

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 542.8:323.28

ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В АНТИТЕРРОРИСТИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Великородова Мария Алексеевна, студент, направление подготовки 04.03.01 Химия, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: Mariavelik68476@gmail.com

Ишмухаметова Анжелика Рамилевна, студент, направление подготовки 04.03.01 Химия, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: ishmukhametova.lika@mail.ru

Корчигина Николь Викторовна, студент, направление подготовки 04.03.01 Химия, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: korchigina.2005@bk.ru

Научный руководитель: **Каныгина Ольга Николаевна**, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры химии, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: onkan@mail.ru

Аннотация. В статье представлен обзор физических методов, играющих важную роль в антитеррористической деятельности. Рассмотрены принципы работы, технические особенности и применение различных методов, включая рентгеновскую дефектоскопию, рамановскую спектроскопию, газовую хроматографию-масс-спектрометрию, дистанционное зондирование Земли, тепловизионный контроль и акустические методы. Подчеркивается значимость комбинации этих методов для повышения эффективности выявления и предотвращения террористических угроз. Статья адресована научным работникам, специалистам по безопасности и всем, кто интересуется технологическими аспектами борьбы с терроризмом.

Ключевые слова: физические методы, антитеррор, рентгеновская дефектоскопия, рамановская спектроскопия, газовая хроматография-масс-спектрометрия, дистанционное зондирование Земли, тепловизионный контроль, акустические методы, георадиолокация.

Для цитирования: Великородова М. А., Ишмухаметова А. Р., Корчигина Н. В. Применение физических методов в антитеррористической практике // Шаг в науку. – 2025. – № 2. – С. 11–15.

APPLICATION OF PHYSICAL METHODS IN ANTI-TERRORISM PRACTICE

Velikorodova Maria Alekseevna, student, training program 04.03.01 Chemistry, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: Mariavelik68476@gmail.com

Ishmukhametova Angelika Ramilevna, student, training program 04.03.01 Chemistry, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: ishmukhametova.lika@mail.ru

Korchigina Nicole Viktorovna, student, training program 04.03.01 Chemistry, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: korchigina.2005@bk.ru

Research advisor: **Kanygina Olga Nikolaevna**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Professor of the Department of Chemistry, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: onkan@mail.ru

Abstract. The article provides an overview of physical methods that play an important role in anti-terrorist activities. The principles of operation, technical features and application of various methods, including X-ray flaw detection, Raman spectroscopy, gas chromatography-mass spectrometry, remote sensing of the Earth, thermal imaging and acoustic methods are considered. The importance of a combination of these methods for improving the effectiveness of identifying and preventing terrorist threats is emphasized. The article is addressed to researchers, security specialists and anyone who is interested in the technological aspects of the fight against terrorism.

Key words: physical methods, anti-terror; X-ray flaw detection, Raman spectroscopy, gas chromatography-mass spectrometry, remote sensing of the Earth, thermal imaging, acoustic methods, geolocation.

Cite as: Velikородова, М. А., Ishmukhametova, А. Р., Korchigina, N. V. (2025) [Application of physical methods in anti-terrorism practice]. *Shag v nauku* [Step into science]. Vol. 2, pp. 11–15.

В современном мире, где террористические угрозы становятся все более сложными и изощренными, применение передовых физических методов исследования приобретает решающее значение для обеспечения национальной и глобальной безопасности. Эти методы, основанные на фундаментальных принципах физики, предоставляют широкий спектр инструментов для обнаружения, идентификации, анализа и мониторинга потенциальных угроз, от взрывчатых веществ и химического оружия до скрытых перемещений и тайных операций. Целью данного обзора является изучение физических методов, а также их применения в антитеррористической практике, с учетом вызовов, ограничений и перспектив.

Для начала рассмотрим основы, устройство и качества физических методов исследования, позволяющих обнаруживать опасные материалы и вещества.

Рентгеновская компьютерная томография (РКТ)

В РКТ используется явление поглощения рентгеновского излучения материалами с различной плотностью. Рентгеновские лучи, излучаемые источником, проходят через объект [5]. Затем интенсивность рентгеновского излучения, регистрируемая детекторами, позволяет получить информацию о распределении плотности внутри объекта.

Современные системы РКТ оснащены многодетекторными матрицами, которые позволяют получать данные одновременно в разных плоскостях, повышая качество изображения и сокращая время сканирования. Используются алгоритмы машинного обучения для автоматического распознавания опасных предметов на основе анализа их характеристик (плотность, форма, размер).

Применяют РКТ для досмотра багажа, посылок, транспортных средств, а также для осмотра строительных конструкций. В антитеррористической практике РКТ позволяют обнаруживать скрытые взрывчатые вещества, оружие, компоненты взрывных

устройств, а также другие опасные предметы.

Основные преимущества рентгеновской компьютерной томографии обусловлены созданием детализированных трехмерных изображений, позволяющих точно идентифицировать и локализовать подозрительные объекты.

Однако РКТ требует сложного и дорогостоящего оборудования и квалифицированного персонала для интерпретации и анализа изображений.

