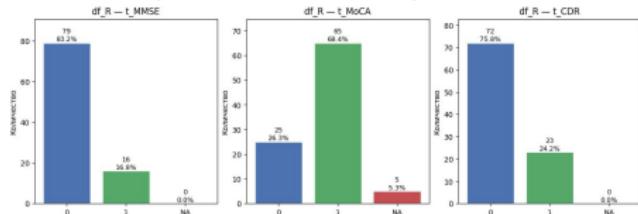
Распределение целевых переменных

Регрессия: клинические шкалы



- ▶ MMSE: 0-30
- ▶ MoCA: 0-30
- ▶ CDR: 0-3

Классификация: бинарные задачи



- ▶ $t_MMSE: <26 \text{ vs } 26$
- ▶ $t_MoCA: <26 \text{ vs } 26$
- ▶ $t_CDR: <0.5 \text{ vs } 0.5$

Две постановки задачи: регрессия и классификация

Экспериментальная установка

Компонент	Опция 1	Опция 2	Опция 3
Речевой тест	Чтение (R)	Описание (D)	-
Признаки (openSMILE)	eGeMAPS (88)	GeMAPS (62)	EMOBASE (988)
Модель (ML)	Random Forest	Gradient Boosting	Log. Regression
Валидация	Leave-One-Out (95 фолдов)		
Целевые шкалы	MMSE, MoCA, CDR		

Гипотеза и альтернатива

- ▶ **Гипотеза:** Меньше вариативность → лучше диагностика (чтение лучше)
- ▶ **Альтернатива:** Больше когнитивной нагрузки → больше сигнала (описание лучше)

Результаты регрессии: сравнение модальностей

Модальность	Шкала	RMSE	R ²	Лучшая модель
Чтение (R)	MMSE	3.36	0.15	CatBoost
	MoCA	4.93	-0.04	CatBoost
	CDR	0.42	0.04	CatBoost
Описание (D)	MMSE	3.50	0.07	CatBoost
	MoCA	4.50	mygray0.14	Random Forest
	CDR	0.40	mygray0.15	Random Forest

Ключевой вывод

- ▶ Спонтанное описание превосходит чтение для MoCA и CDR
- ▶ Чтение немного лучше для MMSE
- ▶ MoCA и CDR оценивают исполнительные функции — лучше выявляются в спонтанной речи

Результаты классификации: ROC-AUC

Модальность	Задача	ROC-AUC	F1-score	Precision	Лучшая модель
Чтение (R)	t_MMSE	0.79	0.46	0.42	Log. Regression
	t_MoCA	0.39	0.80	0.73	CatBoost
	t_CDR	0.77	0.49	0.46	Log. Regression
Описание (D)	t_MMSE	0.77	0.36	0.35	Log. Regression
	t_MoCA	mygray0.60	mygray0.84	0.74	Random Forest
	t_CDR	0.74	0.38	0.67	Random Forest

Основные наблюдения

- ▶ **t_MoCA:** Описание значительно лучше (0.60 vs 0.39)
- ▶ **t_MMSE:** Обе модальности показывают высокий AUC (>0.77)
- ▶ **Лучшая модель:** Random Forest для сложных задач
- ▶ **Практическая значимость:** Описание лучше для раннего выявления MCI

Оптимальная техническая конфигурация

Набор признаков	Лучшая модель	ROC-AUC	F1-score	Число признаков
EGEMAPS_D	Random Forest	0.7428	0.3429	88
EGEMAPS_R	Gradient Boosting	0.7421	0.4500	88
EMOBASE_R	Random Forest	mygray0.8062	0.3636	988
GEMAPS_D	Random Forest	0.7246	0.4211	62
GEMAPS_R	Log. Regression	0.7905	0.4103	62
COMPARE_R	Random Forest	0.7923	0.4000	6371

Технические выводы

- ▶ **Random Forest** побеждает в 4 из 6 конфигураций
- ▶ **eGeMAPS (88 признаков)** конкурирует с 6371 признаками
- ▶ **Лучший результат:** EMOBASE_R + Random Forest (AUC 0.8062)
- ▶ **Для клиники:** eGeMAPS достаточно, важна интерпретируемость

Клинические рекомендации и выводы

Рекомендации по выбору теста

- ▶ **MoCA/CDR оценка:** спонтанное описание
- ▶ **MMSE скрининг:** стандартизированное чтение
- ▶ **Полный скрининг:** двухуровневый протокол

Технические рекомендации

- ▶ **Признаки:** eGeMAPS (88 параметров)
- ▶ **Модель:** Random Forest
- ▶ **Валидация:** LOO + статистические тесты

Основные научные выводы

1. Доказана эффективность речевого анализа (AUC до 0.81)
2. Опровергнута гипотеза о преимуществе стандартизации
3. Установлена специфичность речевых задач
4. Предложен практический клинический протокол

Речь — перспективный цифровой биомаркер для массового скрининга

Вопросы?

Спасибо за внимание!

Уникальный датасет с клинической верификацией
Прямое сравнение речевых модальностей

Практические рекомендации для клиники

Код и данные: <https://github.com/MrGorolom/my-first-scientific-article>