

ЛАРИОНОВА Е. Ю. *LARIONOVA E.Yu.*
Доктор химических наук, доцент, профессор кафедры информационно-правовых дисциплин Восточно-Сибирского института МВД России
E-Mail: lari555@mail.ru

Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor, Professor of Computer Science and Legal Disciplines Department, East-Siberian Institute of the Ministry of the Interior of Russia
E-mail: lari555@mail.ru

МЕДВЕДЕВА С. А. *MEDVEDEVA S.A.*
Доктор химических наук, профессор, профессор Иркутского национально-исследовательского технического университета
E-Mail: jrsam@mail.ru

Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor, Irkutsk National Research Technical University
E-mail: jrsam@mail.ru

НАНОТЕХНОЛОГИИ В СУДЕБНО-ЭКСПЕРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

В статье рассмотрены возможности использования и внедрения принципиально новых материалов, созданных на базе нанодостижений для решения задач судебно-экспертной и криминалистической деятельности, выявлены тенденции наиболее актуальные для развития аналитических методик судебно-экспертных и криминалистических исследований в свете современных научных достижений фундаментальных и прикладных наук, что находит свое отражение в развитии криминалистики и судебной экспертизы. Применение нанотехнологий открывает новые возможности для решения экспертных задач.

Ключевые слова: нанотехнологии и nanoиндустрия, инновации, методы судебно-экспертных исследований.

NANOTECHNOLOGIES IN FORENSIC AND EXPERT ACTIVITIES. DEVELOPMENT PROSPECTS

The possibilities of using and introducing fundamentally new materials created on the basis of nano-achievements for solving problems of forensic and forensic activities are considered.

The objective of this study is to focus on the latter direction, since it is this trend that is most relevant for the development of analytical techniques of forensic and forensic research in the light of modern scientific achievements of the basic and applied sciences, which is reflected in the development of forensic science and forensic science. The use of nanotechnology opens up new opportunities for solving expert problems.

Key words: nanotechnology and nano-industry, innovation, methods of the forensic research.

Одной из основных задач судебно-экспертной и криминалистической деятельности является создание и применение соответствующих средств, приемов и методов раскрытия и расследования преступлений [1]. В настоящее время в связи с новым витком научно-технического прогресса отмечается рост количественных и качественных показателей преступности, которые характеризуют повышение ее профессионализма и интеллектуального потенциала, что приводит к появлению

преступлений совершенно нового уровня. Необходимо отметить, что для качественного решения судебно-экспертных задач правоохранительные органы должны значительно опережать преступное сообщество по развитию современных научно-технических средств и методических возможностей, применяемых для раскрытия преступлений. Только таким образом правоохранительные органы будут способны обеспечить безопасность государства, общества и каждого конкретного человека.

Для качественного предупреждения и раскрытия современных угроз эксперты-криминалисты должны внедрять, интегрировать и синтезировать в области научных исследований и практической деятельности новейшие достижения науки и техники. К этим внедрениям можно отнести, например, успешную разработку и использование новейших информационных технологий. Примером глобальной общегосударственной системы информационно-телекоммуникационного обеспечения является создаваемая сегодня система ИСОД МВД России, которая по своей сути является эволюционным развитием Единой информационно-телекоммуникационной системы ОВД (ЕИТКС ОВД). ИСОД МВД России направлена на обеспечение реализации государственной политики Российской Федерации в области информатизации, связи и технической защиты информации. Создание такой системы приведет к автоматизации основных видов деятельности сотрудников подразделений, интегрирует информационные ресурсы, что позволит, в частности экспертам-криминалистам, на основе единых информационных банков данных обеспечить совместное ведение учёта преступлений, сообщений о происшествиях, специальных учётов [1].

Использование принципиально новых материалов, разработка и внедрение инновационных технологий и решений, в том числе и нанотехнологий – это еще одно направление усовершенствования и развития деятельности правоохранительных органов [2].

В последние годы в практике судебных экспертиз все шире стали использоваться не только классические физико-химические методы, такие как хроматография, полярография, спектрофотометрия, но и атомно-абсорбционный анализ, ЯМР- и ЭПР-спектроскопии, а также и другие наукоемкие высокоточные методы. Более того, в практику производства экспертиз сегодня активно внедряются нанотехнологии [2].