Рамановская спектроскопия (РС)

Рамановская спектроскопия основана на эффекте неупругого рассеяния света, открытым индийским физиком Чандрасекарой Венкатой Раманом. При облучении вещества монохроматическим светом (обычно лазером) небольшая часть света рассеивается с изменением длины волны [6]. Это изменение, называемое рамановским сдвигом, дает уникальный спектр для каждого химического соединения, что позволяет точно идентифицировать вещества.

Рамановская спектроскопия использует лазеры для облучения объекта, систему сбора и фокусировки рассеянного света, спектрометр для анализа спектра рассеянного излучения и компьютер для обработки данных. Современные рамановские спектрометры оснащены высокочувствительными детекторами и оптическими фильтрами, что позволяет получать высокоточные спектры даже при низких уровнях освещения.

Неразрушающий метод РС позволяет быстро идентифицировать химические вещества и взрывчатые материалы на поверхности предметов, в пакетах или контейнерах. Рамановские спектрометры могут быть портативными, что позволяет проводить анализ непосредственно на месте происшествия. Рамановская спектроскопия не требует специальной подготовки образцов и позволяет анализировать твердые, жидкие и газообразные вещества.

К сожалению, низкая эффективность рамановского рассеяния может ограничивать чувствительность

метода. Рамановские спектры сложны для интерпретации в случаях смесей веществ и для флуоресцирующих образцов.

Газовая хроматография-масс-спектрометрия (ГХ-МС)

ГХ-МС – это мощный аналитический метод, сочетающий газовую хроматографию для разделения компонентов сложных смесей веществ и масс-спектрометрию для их идентификации. В газовой хроматографии смесь веществ разделяется в колонке, заполненной сорбентом, при движении потока газа-носителя. Вещества с разной летучестью и взаимодействием с сорбентом выходят из колонки в разное время. В масс-спектрометрии молекулы, выходящие из газового хроматографа, ионизируются, а затем разделяются по массе в соответствии с их отношением массы к заряду [2]. Результаты представляются в виде масс-спектра, который уникален для каждого вещества.

Обычно ГХ-МС применяется для идентификации взрывчатых веществ, химических отравляющих веществ и других опасных веществ в различных образцах, таких как пробы воздуха, почвы, воды, а также следы веществ на поверхностях предметов. Метод ГХ-МС имеет высокую селективность и чувствительность, позволяя обнаруживать следовые количества веществ, а также анализировать летучие органические соединения.

К недостаткам метода следует отнести необходимость предварительной пробоподготовки, дли-

тельность анализа, дороговизну оборудования. Кроме того, ГХ-МС может быть неэффективна при анализе нелетучих веществ и высокомолекулярных соединений.

Рассмотрим также дистанционные методы мониторинга, которые представляют собой современные технологии, позволяющие собирать и анализировать данные о состоянии объектов и процессов без необходимости непосредственного присутствия на месте. Эти методы используют различные источники информации, такие как спутниковые снимки, авиационные наблюдения и наземные датчики. Они играют ключевую роль в различных сферах, от экологии и сельского хозяйства до городской инфраструктуры и безопасности.

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ)

Суть метода заключается в интерпретации результатов измерения электромагнитного излучения, которое отражается либо излучается объектом и регистрируется в некоторой удаленной от него точке пространства [3]. Дистанционное зондирование Земли производят датчики, установленные на спутниках, самолетах и беспилотных летательных аппаратах (БПЛА), для сбора данных о поверхности Земли. Датчики могут работать в различных диапазонах электромагнитного спектра, включая видимый свет, инфракрасное и радиоволновое излучение. Они регистрируют излучение, которое затем анализируется для определения характеристик объектов и явлений (рисунок 1).

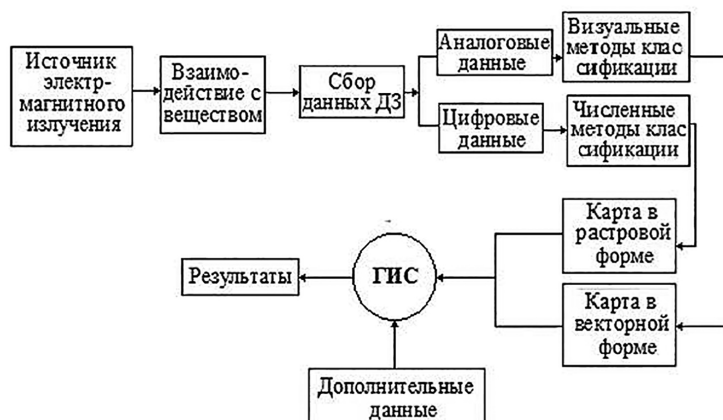


Рисунок 1. Интеграция данных дистанционного зондирования в (ГИС) геоинформационных системах

Источник: взято из учебного пособия «Картография, фотограмметрия и дистанционное зондирование земли» / М. В. Панасюк [и др.]. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2018. – 121 с.

Данные ДЗЗ могут быть использованы для мониторинга различных параметров: температура поверхности, влажность почвы, наличие растительности и т. д.

