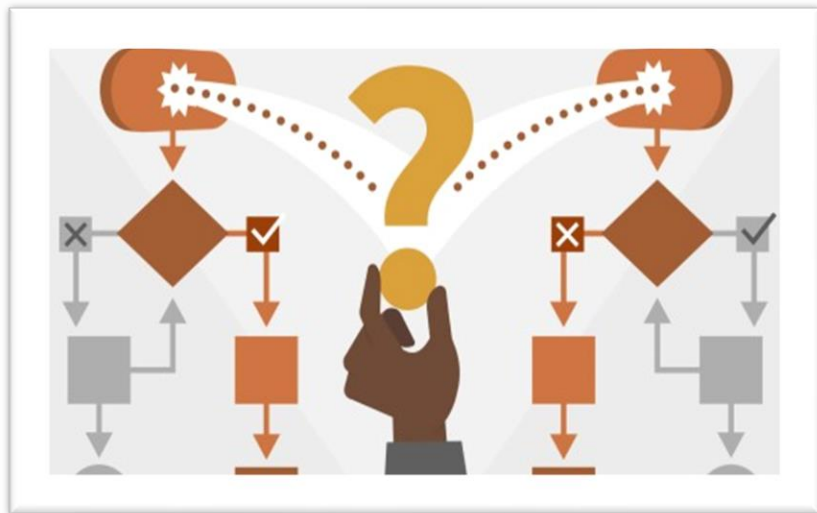




# ROC-анализ и его роль в интеллектуальных технологиях обработки информации в медицине

Короленок Е.М., врач-кибернетик,  
младший научный сотрудник лаборатории клинических  
исследований и интеллектуальных информационных технологий,  
ФНКЦ РР

# Применение ROC-анализа в медицине



- ROC-анализ (Receiver Operating Characteristic  $\Leftrightarrow$  кривая рабочей характеристики приемника) — это статистический метод, применяемый для оценки работы бинарного классификатора.
- Широко применяется в медицине для оценки точности **диагностических тестов** и **прогностических моделей**.

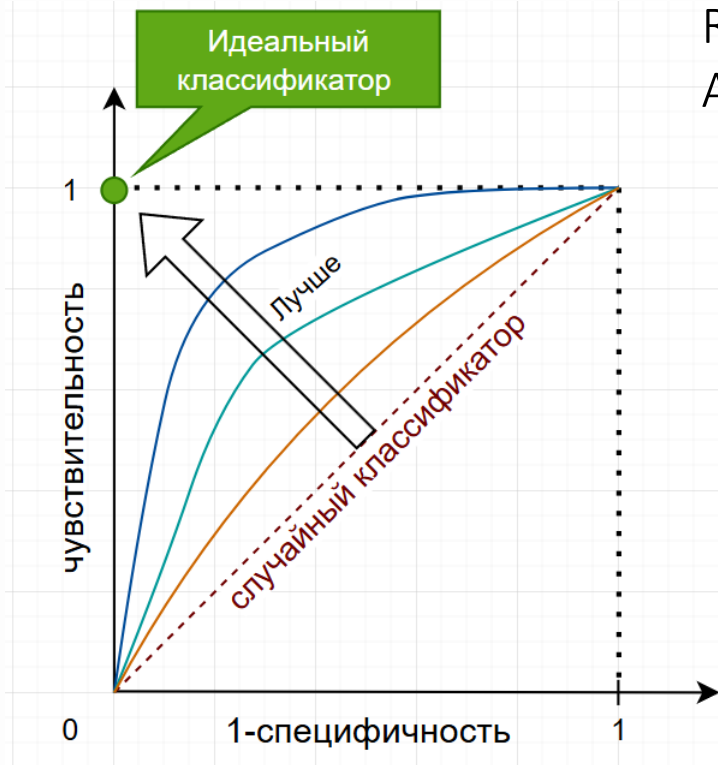
# Confusion matrix. Матрица ошибок

## Метрики модели.



- TP = истинно положительный
- FP = ложноположительный (ошибка I рода)
- FN = ложноотрицательный (ошибка II рода)
- TN = истинно отрицательный
- Чувствительность (sensitivity)
- Специфичность (specificity)
- ПЦПР, прогностическая  
ценность положительного результата  
(PPV, Positive Predictive Value)
- ПЦОР, прогностическая  
ценность отрицательного результата  
(NPV, Negative Predictive Value)
- Точность (accuracy)

