



# Распознавание болезни Паркинсона на основе данных походки

Студенты: Ильенкова Дарья, Рыбников Демьян,  
Швецов Антон, Башкиров Иван, Гущенко  
Александра, Гущенко Антон, Наумов Михаил

Преподаватели: Колпаков Александр  
Владимирович, Мошкова Анастасия Алексеевна



## Команда



**Наумов Михаил**  
Алгоритмы ML



**Рыбников Демьян**  
Датчики



**Гущенко Антон**  
Датчики



**Гущенко Александра**  
Алгоритмы ML



**Швецов Антон**  
DL



**Ильенкова Дарья**  
EDA



**Башкиров Иван**  
Лит.обзор



# 01

## Биологические особенности болезни Паркинсона







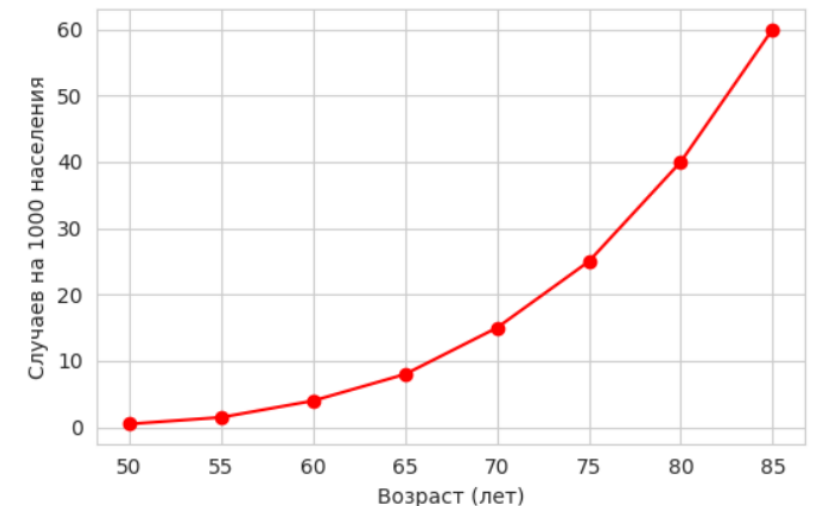
## Болезнь Паркинсона

Болезнь Паркинсона — дегенеративное заболевание головного мозга, сопровождающееся симптомами нарушения двигательной функции (замедленностью движений, тремором, ригидностью и потерей равновесия) и другими осложнениями, включая снижение когнитивных функций, психические расстройства, нарушения сна, боли и расстройства чувствительности

Число пациентов с БП (млн)



Зависимость распространенности от возраста





## Болезнь Паркинсона

Брадикинезия

Ригидность

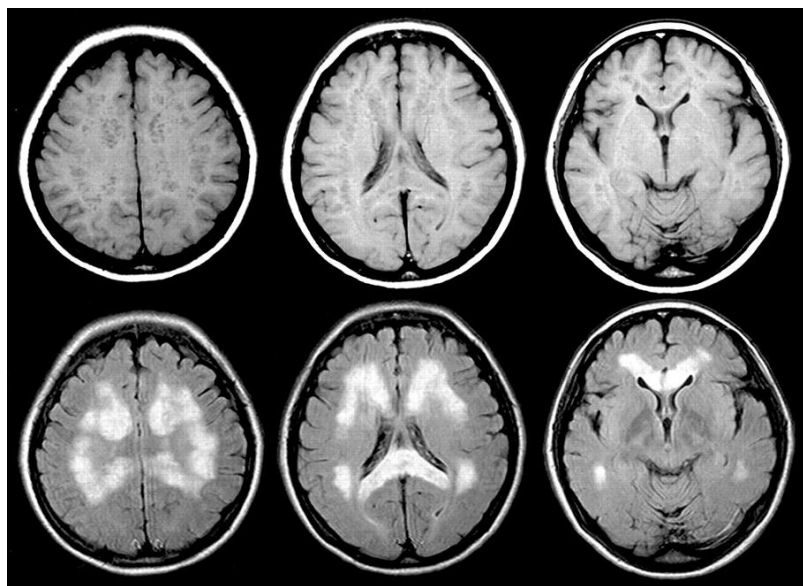
Тремор покоя

Постуральная  
неустойчивость





## Диагностика болезни Паркинсона



Золотым стандартом постановки диагноза болезни Паркинсона при жизни больного является клинический метод. В качестве примера можно привести МРТ головного мозга.



