

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
( **Н И У « Б е л Г У »** )

**ЮРИДИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**КАФЕДРА СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ И КРИМИНАЛИСТИКИ**

**ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЕ МЕТОДЫ СУДЕБНО-ЭКСПЕРТНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Выпускная квалификационная работа  
обучающегося по специальности 40.05.03 Судебная экспертиза  
очной формы обучения, группы 01001211  
Гончаровой Юлии Николаевны

**Научный руководитель:**

Доцент кафедры судебной экспертизы и  
криминалистики Юридического инсти-  
тута НИУ «БелГУ», к.ю.н., доцент  
Долженко Н.И.

**Рецензент:**

Начальник ЭКН ОМВД России по  
Борисовскому району,  
капитан полиции  
Кравченко С.Н.

**БЕЛГОРОД 2017**

**Оглавление**

|   |    |
|---|----|
| Введение.....   | 3  |
| Глава 1. Понятие и система методов экспертных исследований.....                               | 6  |
| 1.1 Понятие метода экспертного исследования .....   | 6  |
| 1.2 Требования, предъявляемые к методам судебной экспертизы .....                             | 11 |
| 1.3 Классификация методов экспертных исследований .....                                       | 16 |
| Глава 2 Метрологические и математические методы исследования.....                             | 26 |
| 2.1 Основные понятия криминалистической метрологии .....                                      | 26 |
| 2.1 Средства измерения, используемые в экспертной практике.....                               | 30 |
| Глава 3. Методы морфологического анализа.....   | 38 |
| 3.1. Оптическая микроскопия и ее основные характеристики.<br>Рентгеноскопические методы ..... | 39 |
| 3.2 Методы электронной микроскопии.....   | 44 |
| Глава 4. Методы анализа состава объектов судебной экспертизы .....                            | 49 |
| 4.1 Методы элементного анализа .....  | 50 |
| 4.2 Методы определения молекулярного состава и структуры .....                                | 55 |
| 4.2.1 Основные принципы хроматографии .....   | 56 |
| 4.2.2 Методы молекулярной спектроскопии.....  | 62 |
| 4.3. Методы анализа фазового состава.....   | 69 |
| Заключение .....  | 71 |
| Библиографический список использованной литературы.....                                       | 78 |

## Введение

**Актуальность темы.** Прогрессирующее развитие аналитической техники предоставляет все большие возможности криминалистическим лабораториям использовать современные инструментальные методы для решения различного рода экспертных задач на высоком научном и техническом уровне. Аналитические методы, традиционно используемые в экспертной практике, вышли на новую ступень развития преимущественно в направлении минимизации таких недостатков, как трудоемкость, длительность анализ. Кроме того, на базе традиционных методов появились высокоэффективные приборы, сочетающие в себе возможности нескольких методов (так называемые тандемные методы) и позволяющие расширить круг решаемых экспертных задач. Следует также иметь в виду, что методы и технические средства, заимствованные из естественных и технических наук, применяются в экспертизе, как правило, в трансформированном виде в соответствии с ее задачами и специфическими объектами: появляются своеобразные приемы и специальные устройства, изготавливаемые в дополнение к стандартному оборудованию.

При решении вопроса о допустимости экспертного заключения в качестве доказательства следователь и суд, наряду с оценкой соблюдения процессуальной формы в ходе назначения и производства экспертизы, анализируют используемую экспертом методику исследования с точки зрения правильности выбора методов анализа, корректности их применения и обоснования сделанных выводов полученными результатами анализа. При этом надо учитывать, что различные судебно-экспертные учреждения располагают неодинаковой аналитической базой, кадровыми и финансовыми возможностями и с разной степенью успешности решают стоящие перед ними задачи.

Вышеизложенное свидетельствует о том, что не только эксперты, но и следователи, суды должны владеть необходимым для них объемом знаний в

области физико-химических методов исследования при назначении и производстве экспертизы, при оценке ее производства в качестве доказательства по рассматриваемому делу.

