

Передовые технологии проникают вглубь земли, чтобы найти скрытые проходы.

Израильские археологи и военные начали использовать технологию мюографии для картирования подземных объектов. В пещерах и туннелях под древним Иерусалимом, в Граде Давида, уже несколько месяцев работают два устройства, отслеживающих субатомные частицы, известные как мюоны. Эти частицы, проникающие глубоко под землю, могут помочь создать карты недоступных для обычного взгляда областей, в том числе подземных территорий рядом с Храмовой горой и Аль-Харам аль-Шариф.

Работа ведется при участии физиков из Тель-Авивского университета и специалистов компании Rafael Advanced Defense Systems Ltd., одного из государственных подрядчиков в сфере обороны. Основная цель проекта — улучшение технологий для картирования тунNELьной сети ХАМАС в секторе Газа. По словам Эреза Эцьона, профессора Тель-Авивского университета, эта идея зародилась более десяти лет назад. «Очевидно, что потребности безопасности Израиля подтолкнули нас в этом направлении», — отметил он.

Мюография представляет собой метод, позволяющий наблюдать за мюонами, которые проникают в каждый квадратный сантиметр земной поверхности с частотой около одной частицы в минуту. Эти частицы могут проникать на глубину до 500 метров. Если мюоны быстро рассеиваются, это указывает на наличие плотных материалов. В случае, если частицы проходят через пустоты, например, туннели, они проникают глубже, что позволяет создать трехмерные визуализации подземных структур.

Интерес к мюографии возродился в последние годы. В 2017 году с помощью этой технологии в пирамиде Хеопса были обнаружены скрытые камеры. Также мюонные детекторы использовались для измерения потока лавы в вулканах и оценки состояния ядерных реакторов в Фукусиме.

Одним из примеров использования мюографии является разработка системы сканирования на базе Лос-Аламосской лаборатории в США. Эта технология применяется для пограничной безопасности, быстрого сканирования контейнеров на наличие наркотиков, следов торговли людьми и взрывчатых веществ.

Стоймость детекторов, которая может достигать 100 тысяч долларов, ограничивает их распространение. Однако технологические достижения могут изменить ситуацию. Стартап GScan из Эстонии планирует снизить стоимость своих детекторов с 100 тысяч до 60 тысяч евро в этом году, с перспективой массового производства в 2025 году.

Для Израиля мюонные детекторы могут стать важным инструментом в борьбе с туннелями ХАМАС в Газе и Ливане. С 7 октября израильские наземные силы используют различные методы для поиска и уничтожения туннелей, включая сенсоры, радары, дистанционно управляемые бульдозеры, камеры и дроны. «Каждое решение работает частично, и нам нужно создать лучшие и самые надежные решения», — говорит Нир Вейнгольд, глава отдела планирования в Центре исследований и разработок Министерства обороны Израиля. Он отказался комментировать использование мюонной томографии.

Использование мюонных детекторов требует их размещения под исследуемой областью. «Чтобы найти скрытый туннель, нужен другой туннель», — объясняет Виталий Кудрявцев из Университета Шеффилда в Англии. Теоретически детекторы могут быть закопаны в местах, где, как предполагается, будут восстанавливаться тунNELи ХАМАС.

Неизвестно, насколько военные цели Израиля пересекаются с археологическими. Исследователи в Иерусалиме намекают на полевые испытания для оборонных целей, но подробности засекречены. Министерство обороны Израиля отказалось от комментариев.

В марте команда физиков прибыла в Град Давида для проверки и обслуживания детекторов. Спускаясь в пещеры и пролезая в узкое пространство, они проверили устройство, установленное под углом 45 градусов. В мае исследователи вернулись, чтобы переместить детектор и сканировать область, где ранее были обнаружены аномалии. Для полной карты туннеля потребуется множество детекторов, установленных под разными углами. «С достаточным количеством детекторов можно провести томографию подземного пространства, как компьютерную томографию желудка или мозга», — говорит Ифтах Сильвер, физик из Rafael.