Другим примером диагностики болезни Паркинсона является ТСКГ (транскраниальная сонография)

# 02

## Биомедицинские датчики для диагностики болезни Паркинсона



## Виды датчиков для диагностики болезни Паркинсона

### Датчики движения



Акселерометр



Электромиограф



Гироскоп  
GyroGear

### Нейрофизиологические тесты и электроэнцефалография (ЭЭГ)

#### Электроэнцефалограф (ЭЭГ)



### Система отслеживания позы и осанки



MC10 BioStamp RC



Система Computer  
Dyno Graphy (CDG)

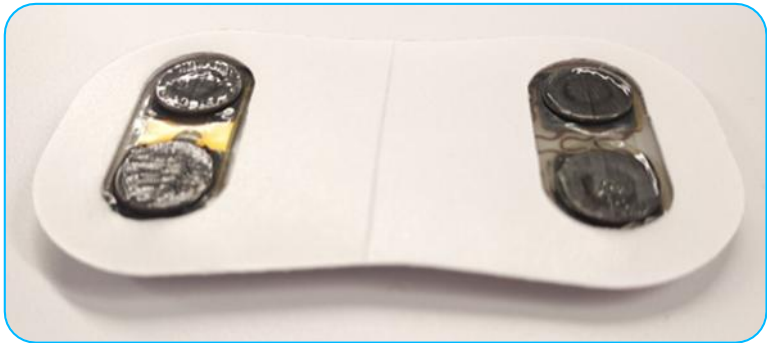
### Устройства биологической обратной связи (Biofeedback)

- Электромиограф (ЭМГ)
- Электроэнцефалограф (ЭЭГ)
- Электрокардиограф (ЭКГ)
- Плетизмограф
- Гальваническая кожная реакция (ГКР)
- Респираторные датчики
- Капнометр
- Реоэнцефалограф

