



---

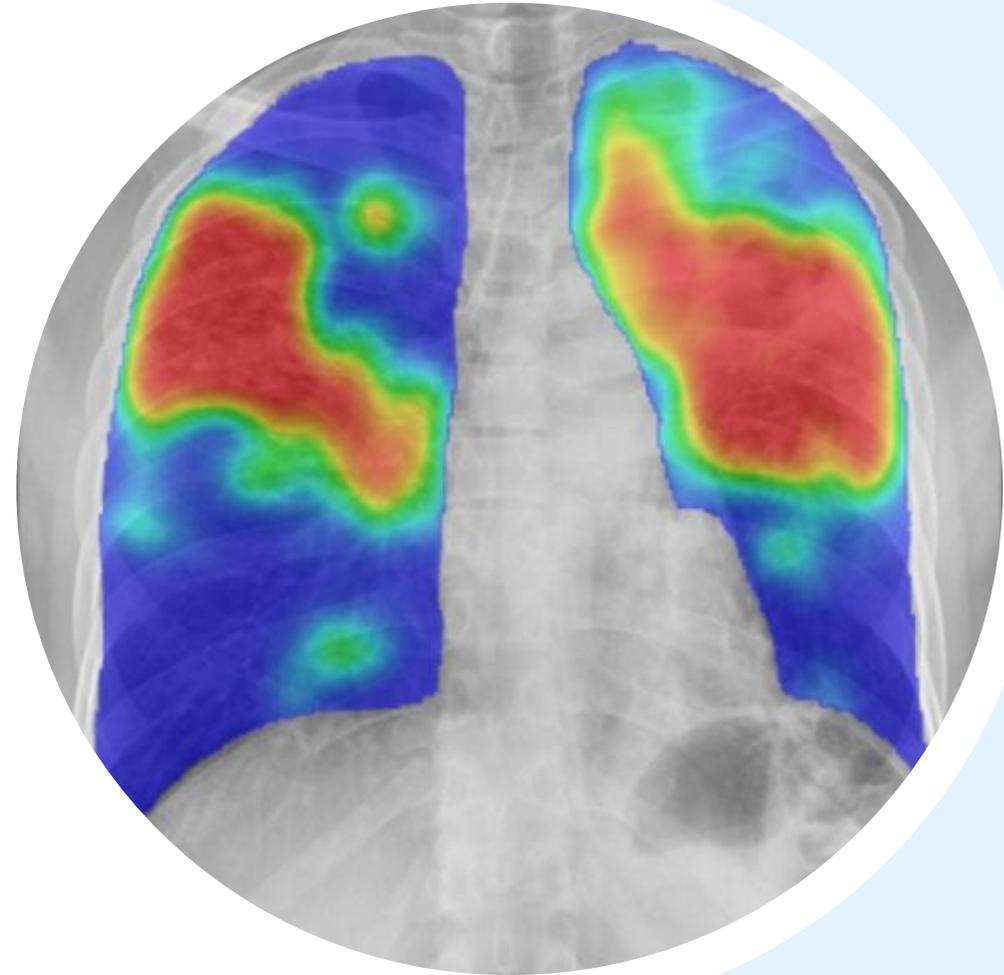
РЕГИОНАЛЬНЫЙ СЕМИНАР ПО ВОПРОСУ УСКОРЕННОГО ВНЕДРЕНИЯ  
РУКОВОДСТВА ВОЗ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ И ДИАГНОСТИКЕ ТУБЕРКУЛЕЗА  
И ЛЕЧЕНИЮ ТУБЕРКУЛЕЗА С ЛЕКАРСТВЕННОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ (ЛУ-ТБ)