		Истинный класс		Меры
		Положительный	Отрицательный	
Предсказанный класс	+	Истинно положительный <i>TP</i>	Ложно положительный <i>FP</i>	ПЦПР $\frac{TP}{TP+FP}$
	-	Ложно отрицательный <i>FN</i>	Истинно отрицательный <i>TN</i>	ПЦОР $\frac{TN}{FN+TN}$
Меры		Чувствительность $\frac{TP}{TP+FN}$	Специфичность $\frac{TN}{TN+FP}$	Точность $\frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN}$



ROC-кривая.

AUC (area under curve, площадь под кривой)

- Интегральный показатель, отражающий способность модели различать два класса (например, «болен» и «здоров»), независимо от порога классификации.
- $0,5 < \text{AUROC} < 1$ . Инверсия ROC-кривой.

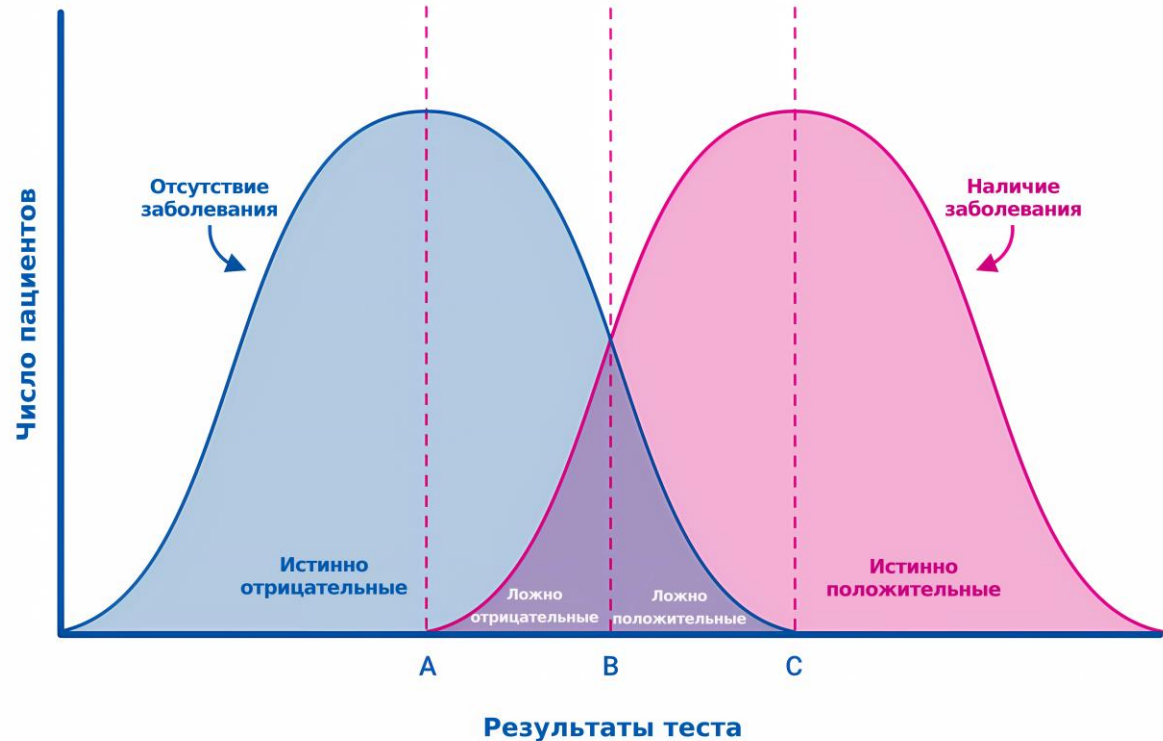
AUROC	Зарубежная интерпретация <sup>1</sup>	Отечественная интерпретация <sup>2</sup>
0.9-1.0	Отличное (Excellent)	Отличное
0.8-0.9	Хорошее (Good)	Очень хорошее
0.7-0.8	Удовлетворительное (Fair)	Хорошее
0.6-0.7	Неудовлетворительное (Poor)	Слабое
0.5-0.6	Плохое (Fail)	Неудовлетворительное