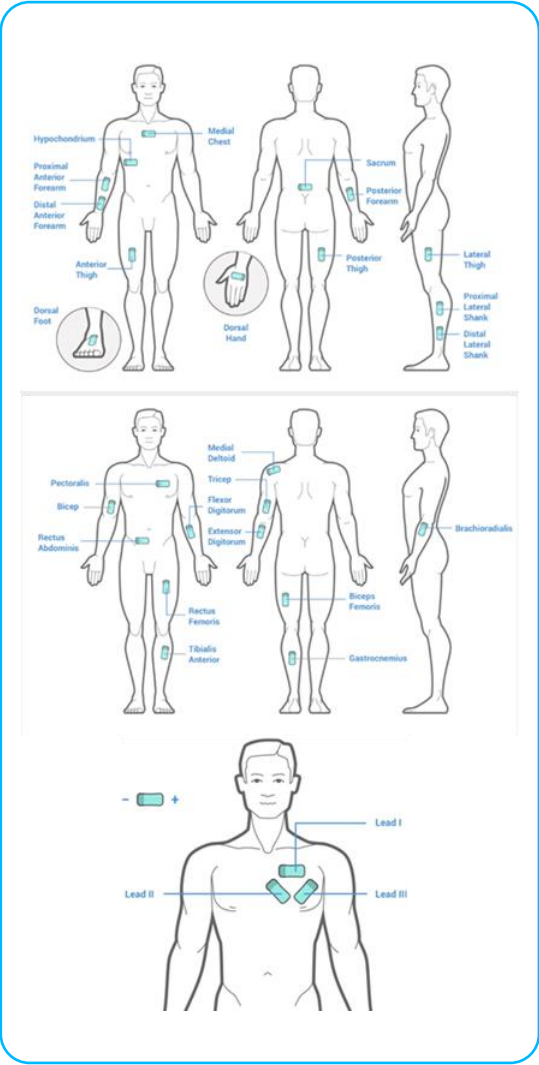




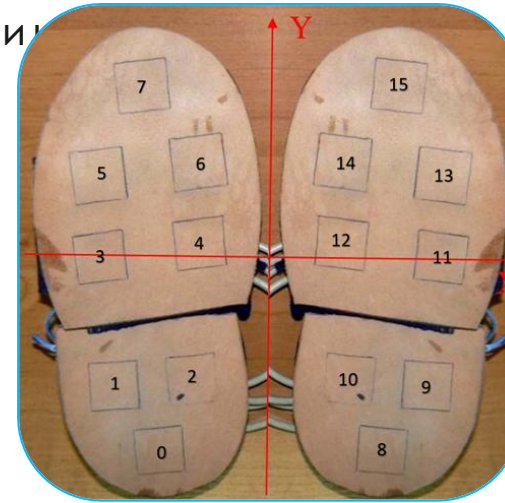
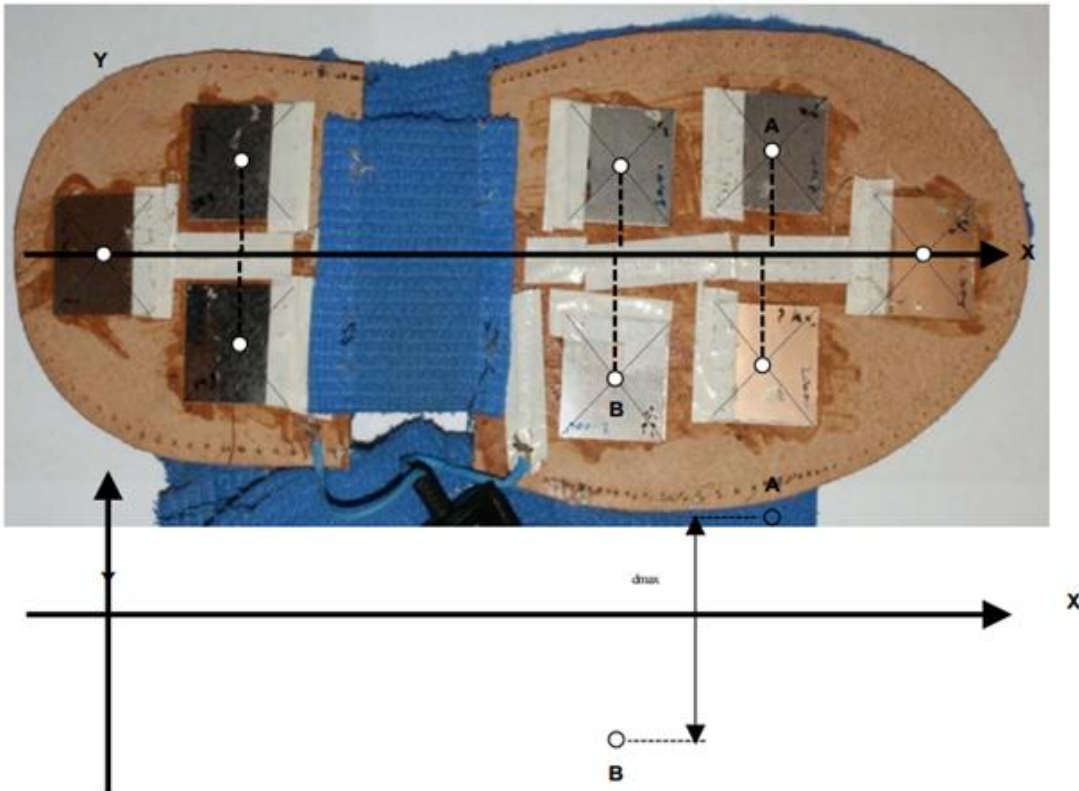
## Датчик MC10 BioStamp RC



Режим	Частота дискретизации (Гц)	Динамический диапазон	Максимальное время работы (в часах)
Акселерометр	50, 100, 200	$\pm 2, \pm 4, \pm 8, \pm 16$ G	8-35
ЭКГ	125, 250	$\pm 0.2$ V	17-35
ЭМГ	250	$\pm 0.2$ V	17
Гироскоп + Акселерометр	25, 50, 100, 250	$\pm 2, \pm 4, \pm 8, \pm 16$ G (ускорение); $\pm 250, \pm 500, \pm 1000, \pm 2000$ °/сек (гироскоп)	2-4