# ОПЫТ СТРАН В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ДИАГНОСТИКИ (КД) ДЛЯ СКРИНИНГА ТБ

Д-р Juno Min  
Консультант по диагностической  
визуализации – рентгенолог

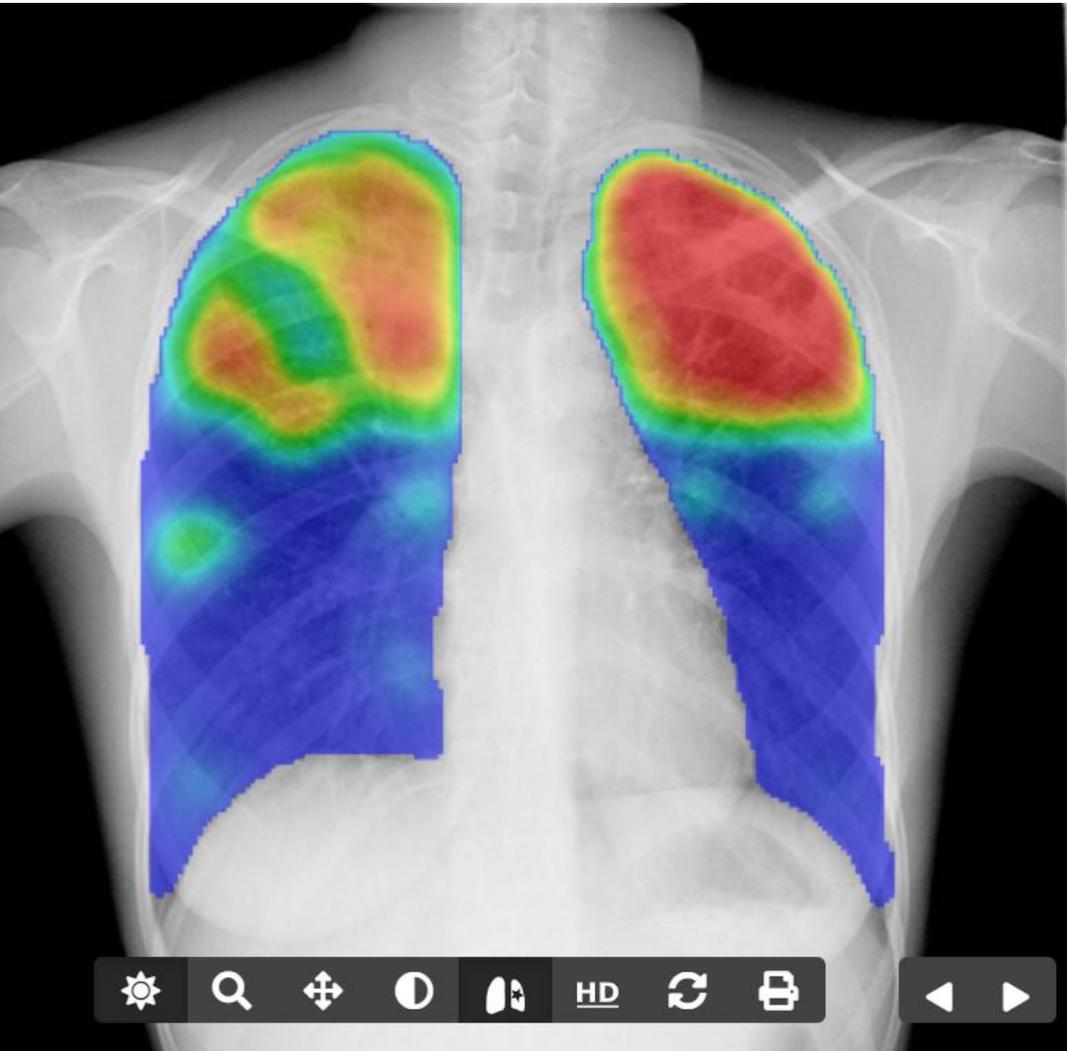
Médecins Sans Frontières

28-30 апреля 2025 г.  
Алматы, Казахстан



«Компьютерная диагностика (КД) может использоваться в качестве альтернативы интерпретации человеком цифрового рентгена грудной клетки для скрининга и медицинской сортировки пациентов на легочный ТБ у лиц в возрасте 15 лет и старше»



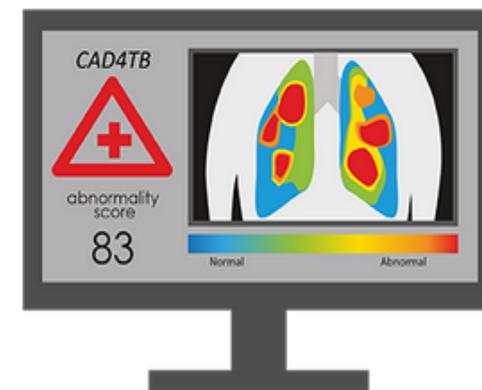


- **Широкое распространение КД**
  - Скрининг на ТБ на уровне местного населения и на базе учреждений
  - Используется в более чем 75 странах
  - В настоящее время доступны более 20 продуктов КД
- **Оценки технологий КД, проведенные ВОЗ в 2025 г.**
  - Технологии КД были оценены на предмет диагностической точности
  - ВОЗ опубликует программное заявление о технологиях КД, прошедших экспертную оценку эффективности