Кроме того, в силу расширения возможностей судебных экспертиз и соответственно круга их объектов, использование в экспертной практике новых методов исследования, средств и приемов анализа и решения экспертных задач, существенно осложняется выбор экспертом нужного инструментария и в том числе необходимых методов экспертного. В этой связи решение вопроса об использовании методов, заимствованных из различных областей знания, требует проработки их концептуальных аспектов.

**Объектом исследования** является практическая экспертная деятельность, ее роль в формировании теории методов экспертного исследования, значение процессов интеграции и дифференциации в развитии методов экспертного исследования и формировании научного экспертного знания.

**Предмет исследования** - закономерности объективной действительности, изучаемые общей теорией судебной экспертизы, а также закономерности возникновения и адаптации методов судебно-экспертного исследования, взаимодействия естественных и технических наук и влияния этого взаимодействия на тенденции развития методов судебно-экспертного исследования.

**Целью настоящей работы** является изучение основ теории методов экспертного исследования, как одной из частных теорий, лежащих в основе практической экспертной деятельности. Это стало возможным лишь при условии системного, комплексного подхода к решению ряда взаимозависимых задач, что было необходимо для достижения этой цели. Важнейшими из этих задач явились:

- анализ существующих концепций общей теории судебной экспертизы, ее структуры и функций, как базы разработки частных теорий экспертной деятельности, в том числе и теории судебно-экспертных методов исследования вещественных доказательств;

- определение понятий методов экспертного исследования, уяснение их современных классификаций и характеристик;

- выявление тенденций, развития методов экспертных исследований.

- рассмотрение методов наиболее активно используемых при производстве судебной экспертизы.

**Методологическую основу** исследования составляют комплексный анализ, системный анализ, системно-структурный, статистический и другие современные методы научного познания.

**Теоретической основой** предпринятого исследования послужили труды видных ученых, таких как Т.В. Аверьянова, Р.С. Белкин, З.И. Кирсанов, Ю.Г. Корухов, Н.П. Майлис, В.С. Митричев, Е.Р. Россинская, Н.А. Селиванов, А.Р. Шляхов, Л.Г. Эджубов, А.А. Эйсман и др. ученых.

**Структура** выпускной квалификационной работы состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы.

## Глава 1. Понятие и система методов экспертных исследований

### 1.1 Понятие метода экспертного исследования

**Судебная экспертиза** — основная процессуальная форма использования специальных знаний в судопроизводстве Российской Федерации. Сущность судебной экспертизы состоит в исследовании (анализе) по заданию следователя, дознавателя, суда, лица или органа, осуществляющего производство по делу об административном правонарушении, сведущим лицом - экспертом предоставляемых в его распоряжение материальных объектов экспертизы (вещественных доказательств), а также различных документов в целях установления фактических данных, имеющих значение для правильного разрешения дела. По результатам исследования эксперт составляет заключение, которое является одним из предусмотренных законом доказательств<sup>1</sup>.

Специальные знания эксперта включают знания в области естественных, гуманитарных, технических наук, а также познания в области религии, культуры, ремесла. Их структуру составляют эмпирические и выводные данные, методы соответствующих наук и ремесел. Однако мы уделим внимание только одной, хотя и очень объемной, группе - естественнонаучной.

Термином «естественные науки» принято называть группу наук, занимающихся изучением явлений живой и неживой природы. В природе существуют свои законы, которые не зависят от деятельности человека и изменить которые человек не может. Все, что в этом случае в человеческих силах, - это изучить законы природы и использовать их для установления интересующих человека фактов и обстоятельств как его жизни, так и жизни окружающей его природной среды. Естественные науки в этом случае - средство, при помощи которого он изучает законы природы, осуществляя для этого научные исследования<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Белкин Р.С. Криминалистическая энциклопедия. – М.: Мегатрон XXI, 2000. С.89

<sup>2</sup> Россинская Е.Р. Концептуальные основы теории неразрушающих методов исследования вещественных доказательств. – М.: Норма, 1993.С.78