## Датчик Computer Dyno Graphy



# 03

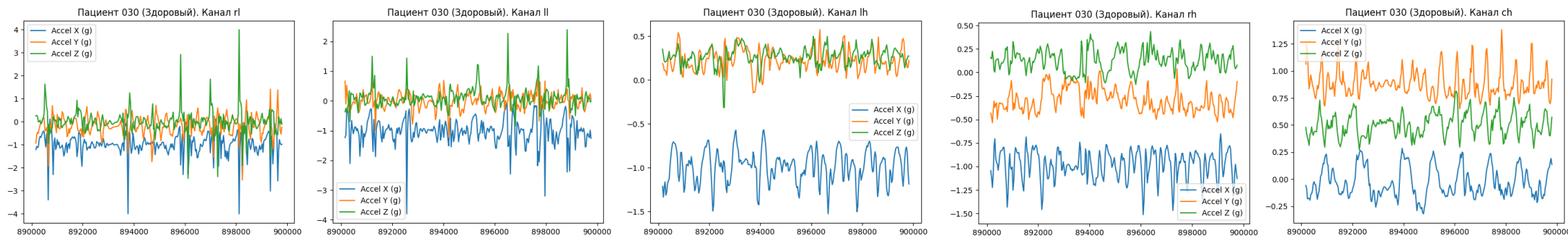
## Классическое машинное обучение



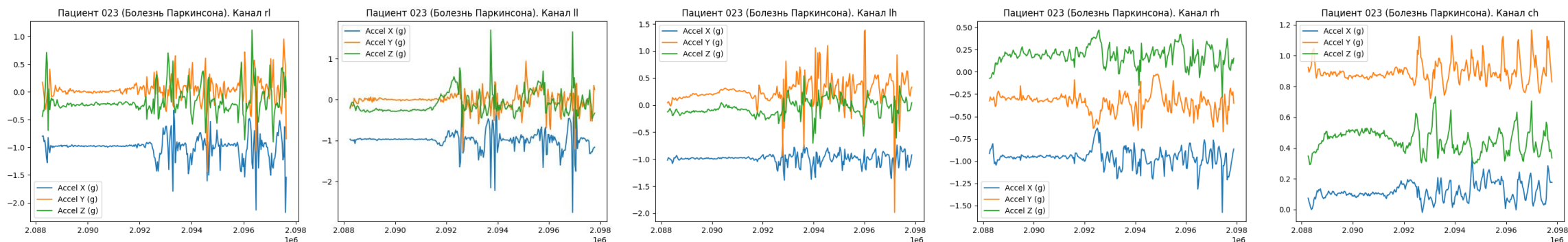


# Графики сигнала с акселерометров

## Здоровый



## Болезнь Паркинсона



В вектор признаков (ВП) можно включить СКО сигнала, средние интервалы между пиками, характеристики спектра  
Выборка – 29 пациентов.

# Методы формирования вектор признаков. Классификаторы

## Методы формирования ВП

1. ВП: [STD\_X, STD\_Y, STD\_Z]\*[ch, lh, ll, rh, rl]
2. ВП: [MEAN\_PEAKS\_INTERVALS\_X[:50],  
MEAN\_PEAKS\_INTERVALS\_Y[:50],  
MEAN\_PEAKS\_INTERVALS\_Z[:50]]\*[ch, lh, ll, rh, rl]
3. ВП: [MEAN\_PEAKS\_INTERVALS\_XYZ]\*[ch, lh, ll, rh, rl]
4. ВП: [STD\_XYZ, STD\_SPECTRUM]\*[ch, lh, ll, rh, rl]
5. ВП: [STD\_X, STD\_Y, STD\_Z, STD\_SPECTRUM,  
MEAN\_PEAKS\_INTERVALS\_XYZ]\*[ch, lh, ll, rh, rl]
6. ВП: [STD\_X, STD\_Y, STD\_Z, STD\_XYZ, STD\_SPECTRUM,  
MEAN\_PEAKS\_INTERVALS\_XYZ, MEAN\_PEAKS\_INTERVALS\_X,  
MEAN\_PEAKS\_INTERVALS\_Y, MEAN\_PEAKS\_INTERVALS\_Z]\*  
[ch, lh, ll, rh, rl]
7. ВП: [STD\_X, STD\_Y, STD\_Z, STD\_XYZ, STD\_SPECTRUM,  
MEAN\_PEAKS\_INTERVALS\_XYZ[:50],  
MEAN\_PEAKS\_INTERVALS\_X[:50], MEAN\_PEAKS\_INTERVALS\_Y[:50],  
MEAN\_PEAKS\_INTERVALS\_Z[:50]]\*[ch, lh, ll, rh, rl]