# 1. Цифровая РГК

# 2. КД оффлайн или на основе облачных технологий

# 3. Выход данных КД (менее 1 минуты)

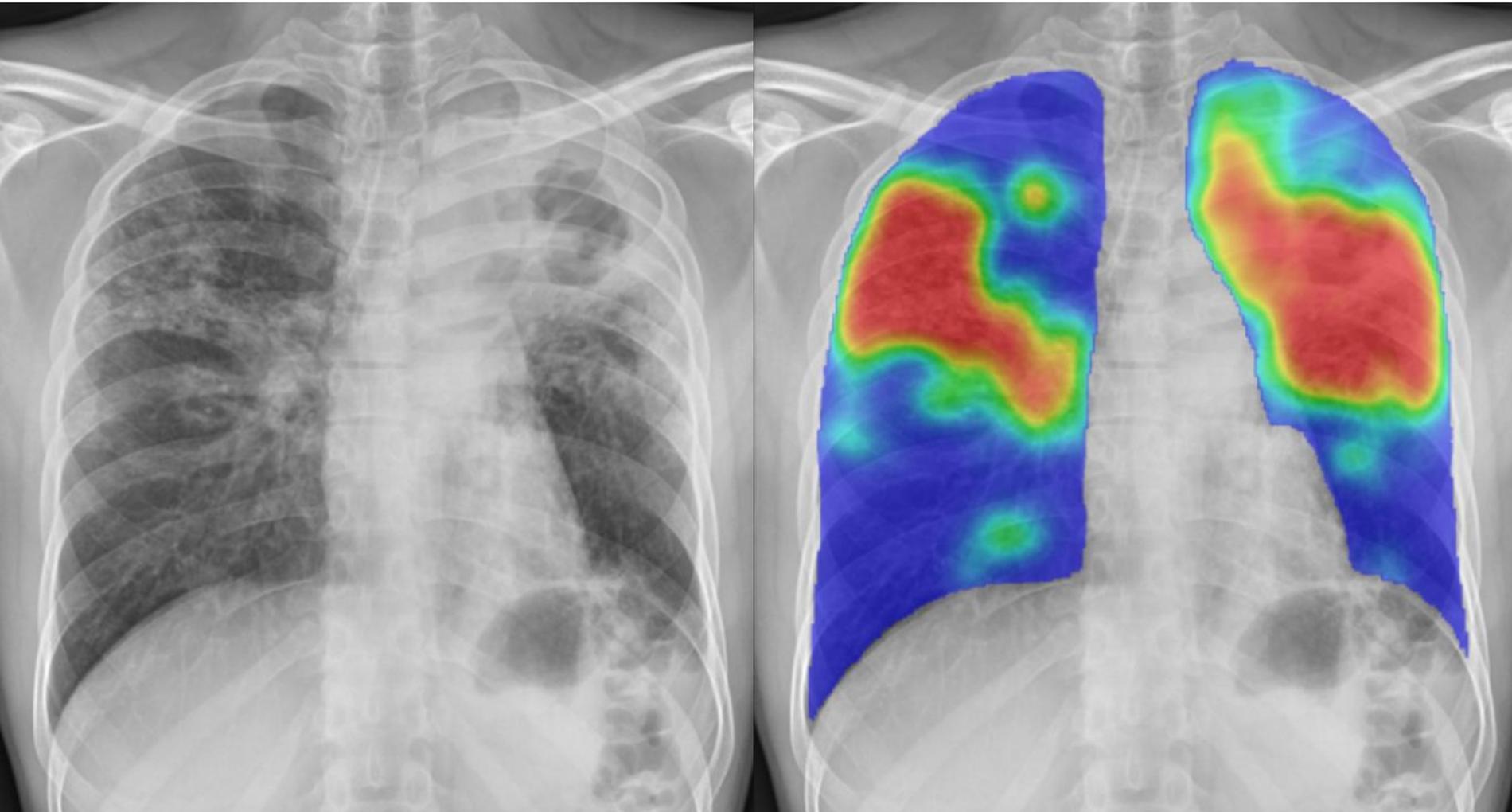


<https://www.delft.care/cad4tb/>

# Выходные данные КД

GeneXpert: обнаружен ТБ

КД, балл 94



1. Тепловая карта результатов по ТБ
2. Балльная оценка патологических изменений, связанных с ТБ (0-100)