Теория познания, или гносеология, – раздел философии, изучающий взаимоотношение субъекта и объекта в процессе познавательной деятельности, отношение знания к действительности, возможности познания мира человеком, критерии истинности и достоверности знания. Познание представляет собой совокупность процессов, процедур и методов приобретения знаний о явлениях и закономерностях объективного мира. Одной из важнейших форм познания является научный метод. Важной стороной научного метода, его неотъемлемой частью для любой науки выступает требование объективности, исключающее субъективное толкование результатов. Метод включает в себя способы исследования феноменов, систематизацию, корректировку новых и полученных ранее знаний. Умозаключения и выводы делаются с помощью правил и принципов рассуждения на основе эмпирических данных об объекте. Базой получения данных являются наблюдения и эксперименты.

Принято различать методы исследования, применяемые в науке при разработке теоретических и экспериментальных проблем, и методы, применяемые в экспертной деятельности. Однако это деление весьма условно, так как используемые в экспертной практике методы также имеют научный характер, поскольку основываются на достижениях науки и техники. Научная обоснованность экспертного метода, т. е. его надежность с точки зрения получения достоверных результатов имеет важное значение для его практического применения.

На современном этапе судебная экспертиза является самостоятельной процессуальной формой получения новых вещественных доказательств, а также проверки и уточнения уже имеющихся вещественных доказательств. В связи с этим к методам судебной экспертизы предъявляется множество особых требований, которые определяются в большей степени процессуальным законом. В судебном делопроизводстве могут использоваться только научно обоснованные методы судебной экспертизы, целесообразность использования которых научно доказана, поскольку итоги применения методов должны быть понятны не только для специалистов-экспертов, но и для членов судеб-

ного процесса. Использование методов судебной экспертизы не должно нарушать законов, прав граждан, а также не ущемлять их достоинства и противоречить моральным и общественным нормам, исключать угрозу и насилие и не приводить к нарушению норм процессуального права.

Еще в 1979 г. А. И. Винберг и Н. Т. Малаховская отмечали, что «метод в большей степени отражает принцип подхода к проведению теоретического исследования или практических действий, направленных на достижение определенной цели, соответствующей возможностям метода»<sup>1</sup>. Решение конкретной задачи, как правило, невозможно с использованием какого-либо одного метода. Целостность задачи и объекта изучения требует от эксперта-исследователя применения разных по характеру и источнику происхождения методов. Однако в большинстве случаев тот или иной метод может быть принят для достижения цели, составляющей лишь один из этапов решения задачи, поскольку эти возможности могут быть недостаточными для решения задачи в целом. Кроме того, данные авторы неоднократно обращали внимание на то, что при этом выбор метода не предопределяет получение положительного результата. Иными словами, примененный метод может быть и не пригодным для достижения цели как по своему существу, так и в результате использования несоответствующей технологии проведения исследования или выполнения иных практических действий.

«С другой точки зрения, понятие метода является более общим, поскольку любой метод, не определяя в полной мере конкретного образа действий, может охватывать множество способов его реализации в зависимости от конкретной цели»<sup>2</sup>. Общеизвестно, что методы опираются на объективные законы науки и потому их применение зависит от степени овладения экспертом теорией. Вот почему осознанное, целенаправленное использование метода служит основой всякого (и теоретического, и практического) познания.

---

<sup>1</sup> Винберг А. И., Малаховская Н. Т. Судебная экспертология (общетеоретические и методологические проблемы судебных экспертиз) : учеб. пособие. Волгоград, 1979. С. 64

<sup>2</sup> Винберг А. И., Малаховская Н. Т. Судебная экспертология (общетеоретические и методологические проблемы судебных экспертиз) : учеб. пособие. Волгоград, 1979. С. 65



Такая интерпретация метода не исключает вместе с тем специального исследования сущности методов и достигаемых с их помощью результатов в экспертном познании без детального анализа и оценки теоретических основ, учений, структуры различных родов (видов) и методов судебных экспертиз.

Как утверждал Г. А. Подкорытов, «...ни одна наука не пользуется каким-то одним методом, а располагает в исследовании целой системой познавательных приемов, определенным образом субординированных. Эта система субординированных познавательных приемов и есть метод науки»<sup>1</sup>.