Нанотехнологии – это одно из наиболее перспективных направлений современной науки и техники, а формирование национальной nanoиндустрии объявлено важнейшим приоритетным стратегическим направлением для страны. С развитием и использованием нанотехнологий открываются принципиально новые возможности и для решения экспертных задач. Например, для нужд криминалистики было адаптировано физико-аналитическое оборудование, созданное на предприятиях отечественного ВПК для развития космической микроэлектроники, – спектрометры для особо точного анализа поверхности и объема твердых тел методами ионной, электронной и фотонной спектроскопии [2–4].

Соответственно, объем доказательственной информации многократно увеличивается. Таким образом были решены различные криминалистические задачи, ранее считавшиеся неразрешимыми ввиду отсутствия аппаратуры и методик ее применения в экспертной практике. Эксперты-криминалисты создают теоретический фундамент для перспективной разработки, внедрения и

использования «инновационных продуктов» – различных методик по использованию нанотехнологий при расследовании преступлений.

Одна из стоящих сегодня перед экспертами задач заключается в разработке новых и быстрых методов экспертных исследований, которые без особого труда давали бы ответы на интересующие вопросы в ходе расследования тех или иных дел [3], поэтому внедрение нанотехнологий в научно-исследовательский арсенал судебной экспертизы играет немаловажную роль.

Известно, что формирование методик судебно-экспертных исследований опирается на фундаментальные достижения естественных наук, в том числе аналитическую и физическую химии. Поэтому имеет смысл анализировать внедрение нанотехнологий в судебную экспертизу в основном по двум направлениям. Первое касается создания принципиально новой нанотехнической базы для исследований.

Второе направление – это разработка принципиально новых нанометодов экспертно-криминалистических исследований с использованием новой нанотехнической базы.

Одним из последних достижений мировой науки является разработка и внедрение *наномасс-спектрометра*, метода *MALDI-TOF масс-спектрометрии*. Это метод идентификации молекул путем измерения отношения их массы к заряду в ионизированном состоянии, причем ионизация вещества осуществляется с помощью матрицы и лазерного излучения. В результате *MALDI-TOF* масс-спектрометрия обеспечивает высокую производительность практически на 100 %, специфичность и чувствительность, а также непревзойденную скорость анализа (для идентификации одного микроорганизма требуется меньше 2 минут) [5]. Эта технология, несомненно, открывает новую эру диагностики.

На основе нанотехнологий был разработан метод *сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ)* и первая модель сканирующего туннельного микроскопа, за который Г. Бинниг (G. Binnig) и Г. Ропер (G. Rohrer) были удостоены Нобелевской премии в 1986 г. [6].

Принцип сканирующей зондовой микроскопии заключается в том, что поверхности образца сканируются зондом с толщиной кончика порядка нескольких нанометров.

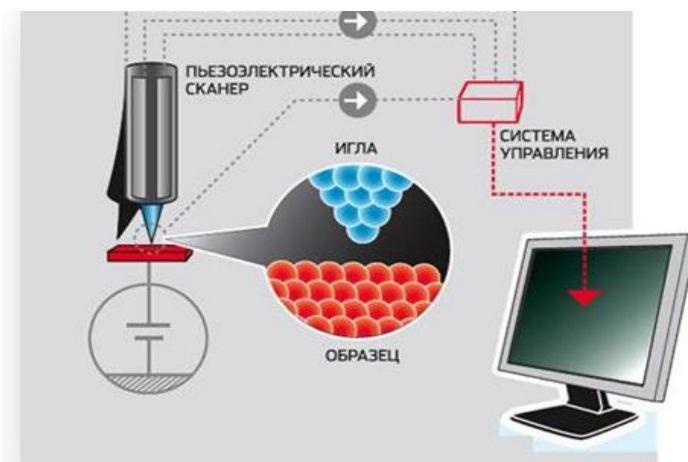


Рис. 1. Схема устройства сканирующего туннельного микроскопа

Методы СЗМ сегодня используются для визуализации наноструктур и позволяют проводить эксперименты, где можно наблюдать динамику процессов на поверхности вещества.