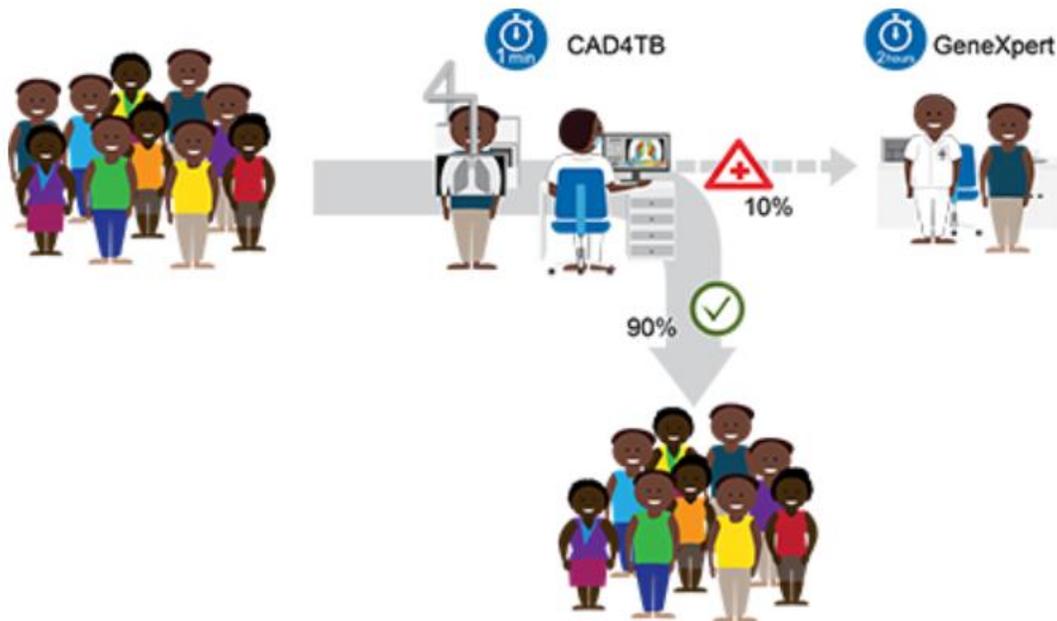
Abnormal



## Интерпретация qXR

Abnormal	YES
Lungs	
Opacity	NO
Consolidation	NO
Fibrosis	NO
Nodule	NO
Emphysema	NO
Cavity	NO
Pleura	
Blunted Costophrenic Angle	NO
Pleural Effusion	NO
Pneumothorax	YES
Mediastinum	
Tracheal Deviation	NO
Hilar Enlargement	NO
Heart	
Cardiomegaly	NO
Diaphragm	
Elevated Hemidiaphragm	NO
Pneumoperitoneum	NO
Bones	
Scoliosis	NO
Rib Fracture	NO

# КД для скрининга ТБ



- КД не используется для диагностики ТБ
- КД может помочь выявить лиц, которым необходимо контрольное тестирование (например, с помощью GeneXpert)
- Пороговое значение (например, 40) выбирается:
  - Балл КД  $> 40$  → GeneXpert
  - Балл КД  $< 40$  → без GeneXpert

# Выбор порогового значения КД

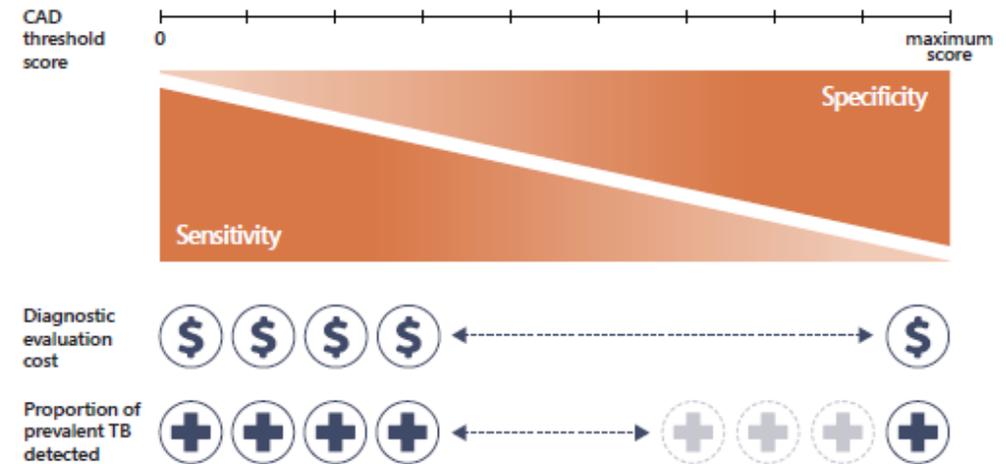
- **Выбор порогового значения**

- Эффективность КД зависит от выбранного порогового значения
- Баланс плюсов и минусов между чувствительностью и специфичностью (например, более высокая чувствительность = более низкая специфичность)