Таким образом, метод имеет собирательное значение, являясь комплексом отдельных методов, синтезируемых в данном виде исследования, при изучении того или другого объекта. В связи с этим, говоря о методах решения конкретного типа задач, мы имеем в виду способы их решения, основанные на определенных, соответствующих этим задачам методах и состоящие из ряда приемов, операций, действий, взаимосвязанных в определенной последовательности и выполняемых с соблюдением определенных режимов. Когда речь идет о каком-либо методе исследования, имеется в виду также упорядочение системы приемов (средств), каждый из которых базируется на четко сформулированном и научно обоснованном предписании. Каждый метод применяется для решения определенного круга задач, т. е. функциональные возможности метода всегда должны быть четко обозначены. Если при этом будут также четко определены и реализованы необходимые условия применения метода, то это гарантирует получение определенных результатов, ради которых эксперт проводит свои исследования, наделяется законом, правами и обязанностями и ему оказывается доверие представлять науку в уголовном и гражданском процессах, ибо судебная экспертиза является надежной формой использования достижений науки и техники в целях установления объективной истины по уголовному или гражданскому делу.

---

<sup>1</sup> Подкорытов Г. А. Соотношение диалектического метода с частно-научными методами // Вопр. философии. 1962. № 6. С. 41

Анализ теоретической базы данного вопроса показал, что применение любого метода, ведущего к достижению намеченной цели, не произвольно, оно опирается на уже достигнутые знания и накопленный практический опыт. В своей работе «Судебная экспертология» А. И. Винберг и Н. Т. Малаховская указывали, что особенно эффективным является сознательное применение в качестве метода познанных законов, закономерностей, категорий. Отсюда следует, что различие между теорией и научным методом относительно. Следовательно, научный метод – это практическое применение теории, т. е. теория в действии<sup>1</sup>.

Словарь основных терминов судебных экспертиз дает следующее определение: «Метод экспертизы (экспертного исследования) – система логических и (или) инструментальных операций (способов, приемов) получения данных для решения вопроса, поставленного перед экспертом. Операции, образующие метод, представляют собой практическое применение знаний закономерностей объективной действительности для получения новых знаний»<sup>2</sup>.

В своих исследованиях А. М. Зинин, Н. П. Майлис пришли к выводу, что методы экспертизы основываются на соответствующих научных методах, характере и свойствах объекта экспертизы, опыте решения практических задач, в том числе на алгоритмических правилах и разработанных самим экспертом приемах изучения объектов экспертизы<sup>3</sup>.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что под экспертно-криминалистическими (или экспертными и криминалистическими) методами понимаются законные (разрешаемые, допускаемые законом) научно-технические методы и средства, разработанные и (или) предложенные (рекомендованные) криминалистикой и судебной экспертизой и (или) закрепленные криминалистической и судебно-экспертной практикой, используемые

---

<sup>1</sup> Винберг А. И., Малаховская Н. Т. Судебная экспертология (общетеоретические и методологические проблемы судебных экспертиз) : учеб. пособие. Волгоград, 1979. С. 66.

<sup>2</sup> URL: [www.ceur.ru/library/words/245/item105238/](http://www.ceur.ru/library/words/245/item105238/)

<sup>3</sup> Зинин А. М., Майлис Н. П. Научные и правовые основы судебной экспертизы. М., 2001. С.134

для собирания, изучения и применения судебных доказательств в ходе и для выявления, предупреждения, раскрытия и расследования преступлений.

Необходимо также помнить о том, что каждый случай применения метода подчиняется закономерностям, общим для любой деятельности человека. Наряду с этим эффективное применение методов должно основываться на методологии научного познания материального мира, логике и психологии правильно протекающих познавательных процессов, осуществляться в рамках требований уголовно-процессуального закона, предусматривать широкое, интенсивное и правильное использование современных достижений криминалистической науки и судебной экспертизы.