## Применяемые классификаторы

1. Random Forest
2. Linear Discriminant Analysis
3. Logistic Regression
4. XGBClassifier
5. Support Vector Machine

### Обозначения:

**STD\_X, STD\_Y, STD\_Z** – СКО сигнала по каждой из осей

**STD\_XYZ** – СКО сигнала, рассчитанного по среднему геометрическому сигналов по трём осям (далее XYZ)

**STD\_SPECTRUM** – СКО спектра сигнала XYZ

**MEAN\_PEAKS\_INTERVALS\_XYZ[:50]** – средний временной интервал между пиками выше среднего сигнала

**MEAN\_PEAKS\_INTERVALS\_X[:50], MEAN\_PEAKS\_INTERVALS\_Y[:50],**

**MEAN\_PEAKS\_INTERVALS\_Z[:50]]** – средний временной интервал между пиками выше среднего сигнала по каждой из осей



## Результаты применения алгоритмов на разных ВП. Лучшие результаты

Метод форм. ВП	Классификатор	Accuracy	Balanced accuracy	Precision	Recall	F1	ROC-AUC score
1	XGBClassifier	0.75	0.73	0.67	0.67	0.67	0.73
2	Random Forest	0.75	0.73	0.67	0.67	0.67	0.73
	LDA	0.88	0.90	0.75	1.00	0.86	0.90
4	Random Forest	0.62	0.70	0.50	1.00	0.67	0.70
5	Random Forest	0.75	0.73	0.67	0.67	0.67	0.73
	LDA	0.62	0.70	0.50	1.00	0.67	0.70
	Logistic Regression	0.62	0.70	0.50	1.00	0.67	0.70
	XGBClassifier	0.75	0.73	0.67	0.67	0.67	0.73
6	Logistic Regression	0.75	0.80	0.60	1.00	0.75	0.80
	XGBClassifier	0.75	0.73	0.67	0.67	0.67	0.73
7	Random Forest	0.88	0.90	0.75	1.00	0.86	0.90
	Logistic Regression	0.75	0.80	0.6	1.00	0.75	0.80
	XGBClassifier	0.75	0.73	0.67	0.67	0.67	0.73

## Результаты применения кросс-валидации на ВП №5

Классификатор	Кол-во фолдов	Accuracy	Balanced accuracy	Precision	Recall	F1	ROC-AUC score
RandomForestClassifier	3	0,69	0,69	0,71	0,74	0,73	0,69
LinearDiscriminantAnalysis		0,55	0,54	0,57	0,68	0,61	0,54
LogisticRegression		0,59	0,57	0,6	0,62	0,57	0,57
XGBClassifier		0,56	0,56	0,59	0,58	0,58	0,56
SVC		0,55	0,5	0,55	1	0,71	0,5
RandomForestClassifier	4	0,56	0,55	0,62	0,62	0,62	0,55
LinearDiscriminantAnalysis		0,49	0,5	0,46	0,5	0,46	0,5
LogisticRegression		0,42	0,41	0,38	0,5	0,43	0,41
XGBClassifier		0,59	0,59	0,67	0,62	0,6	0,59
SVC		0,48	0,45	0,49	0,81	0,6	0,45
RandomForestClassifier	5	0,56	0,57	0,62	0,57	0,57	0,57
LinearDiscriminantAnalysis		0,37	0,36	0,36	0,42	0,38	0,36
LogisticRegression		0,46	0,43	0,43	0,53	0,47	0,43
XGBClassifier		0,55	0,53	0,56	0,67	0,6	0,53
SVC		0,52	0,47	0,53	0,93	0,68	0,47
RandomForestClassifier	6	0,62	0,64	0,67	0,64	0,59	0,64
LinearDiscriminantAnalysis		0,43	0,46	0,48	0,42	0,4	0,46
LogisticRegression		0,39	0,4	0,36	0,47	0,4	0,4
XGBClassifier		0,47	0,49	0,4	0,5	0,43	0,49
SVC		0,45	0,42	0,49	0,83	0,61	0,42