- **Пороговое значение необходимо настраивать с учетом местных условий**

- Баллы КД варьируют в разных контекстах в зависимости от характеристик популяции (например, возраста, сопутствующих заболеваний, распространенности ТБ и т.д.), продукта КД, рентгеновского оборудования
- Также необходимо учитывать **возможность проведения контрольного тестирования**

Fig. 4.1 Sensitivity vs specificity over the CAD threshold spectrum



2021 WHO Operational Handbook on TB

# КД в организации MSF

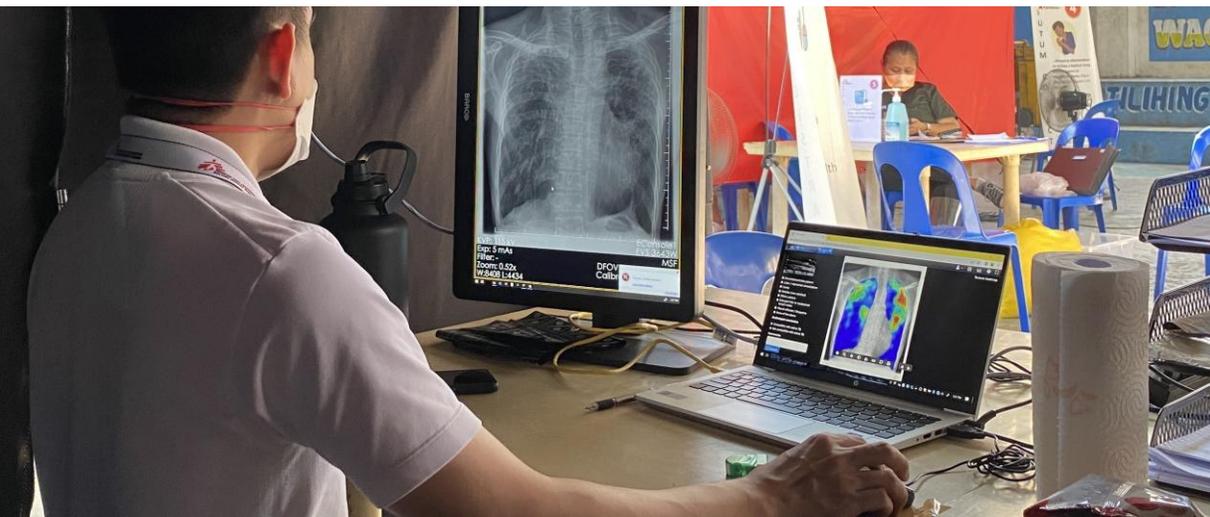
## Филиппины



## Таджикистан



## Центральноафриканская Республика



# КД на Филиппинах

- Цель: активное выявление случаев (АВС) туберкулеза и отслеживание контактов в густонаселенном городском округе Манилы (округ Тондо)



# КД на Филиппинах

- Активное выявление случаев (АВС) с помощью **передвижного рентгеновского кабинета**, позволяющего перемещаться между пунктами АВС туберкулеза

## Цикл мероприятий по АВС:

1. Регистрация пациента
2. Скрининг симптомов
3. Рентгенография грудной клетки/КД
4. Сбор мокроты
5. Врачебная оценка
6. Регистрация выхода из обследования



# КД на Филиппинах

- Оффлайн система CAD4ТВ версии 7 (Delft Imaging), установленная в рентгеномобиле
- Все участники мероприятий по АВС прошли РГК с использованием КД
- Лица, получившие при прохождении КД балл  $> 32$  или имевшие симптомы, были направлены на исследование мокроты с помощью теста Xpert



**ЧАСТОТА  
ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ  
РЕЗУЛЬТАТОВ  
GENEXPERT В  
РАЗРЕЗЕ БАЛЛОВ  
КД (2022-2024)**

<b>Балл КД</b>	<b>Положительный результат анализа мокроты Xpert (n)</b>	<b>Общее число анализов (N)</b>	<b>% положительных результатов Xpert (n/N)</b>
<b>≥ 90</b>	<b>151</b>	<b>206</b>	<b>73.3%</b>
<b>80-89</b>	<b>124</b>	<b>217</b>	<b>57.1%</b>
<b>70-79</b>	<b>206</b>	<b>618</b>	<b>33.3%</b>
<b>60-69</b>	<b>145</b>	<b>700</b>	<b>20.7%</b>
<b>50-59</b>	<b>99</b>	<b>602</b>	<b>16.4%</b>
<b>40-49</b>	<b>85</b>	<b>1,220</b>	<b>7.0%</b>
<b>30-39</b>	<b>63</b>	<b>1,841</b>	<b>3.4%</b>
<b>20-29</b>	<b>13</b>	<b>496</b>	<b>2.6%</b>
<b>10-19</b>	<b>3</b>	<b>251</b>	<b>1.2%</b>
<b>&lt; 10</b>	<b>8</b>	<b>636</b>	<b>1.3%</b>