## **1.2 Требования, предъявляемые к методам судебной экспертизы**

Судебная экспертиза - одна из форм использования специальных знаний в российском судопроизводстве. Она представляет собой исследование различного рода объектов в соответствии с правилами, определяемыми спецификой предмета и кругом необходимых для ее производства сведений из конкретных областей науки и техники. Внешне сходное с научным исследованием, экспертное исследование (судебная экспертиза) относится к разновидности практической деятельности, опирающейся на достижения в области науки и техники, и не является научным исследованием, так как, основная задача экспертного исследования - не познание какого-то нового явления и раскрытие закономерностей изменения изучаемого объекта, а использование этих закономерностей в экспертной практике. Таким образом, методы, применяемые при производстве экспертизы должны рассматриваться не как методы научного исследования, а как некий прочный симбиоз науки и практики. Формализация научно-практической деятельности, подчинение ее потребностям и условиям права (в частности уголовного процесса) повлекло за собой определенную специфику в формировании методов экспертного исследования, особенности в целесообразности и возможности их использова-

ния и, наконец, выработало ряд конкретных требований к их применению. При рассмотрении требований к методам экспертного исследования, мы не должны забывать: здесь имеет место слияние методов науки и методов практической деятельности. Таким образом, методы экспертизы основываются на соответствующих научных методах; характере и свойствах объекта экспертизы; опыте решения практических задач, в том числе на алгоритмических правилах и разработанных самим экспертом приемах изучения объектов экспертизы<sup>1</sup>.

Процесс познания в экспертном исследовании подчиняется основополагающим положениям диалектического метода, служащим принципиальной основой для разработки методов, применяемых в криминалистике и судебной экспертизе. Судебная экспертиза - самостоятельная процессуальная форма исследования вещественных доказательств, обнаруженных и изъятых в ходе проведения следственных действий. В связи с этим к методам судебной экспертизы предъявляется ряд особых требований, которым они должны соответствовать: научность, законность, безопасность, эффективность, экономичность и единообразие.

Критерий научности в своей работе А.М. Зинин и Н.П. Майлис объясняют как: «надежность с точки зрения получения достоверных результатов»<sup>2</sup>. Допускается применение только тех методов, которые опираются на объективные законы науки (результаты научных изысканий, научная проверка рекомендаций практики) и эмпирические (наблюдаемых и измеряемых) данные об объекте, исключающие субъективное толкование результатов применения метода в процессе исследования. Недопустимо использование методов, не имеющих научной основы.

В Федеральном законе «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации» говорится о проведении исследования

---

<sup>1</sup> Энциклопедия судебной экспертизы / под ред. Т.В. Аверьяновой, Е.Р. Россинской. М., 1999. С.123

<sup>2</sup> Зинин А.М., Майлис Н.П. Научные и правовые основы судебной экспертизы. М., 2001. С. 134.

объективно, на строго научной и практической основе, в пределах соответствующей специальности, всесторонне и в полном объеме<sup>1</sup>.

При рассмотрении критерия законности следует исходить из того, что судебная экспертиза является наиболее квалифицированной формой использования специальных знаний в уголовном судопроизводстве.

Термин «специальные знания» («познания») был обозначен еще в УПК РСФСР, здесь же раскрывалось и его содержание. Так, в ст. 78 УПК РСФСР, регламентирующей порядок назначения судебной экспертизы, говорилось, что в случаях, когда при производстве дознания, предварительного следствия и при судебном разбирательстве необходимы специальные познания в науке, технике, искусстве или ремесле назначается экспертиза. Данная трактовка специальных знаний в целом поддерживалась большинством ученых криминалистов. «Специальные знания, - пишет В.И. Гончаренко, - это знания в науке, технике или искусстве, применяемые для получения доказательственной информации специально подготовленными лицами»<sup>2</sup>.