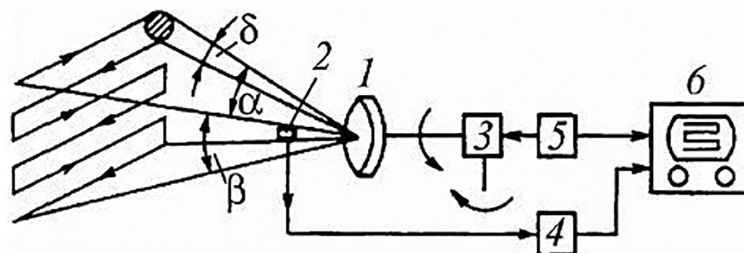
В борьбе с терроризмом ДЗЗ используется для отслеживания перемещения террористических группировок, определения мест их скопления, мониторинга критически важных объектов и инфраструктуры,

а также выявления подозрительных действий. Анализ изменений в ландшафте или инфраструктуре может указывать на подготовку к терактам.

Тепловизионное сканирование

Любые процессы, происходящие в природе и человеческой деятельности, сопровождаются поглощением и выделением тепла, изменяя внутреннюю энер-

гию тела. Тепловизионное сканирование основано на регистрации теплового (инфракрасного) излучения, испускаемого объектами [7]. Температура объекта определяет интенсивность излучения. Объекты с разной температурой испускают инфракрасное излучение разной интенсивности, что позволяет регистрировать температурные различия (рисунок 2).



1 – оптическая система, 2 – приемник излучения, 3 – сканирующее устройство, 4 – усилитель, 5 – система развертки и синхронизации, 6 – электронно-лучевая трубка

Рисунок 2. Структурная схема сканирующего тепловизора с охлаждаемым одноэлементным приемником излучения

Источник: взято из учебного пособия «Ковалев А. А., Ковалев А. В. Технические средства антитеррористической и криминалистической диагностики» – М.: Спектр, 2011. – 205 с.

Тепловизоры используют инфракрасные детекторы, которые регистрируют излучение и преобразуют его в видимое изображение, где различные температуры отображаются различными цветами. Их используют для обнаружения людей в скрытых местах, аномальных температур, связанных с деятельностью террористов или взрывных устройств. Может применяться для наблюдения в темное время суток.

Акустические методы

Данные методы анализа основаны на исследовании звуковых волн, создаваемых различными объектами и явлениями, поскольку частота, амплитуда и фаза волны зависят от свойств источника звука [4].

Акустические системы включают микрофоны, усилители, фильтры и анализаторы, которые позволяют регистрировать и обрабатывать звуковые сигналы. Используются для обнаружения скрытых взрывных устройств по звуку их механизмов, а также для выявления подозрительных звуков, связанных с деятельностью террористов, для обнаружения людей в скрытых местах.

Георадиолокация (георадар)

Георадар использует радиоволны для исследова-

ния недр земли и других сред [6]. Волны проникают в грунт и отражаются от различных объектов и границ сред.

Георадар излучает электромагнитные волны и регистрирует отраженные сигналы с помощью антенны. Приемные антенны могут быть установлены на поверхности земли, на транспортных средствах или на летательных аппаратах.

Георадары используют для поиска подземных сооружений, тайников, туннелей, захороненных взрывных устройств, а также для поиска укрытий в труднодоступных районах.

Применение физических методов исследования является неотъемлемой частью современной антитеррористической практики. Развитие этих методов и совершенствование технологий является важным фактором для обеспечения безопасности и предотвращения террористических атак. Дальнейшие исследования и разработки в области физических методов анализа и мониторинга позволят создавать более эффективные и надежные системы для защиты от угроз.

Литература

1. Изюмов С. В., Дручинин С. В., Вознесенский А. Теория и методы георадиолокации // Издательство Московского государственного горного университета, Москва. – 2008. – 196 с.
2. Карандашев В. К. Использование метода масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой в элементном анализе объектов окружающей среды // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2007. – Т. 73, № 1. – С. 12–22.
3. Никольский Д. Б. Современные тенденции в радиолокационном дистанционном зондировании Земли // Геоматика. – 2008. – № 1. – С. 7–10.
4. Оглезнева Л. А., Калининченко А. Н. Акустические методы контроля и диагностики. Ч. II. – Томск, изд-во Томского политехнического университета. – 2009. – 292 с.
5. Рентгеновская компьютерная томография естественных алмазов и содержащихся в них микровключений / Д. А. Золотов [и др.] // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2009. – № 9. – С. 3–8.
6. Руководство по портативным приборам для идентификации изъятых материалов в полевых условиях методом спектроскопии комбинационного рассеяния. – Управление Организацией Объединённых Наций по наркотикам и преступности. – 47 с. – URL: https://www.unodc.org/documents/scientific/SCITEC_26_Raman_Guidelines_Russian_final.pdf (дата обращения: 15.01.2025).
7. Шимон Н. С., Королев А. В. Оптимизация траектории полета БПЛА над лесным массивом при тепловизионной разведке пожара или поиске людей // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. ст. по материалам VII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч. 28–29 апр. 2016 г.: в 2-х ч. Ч. 1. – Воронеж, 2016. – С. 385–388.

Статья поступила в редакцию: 24.01.2025; принята в печать: 30.04.2025.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.