# КД на Филиппинах: результаты

---

- ❖ С ноября 2022 г. технология КД помогла провести скрининг на ТБ более **38.000 человек** в округе Тондо
- ❖ Было установлено, что **примерно у 5% лиц, прошедших скрининг,** имеется бактериологически подтвержденный ТБ
- ❖ **Примерно 2/3 лиц** с бактериологически подтвержденным ТБ не имели симптомов
- ❖ Технология КД помогла **сократить время оборота цикла активного выявления случаев на 50%**

# КД в Таджикистане

- Цель: проведение скрининга населения отдаленного района (Куляб) на ТБ с помощью мероприятий по активному выявлению случаев
- Мобильная рентгенологическая установка, которая может перемещаться в разные районы для улучшения доступа к услугам рентгенографии



# КД в Таджикистане

- Ультрапортативный рентгеновский аппарат (Delft Light), используемый с системой CAD4TB v7
- Рентгеновский аппарат и систему КД можно собирать/разбирать каждый день до и после мероприятий по активному выявлению случаев (настройка занимает 20 минут)
- Ультрапортативный рентгеновский аппарат с системой КД обеспечивает гибкую и универсальную настройку



# КД в Таджикистане



## Цикл мероприятий по активному выявлению случаев:

1. Регистрация пациента/скрининг симптомов
2. Рентгенография грудной клетки/КД
3. Врачебная оценка
4. Направление на тестирование с помощью GeneXpert



# КД в Таджикистане: результаты

- ❖ Технология КД помогла провести скрининг на ТБ более **16.000 человек** в Кулябском районе с мая 2023 г. по март 2025 г.
- ❖ Портативность оборудования обеспечивает мобильность и гибкость мероприятий по активному выявлению случаев → более **децентрализованная модель оказания помощи при ТБ и расширенный доступ к услугам рентгенографии**
- ❖ Технология КД облегчила **переход на цифровую систему** для мероприятий по активному выявлению случаев
- ❖ Технология КД стала важным **инструментом поддержки для врачей** и обеспечила им возможность работать **более эффективно и более уверенно**

# КД в Центральноафриканской Республике

- Система КД внедрена в больницы в отдаленном регионе Центральноафриканской Республики



- РГК с КД используется для скрининга на ТБ госпитализированных пациентов с симптомами

# КД в Центральноафриканской Республике

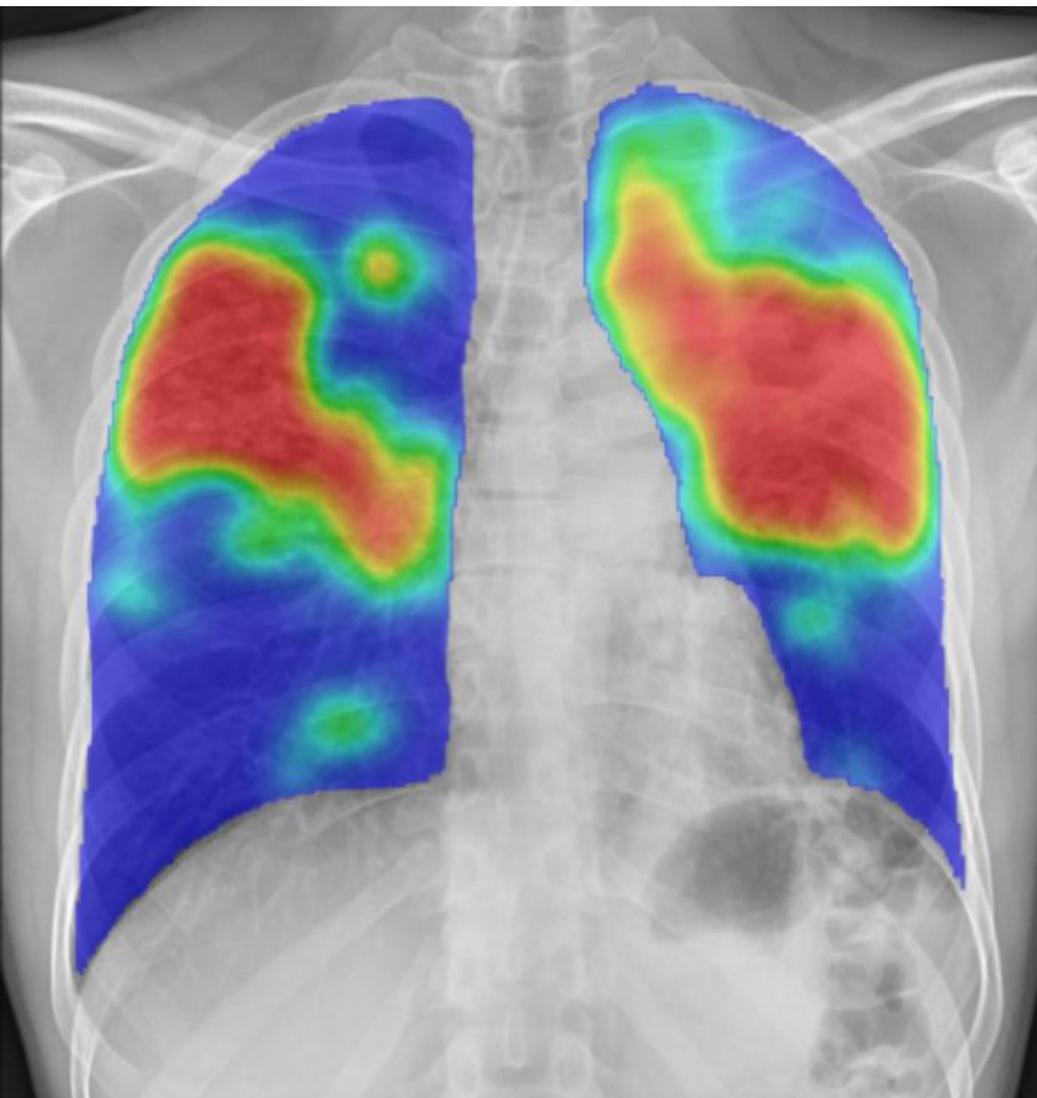
- Оффлайн система CAD4TB v7 установлена в рентгенологическом отделении и подключена к имеющемуся в отделении рентгеновскому аппарату