На базе сканирующей зондовой микроскопии были созданы *сканирующая туннельная (СТМ) и атомно-силовая микроскопия (АСМ)*, которые различаются типом регистрируемого взаимодействия между зондом и поверхностью. Именно благодаря разработке метода АСМ ученые получили возможность исследовать биологические объекты на субнанометровом уровне. Например, метод АСМ позволяет визуализировать структурные изменения в молекулах ДНК, а именно (модификация кончика зонда позволяет фиксировать положения каждого из четырех нуклеотидов в цепочке ДНК). Метод АСМ также сегодня широко используется в электронике и материаловедении, что позволяет, например, контролировать или модифицировать расположение элементов на миниатюрных чипах. Разработка СТМ привела к развитию научных исследований в области полупроводниковых и металлических материалов. Таким образом, учеными была решена задача создания новых методов визуализации с нанометровой и субнанометровой разрешающей способностью [7].

Достижения нанодиагностики отмечаются и в области спектроскопии *ядерного магнитного резонанса (ЯМР)*. Американскими учеными предложено использовать крошечные дефекты в алмазах для распознавания магнитного резонанса молекул, в результате разработан метод *нано-ЯМР*. Если в обычном методе ЯМР-спектроскопии достигается разрешение в 100 микрон, то у нано-ЯМР разрешение в 1 000–10 000 раз выше [8].

В последнее время был разработан ряд новых подходов в области флуоресцентной микроскопии, применение которых в результате позволило преодолеть дифракционный барьер оптического разрешения и перейти к беспрецедентному наноразрешению ~10 нм. Теперь эти методы объединили под общим термином *флуоресцентная наноскопия* [9].

В литературе представлены данные модернизации *металлографического метода* исследования объектов судебной экспертизы.

Металлография – метод исследования металлических материалов, наблюдение и описание строения предметов из металла. В литературе [10] детально описывается экспертиза фрагмента взрывного устройства, где исследование поверхности проводят на сканирующем зондовом микроскопе методом АСМ. По мнению ученых [10], модернизированный металлографический анализ позволил не только установить марку использованного металла и оценить мощность взрывчатого вещества, но и исследовать свойства и структуру поверхности взрывного устройства с атомарным разрешением.

Несомненно к уникальному наоборудованию следует отнести *нанохроматографы и хроматографы на микрочипах*. *Нанохроматография* – это поток элюента со скоростью 1–10 нл/мин. Такая технология открывает возможность для применения высокоэффективной жидкостной хроматографии на микрочипах в медицине и протеомике [11].

Результ стремительного развития нанотехники привел к формированию такого нового направления, как *нанодиагностика*, представляющего собой совокупность специализированных методов исследований, направленных на изучение структурных, морфолого-топологических, механических, электрофизических, оптических, биологических характеристик наноматериалов и

наносистем, анализ нанокolicеств вещества, измерение метрических параметров с наноточностью [7]. Эта область включает в себя вышерассмотренные методы: атомно-зондовая микроскопия, электронная микроскопия и спектроскопия, масс-спектрометрия, оптическая спектроскопия, дифрактометрия, хроматография, парамагнитный резонанс, которые позволяют проводить исследования нанокolicества вещества с наноточностью и наночувствительностью. Нанодиагностика позволяет осуществлять экспресс-методы контроля химического состава и геометрии нанообъектов, а также экспресс-методы регистрации электрических, магнитных и акустических полей нанообъектов, контроль их физических и химических свойств [7].

К области нанодиагностики можно отнести и разработку новых методик исследований, расширяющих результативность проведения генотипоскопической экспертизы. На первый план в этих исследованиях биомолекул выходят *биологические микрочипы* или *биочипы*, главным элементом которых является наноматрица, содержащая молекулярные зонды, специфичные к одной из множества биологических молекул или их фрагментов. Идея создания биочипов родилась 25 лет назад в Институте молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта Российской академии наук. За это время в институте разработаны и запатентованы новые методы многопараметрического анализа молекулярных маркеров и многочисленные тест-системы на основе биочипов, в частности, «ИЛ-БИОЧИП» – для идентификации личности по генетическим маркерам при проведении судебно-медицинских экспертиз [12].

Предложенный авторами [12] метод показывает возможность генотипирования биологического материала, присутствующего на объектах, имеющих отношение к следственной практике, таких как окурки сигарет, следах пота, на бумаге и смывах. Биочип позволяет идентифицировать биологические следы, содержащие ДНК, со средней вероятностью 99,6 %.