## Результаты применения кросс-валидации на ВП №7

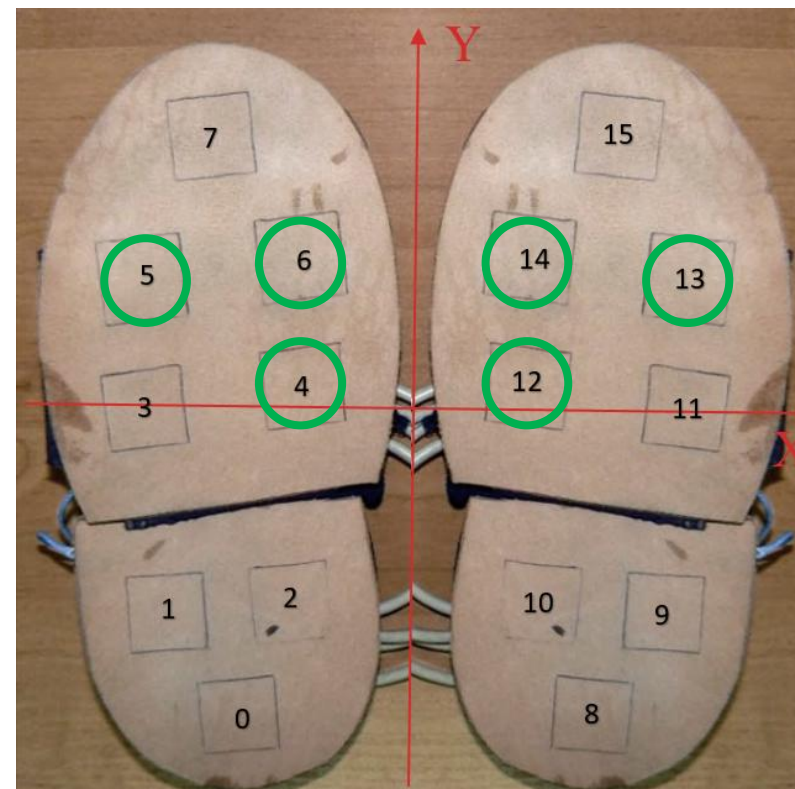
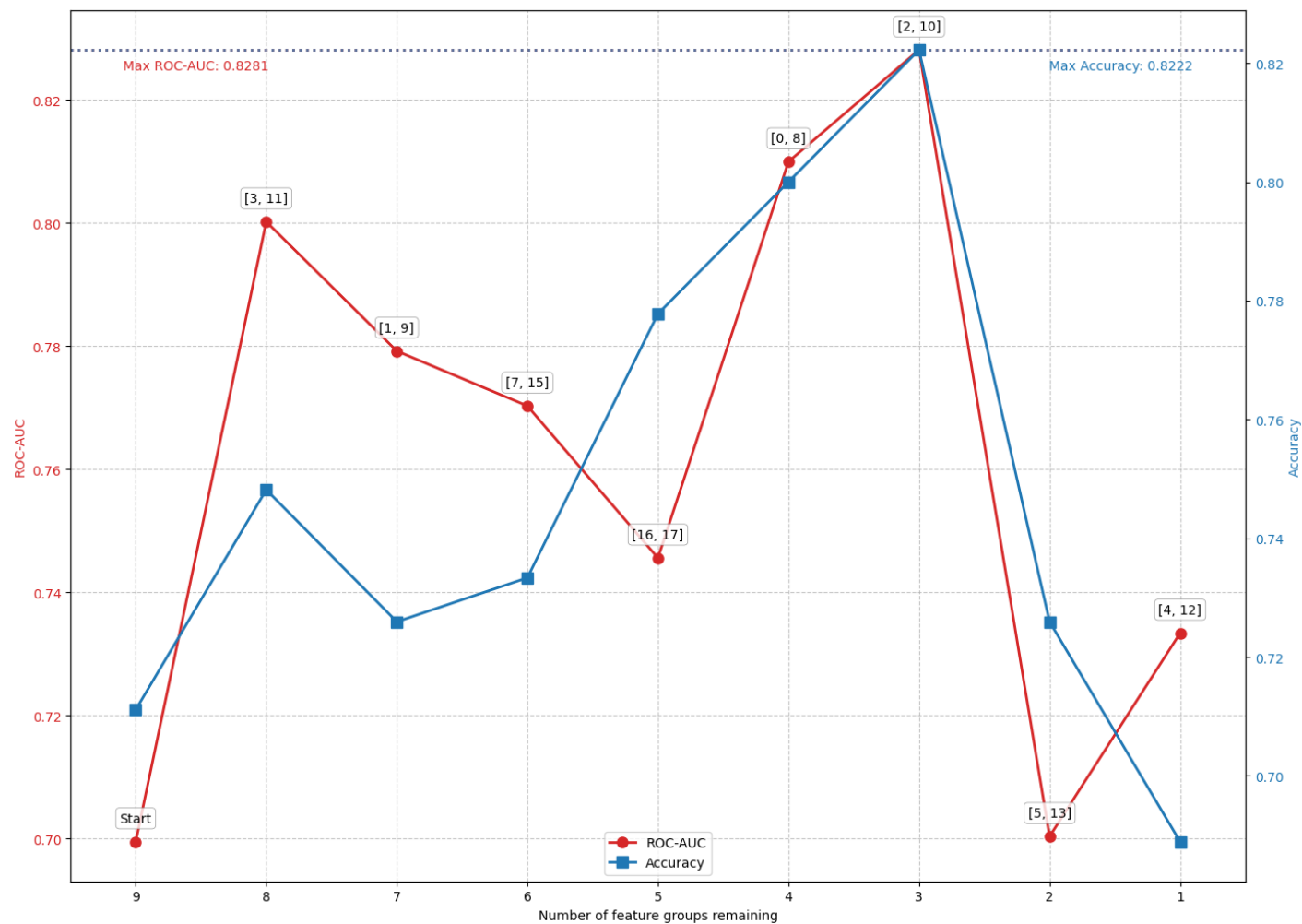
Классификатор	Кол-во фолдов	Accuracy	Balanced accuracy	Precision	Recall	F1	ROC-AUC score
RandomForestClassifier	3	0,73	0,73	0,74	0,76	0,75	0,73
LinearDiscriminantAnalysis		0,49	0,5	0,58	0,38	0,45	0,5
LogisticRegression		0,39	0,38	0,38	0,46	0,4	0,38
XGBClassifier		0,63	0,63	0,68	0,63	0,65	0,63
SVC		0,55	0,5	0,55	1	0,71	0,5
RandomForestClassifier	4	0,69	0,7	0,82	0,69	0,68	0,7
LinearDiscriminantAnalysis		0,49	0,5	0,46	0,38	0,41	0,5
LogisticRegression		0,48	0,47	0,45	0,62	0,52	0,47
XGBClassifier		0,62	0,64	0,79	0,62	0,62	0,64
SVC		0,48	0,45	0,49	0,81	0,6	0,45
RandomForestClassifier	5	0,73	0,72	0,76	0,73	0,74	0,72
LinearDiscriminantAnalysis		0,53	0,52	0,5	0,48	0,48	0,52
LogisticRegression		0,56	0,53	0,41	0,6	0,48	0,53
XGBClassifier		0,62	0,62	0,69	0,67	0,62	0,62
SVC		0,52	0,47	0,53	0,93	0,68	0,47
RandomForestClassifier	6	0,69	0,69	0,76	0,69	0,7	0,69
LinearDiscriminantAnalysis		0,52	0,53	0,61	0,53	0,54	0,53
LogisticRegression		0,46	0,5	0,3	0,5	0,37	0,5
XGBClassifier		0,52	0,54	0,47	0,5	0,43	0,54
SVC		0,45	0,42	0,49	0,83	0,61	0,42