# КД в Центральноафриканской Республике

Балл КД	Показатели РГК	Результат	Примечания
0 – 20	Отсутствие значимых результатов	Нет необходимости в Хpert	
20 – 40	Незначительные результаты	Нет необходимости в Хpert Последующее клиническое наблюдение	
> 40	Возможный ТБ	Хpert	
> 70	Возможный или вероятный ТБ	Хpert	Если результат Хpert отрицательный: <ul style="list-style-type: none"><li>• <u>Нет ТБ в анамнезе:</u> Рассмотреть возможность клинического диагноза ТБ</li><li>• <u>ТБ в анамнезе:</u> Использовать клиническую оценку (КД менее надежна)</li></ul>

# Последствия использования КД



- 1. Технология КД демонстрирует точность для выявления ТБ (при хорошем качестве РГК)**
- 2. КД может повысить эффективность обследования**
  - Сокращение времени оборота цикла обследования
  - Увеличение количества обследуемых лиц (например, 150 человек в день)
- 3. КД может помочь неспециалистам считывать и интерпретировать результаты РГК**
- 4. КД может способствовать снижению расходов**
  - Более эффективное использование контрольных тестов
  - Снижение потребности в человеческих ресурсах

# Сложности

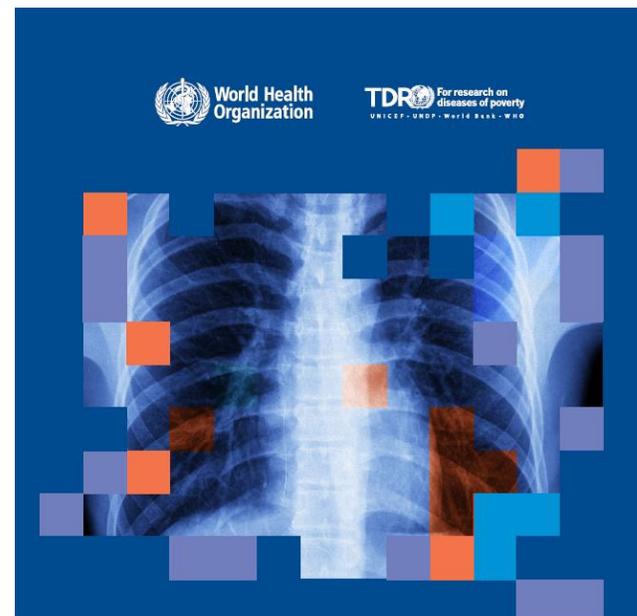
## 1. Необходимо руководство по внедрению и надлежащему использованию КД