Примером нанодиагностики является технология, предложенная учеными США, позволяющая определять возраста пятен крови. Методика основана на явлении флуоресценции остатков триптофана, входящих в состав белков крови. Для возбуждения молекул триптофана был специально спроектирован лазер с длиной волны 295 нм. Исследователи [13] считают, что новая техника полностью оправдала возложенные на нее надежды, однако до превращения найденной методики в полноценный метод криминалистического исследования потребуется еще длительное время.

Израильские ученые предложили новый способ получения отпечатков пальцев, который заключается в замене традиционно используемого коллоидного раствора золота на его наночастицы, стабилизированные углеводородными радикалами. Такие структуры активно взаимодействуют с жировыми фрагментами отпечатков пальцев, также могут обрабатываться серебром, давая высококачественные отпечатки всего за три минуты [14].

Применение нанотехнологий в промышленных масштабах в ближайшем будущем качественно изменит многие сферы нашей деятельности и повседневную жизнь. Успехи фундаментальной науки в области изучения и создания наноструктур и разработки нанотехнологий открывают новые перспективы в решении огромного спектра самых различных исследовательских задач. Использование нанодостижений для создания приборно-технической базы и разработки принципиально новых методов экспертных исследований, несомненно,

открывает инновационные потенциалы для решения судебно-экспертных и криминалистических задач.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Варданян А.В. Современная доктрина методико-криминалистического обеспечения расследования отдельных видов преступлений / А.В. Варданян, О.П. Грибунов // Вестник ВСИ МВД России. 2017. № 2 (81). С. 23–35.
2. Плоткин Д.М., Ищенко Е.П. Новейшие методы исследования вещественных доказательств в криминалистике: науч.-практич. пособие. Рязань: Пресса, 2005. С. 200.
3. Жижина М.В. Инновационное развитие криминалистики на современном этапе // LEX RUSSICA (Научные труды МГЮА). 2012. № 1. С. 1–9.
4. Павилова Г. В. Аналитическая химия в судебной экспертизе / Г.В. Павилова, Г.С. Бежанишвили // Российский химический журнал. 2002. Т. XLVI. № 4. С. 76–80.
5. Масс-спектрометр MALDI-TOF. URL: <http://www.promix.ru> (дата обращения 16.02.2018).
6. Атомно-силовая микроскопия: увидеть, прикоснувшись... URL: <https://biomolecula.ru/articles/atomno-silovaia-mikroskopii-uidet-prikosnuvshis> (дата обращения 16.02.2018).
7. Нанотехнологии и зондовая микроскопия // Ежемесячный междисциплинарный теоретический и прикладной научно-технический журнал. URL: http://www.microsystems.ru/conf_news.php?id_table=1&file=113.html (дата обращения 16.02.2018).
8. Открытие «двери» для нано-ЯМР. URL: <https://www.medoskop.ru/mednews/4966.html> (дата обращения 16.02.2018).
9. Peters R. From fluorescence nanoscopy to nanoscopic medicine. 2008. Vol. 3. P. 1–4.
10. Прокофьева Е.В. Модернизация металлографического метода исследования объектов судебной экспертизы в свете нанотехнологий / Е.В. Прокофьева, В.В. Веселин, О.Ю. Прокофьева // Вестник ВИ МВД России. 2014, № 2. С. 1–10.
11. Буряк А.К. Современные приборы для жидкостной хроматографии. Разделение и идентификация / А.К. Буряк, С.А. Парамонов, Т.М. Сердюк // Аналитическая химия – новые методы и возможности: съезд аналитиков России и школы молодых ученых. М., 2010. С. 18.
12. Фесенко Д.О. Генотипирование биологического материала по локусам *HLA-DQA1*, *ABO*, *AMEL* с помощью биочипов / Д.О. Фесенко, О.Н. Митяева, Т.В. Наседкина [и др.] // Молекулярная биология. 2010. Т. 44. № 3. С. 456–462.
13. Химики в США разработали простой метод определения возраста пятен крови. URL: <http://www.abercade.ru/research/industrynews/7448.html> (дата обращения 16.02.2018).
14. Sametband M. Application of nanoparticles for the enhancement of latent fingerprints / M. Sametband, I. Shweky, U. Banin et al. // Chemical communications (Cambridge, England). 2007. Vol. 11. P. 1142–1144.