1. Nahm FS. Receiver operating characteristic curve: overview and practical use for clinicians. Korean J Anesthesiol. 2022 Feb;75(1):25-36. doi: 10.4097/kja.21209. Epub 2022 Jan 18. PMID: 35124947; PMCID: PMC8831439.
2. Ковалев А. А., Кузнецов Б. К., Ядченко А. А., Игнатенко В. А. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА БИНАРНОГО КЛАССИФИКАТОРА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ // Проблемы здоровья и экологии. 2020. №4 (66). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-binarnogo-klassifikatora-v-nauchnyh-issledovaniyah> (дата обращения: 29.04.2025).

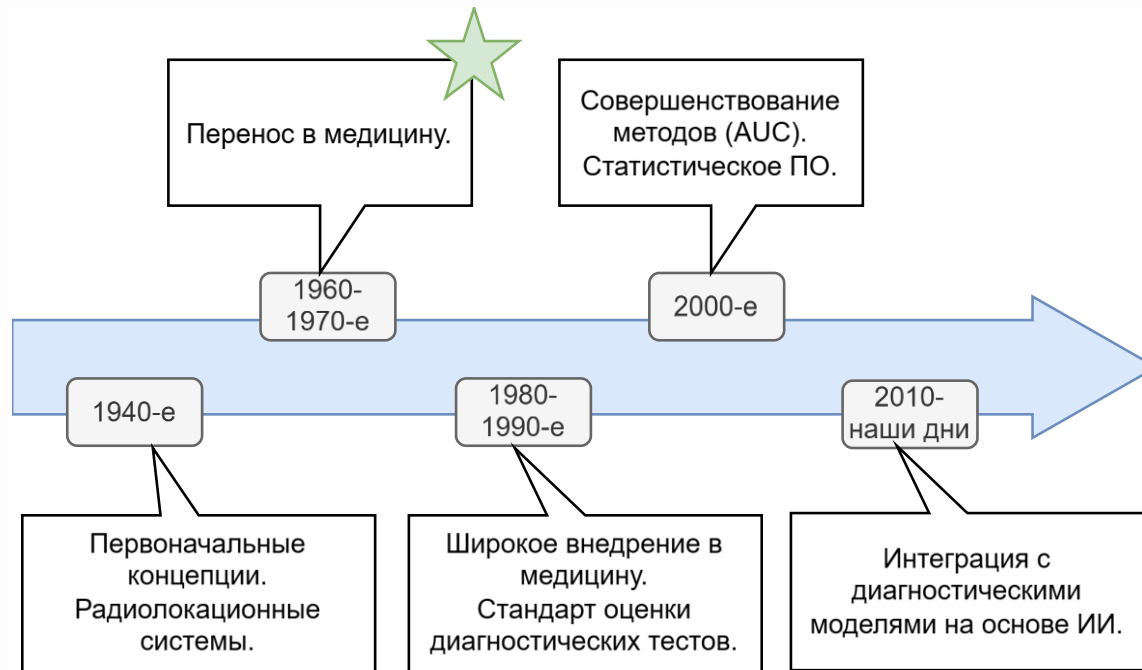
# Выбор оптимальной точки отсечения

Индекс Юдена (Youden's Index, J) (максимизировать):