## 2. Повышение осведомленности об ограничениях КД

- Рекомендуется только для лиц старше 15 лет
- Рекомендуется только для выявления ТБ (ограниченные фактические данные для результатов, не связанных с ТБ)
- Более низкая точность у лиц с ТБ в анамнезе и ЛЖВ
- Не используется для диагностики ТБ

## 3. Выбор пороговых значений КД

- Инструментарий ВОЗ/TDR для калибровки пороговых значений



Determining the local calibration of computer-assisted detection (CAD) thresholds and other parameters

**A toolkit to support the effective use of CAD for TB screening**

Screening and Triage for TB using Computer-Aided Detection (CAD) Technology and Ultra-portable X-Ray Systems: A Practical Guide

Сводное  
руководство  
ВОЗ по борьбе с  
туберкулезом

Модуль 2: Скрининг

Систематический скрининг  
на туберкулез

# Прагматичный подход к выбору пороговых значений КД

## Общие положения

- Быстрый и гибкий метод выбора и настройки пороговых значений КД
- Не требует наличия результатов контрольных тестов до внедрения КД
- Практическое пошаговое руководство, разработанное MSF в сотрудничестве с ВОЗ, будет доступно в ближайшее время

## Два основных шага

1. **Первоначальный выбор порогового значения:** 3 варианта (например, сопоставление результатов КД с результатами, полученными обученным специалистом по считыванию)
2. **Корректировка порогового значения:** оценка показателей для принятия решения о необходимости корректировки порогового значения

	<b>CAD threshold calibration: Pragmatic Approach</b>	
	Diagnostic Imaging SOP	
	Doc ID: TBC	Year 2024
	Document status: DRAFT	Language: EN
	Validation by: MSF DIWG	Page 1 of 20

### Background

Chest X-ray (CXR) has an important role in screening and triage for tuberculosis (TB) because of its high sensitivity for TB, low operational costs and rapid turn-around of results. However, countries with the highest prevalence of TB often have the lowest availability of local expertise in CXR interpretation.

Computer-aided detection (CAD) is a form of artificial intelligence that uses machine-learning technology to analyse medical images and detect radiographic abnormalities. It can be particularly useful to non-expert readers to aid CXR interpretation and may help improve detection of TB in high burden settings.

CXR with CAD has been validated in multiple studies for TB screening and triage. CAD indicates the likelihood of TB based on identification of relevant CXR findings and studies have shown that CAD performs as well as expert human readers in detection of TB.

In an independent evaluation, WHO found that the diagnostic accuracy and overall performance of CAD for TB detection (CAD-TB) are similar to interpretation by a human reader, in both the screening and triage contexts. In 2021, WHO endorsed the use of CAD as an alternative to human reader interpretation of CXR for pulmonary TB in individuals aged 15 years or above (1).

The output for CAD-TB products is a numeric score (e.g. 0-1, 0-100), which represents the likelihood of TB; i.e. the higher the score, the more likely the radiographic findings represent pulmonary TB.

It is important to note that CAD-TB output is not used to diagnose TB. Instead, CAD can help identify individuals who should be referred for confirmatory testing by a molecular WHO-recommended rapid diagnostic test (rWDRD). In order to identify the most appropriate individuals for testing, a threshold score must be selected. Those with a CAD score above threshold are referred for confirmatory testing, while those with a CAD score below threshold are not referred.

### CAD threshold calibration

The performance of CAD-TB is highly dependent on the selection of threshold. In choosing between different thresholds, there is a trade-off between sensitivity and specificity. For example, selecting a lower threshold results in higher sensitivity but lower specificity, resulting in detection of more individuals with TB but at the cost of more diagnostic tests used. A higher threshold can reduce the costs of confirmatory testing but a larger number of TB cases will be undetected.

It is essential that the CAD threshold is calibrated to local conditions. CAD scores vary across contexts due to factors such as TB prevalence, co-morbidities in the population, CAD product and



## Прочие сложности

- Избегайте чрезмерной зависимости от КД (например, специалисты по-прежнему нужны для диагностики заболеваний, не связанных с ТБ, а также для интеграции с другими клиническими службами)
- Ведение пациентов с высокими баллами КД и отрицательными результатами контрольных тестов
- Внедрение КД для скрининга на базе учреждения
- Низкое качество РГК влияет на результаты КД

## КД не является технологией «Plug-and-Play» («Подключи и работай»)

- Она требует надлежащего инструктажа, обучения, технической поддержки, интеграции в клинические рабочие процессы, мониторинга и оценки и т.д.

**«ИИ не заменит рентгенологов, но рентгенологи, использующие ИИ, заменят тех, кто не использует ИИ»**

**THANK YOU!**  
**СПАСИБО!**