# 04

## Глубокое обучение



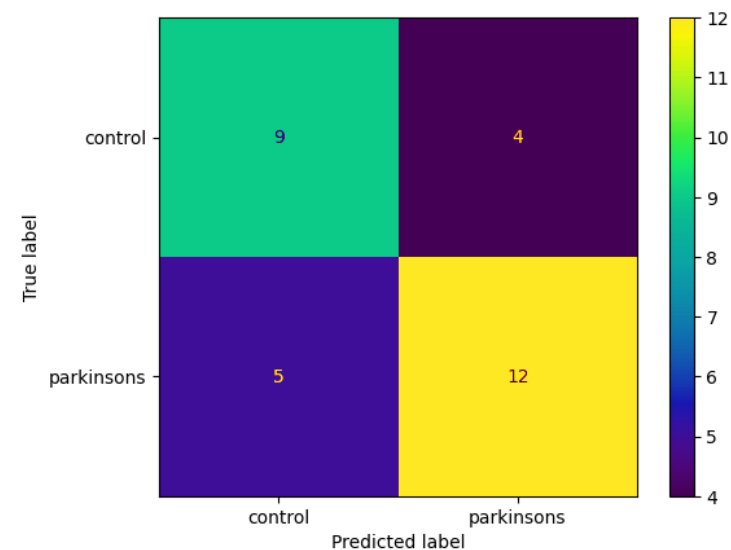
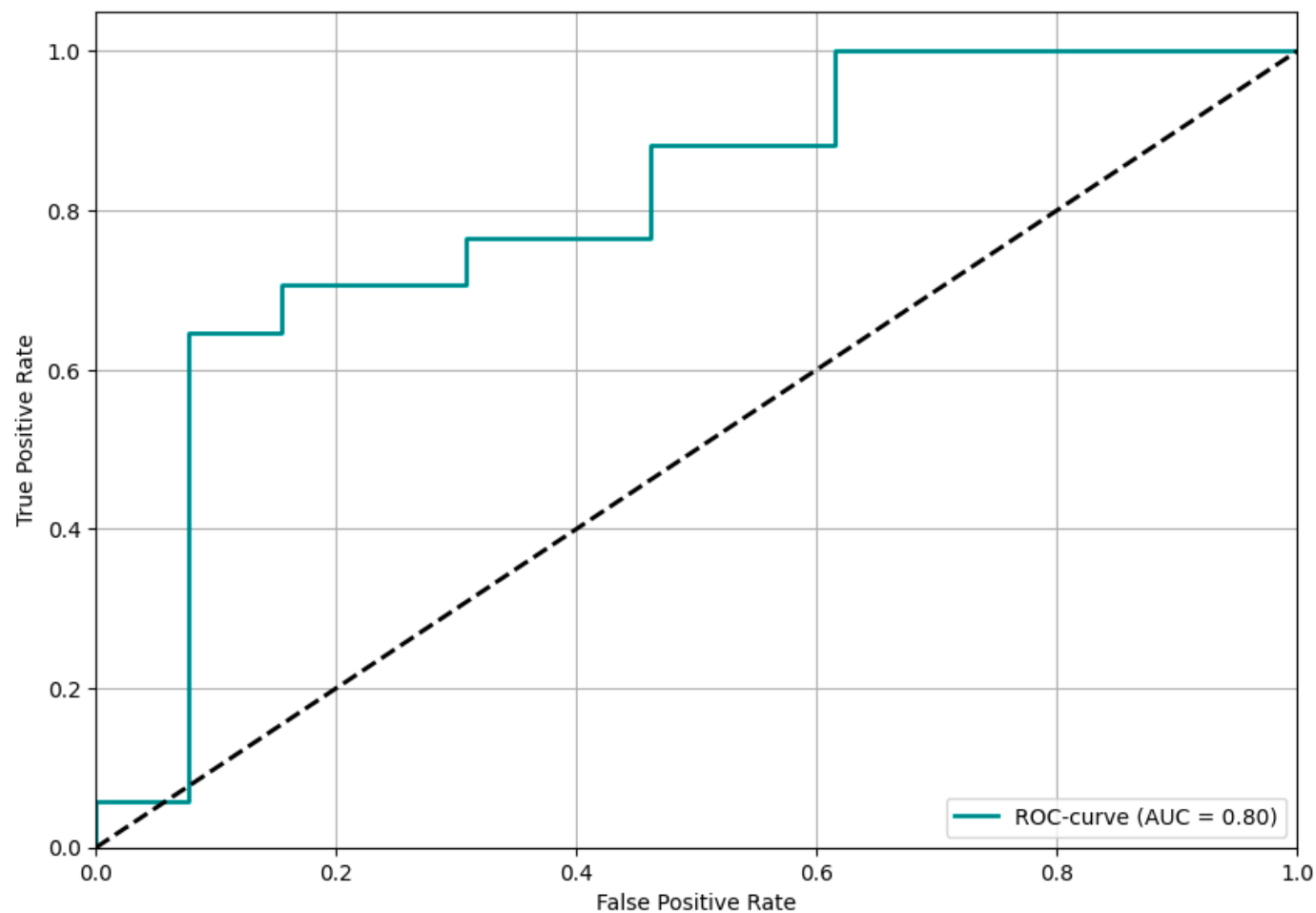
## Отбор признаков







## Оценка метрик качества



Metric	value
accuracy	0.7
precision	0.75
recall	0.71
specificity	0.69
O1	0.13
O2	0.29
ROC-AUC	0.8

## Выводы

1. Методы классического машинного обучения позволяют провести классификацию здоровый/больной. Наилучшая полученная точность – 0,88 (классификатор – LDA, ВП №2; классификатор – Random Forest, ВП №7).
2. Полученные векторы признаков не позволяют получать стабильные результаты обучения моделей при использовании кросс-валидации. В зависимости от выбора тестовой части выборки итоговый результат, метрики модели, сильно меняется, что демонстрируют заниженные результаты метрик при усреднении всех результатов при использовании кросс-валидации.
3. Использование метода главных компонент для уменьшения размерности ВП ухудшило итоговые метрики.

Возможные направления развития работы:

1. Применение предобработки данных, фильтрация. Оценка влияния предобработки на получаемые результаты.
2. Комбинация данных различных функциональных проб при проведении классификации (использование данных с акселерометра не только при совершении походки).



**Кластер  
«Инженерия в науках о жизни»**

**Вместе к улучшению качества жизни!**

---

**Факультет  
«Биомедицинская техника»**

Ильенкова Дарья, Рыбников Демьян, Швецов Антон,  
Башкиров Иван, Гущенко Александра, Гущенко Антон, Наумов Михаил