$$J = Se + Sp - 1$$

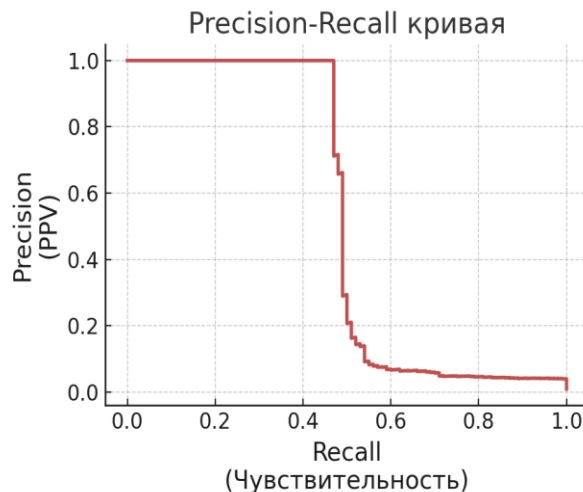
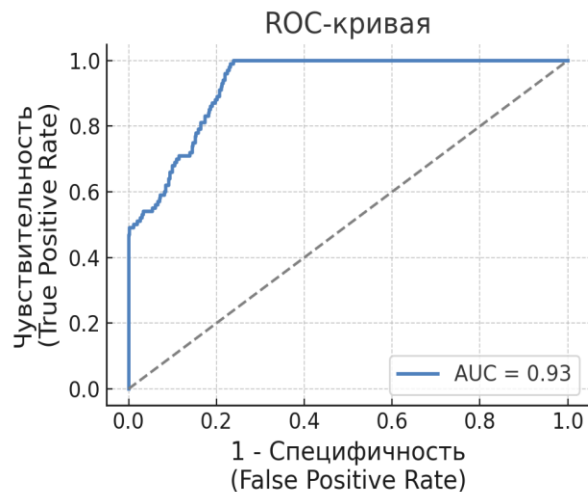


# Основные вехи ROC анализа в медицине



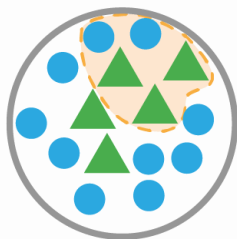
Anderson TM Jr, Mintzer RA, Hoffer PB, Lusted LB, Smith VC, Pokorny J. Nuclear image transmission by picturephone. Evaluation by ROC curve method. Invest Radiol. 1973 Jul-Aug;8(4):244-50. doi: 10.1097/00004424-197307000-00009. PMID: 4724808.

# ROC vs Precision-Recall-кривая в медицине

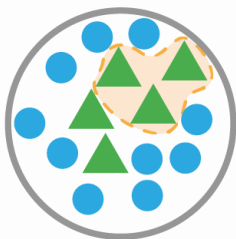


Преимущества ROC-кривой:

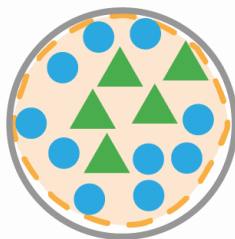
- 1) Независимость от распространенности (prevalence)
- 2) Универсальность для разных выборок
- 3) Стандарты публикации (TRIPOD)



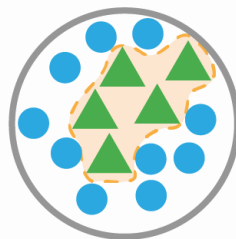
Low Precision  
Low Recall



High Precision  
Low Recall



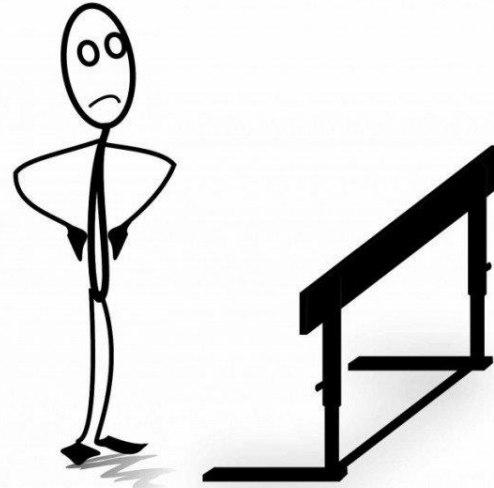
Low Precision  
High Recall



High Precision  
High Recall

# Ограничения ROC-анализа

- Не учитывает распространенность заболевания в популяции (компенсируется расчетом прогностических ценностей)
- Только бинарный классификатор.
- Не делает различий между ложно-положительными и ложно-отрицательными случаями.





Спасибо за внимание!