Из этого следует, что в качестве эксперта (специально подготовленного лица) может выступать лицо, обладающее научными знаниями в определенной специальности и его заключения должны опираться на данные науки. В настоящее время в уголовно-процессуальном законодательстве не указано, какие знания являются специальными. Нет единого мнения по этому вопросу и у практических работников правоохранительных органов. Из положений ст. 57 УПК РФ, определяющей статус эксперта, вытекает пространное, обобщенное понимание специальных знаний - это знания, которыми обладает эксперт, достаточные для производства судебной экспертизы и дачи заключения. Таким образом, для проведения экспертизы наличие специальных знаний - обязательное требование.

---

<sup>1</sup> Федеральный закон от 31 мая 2001 г. № 73 «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации». Ст. 8.

<sup>2</sup> Гончаренко В.И. Использование данных естественных и технических наук в уголовном судопроизводстве. Киев, 1980. С. 114.

Правовым основанием использования этих знаний выступают нормы процессуального законодательства. Критерий законности предполагает независимость эксперта, непредвзятое его отношение к проводимому исследованию, соблюдение процессуального закона при назначении, проведении, оформлении результатов исследований и их оценке, а также соблюдение прав и обязанностей участников экспертизы. Исходя из требований процессуального закона, для использования результатов экспертизы в ходе судебного разбирательства, ее структура и содержание должны соответствовать требованиям нормативно-правовых актов. Описание применения методов судебной экспертизы происходит в исследовательской части заключения эксперта, в которой должны отражаться сведения о:

- состоянии объектов экспертизы;
- принятой схеме исследования;
- об использованных методах исследования и технических условиях их применения;
- результатах проведенных экспертом экспериментов;
- нормативных правовых актах и справочной литературе, использованных в ходе исследования;
- экспертной оценке результатов проведенного исследования.

Методика исследования описывается таким образом, чтобы можно было судить о полноте ее применения экспертом и, при необходимости, проверить правильность выводов путем воспроизведения исследования. Применение методов судебной экспертизы не должно нарушать законных прав граждан, не ущемлять их достоинства, не противоречить моральным, этическим и общественным нормам, исключать угрозу и насилие и не приводить к нарушению норм процессуального права. Применяться могут лишь те методы исследования, которые отвечают конституционным принципам законности и нравственным критериям современного общества.

Одним из важнейших критериев применения методов является их безопасность. Применение метода не должно подвергать опасности жизнь и

здоровье граждан. Поскольку объектами исследования могут быть не только предметы, но и люди, данный критерий можно выделить как основной, так как при экспертных исследованиях могут использоваться методы, способные причинить вред здоровью. В предусмотренных законом случаях, когда при производстве экспертизы могут присутствовать другие участники судебного разбирательства, эксперт обязан убедиться в безопасности применения того или иного метода и потребовать выполнения предписаний техники безопасности. Например, при исследовании веществ и материалов необходимо использование специальной одежды (халат, перчатки) для предотвращения попадания опасных реактивов на открытые участки кожного покрова. При выборе метода исследования эксперт должен убедиться, что данный метод будет наиболее эффективным и экономичным, т.е. позволит в оптимальные сроки и с максимальной продуктивностью достигнуть намеченной цели.

Важнейшим критерием методов экспертного исследования является единообразие. Анализ экспертной практики показывает, что даже при соблюдении общего требования к научности методов, в случаях, когда один и тот же объект исследуется разными методами, естественная погрешность и личностный фактор могут привести к ошибке, а порой к прямо противоположным результатам (что мы зачастую имеем, когда исследования производятся в экспертных учреждениях различных ведомств). Требование единообразия косвенным образом было утверждено практикой стандартизации и паспортизации методик экспертного исследования. А.И. Винберг считает, что «метод в большей степени отражает принцип подхода к проведению теоретического исследования или практических действий, направленных на достижение определенной цели, соответствующей возможностям метода»<sup>1</sup>; правильный выбор зависит, в том числе, и от понимания экспертом гносеологической сущности методов судебной экспертизы. Осознанное, целенаправленное использование метода служит основой всякого и теоретического, и

---

<sup>1</sup> Винберг А.И. Судебная экспертология (общетеоретические и методологические проблемы судебных экспертиз). М., 1979. С. 12.

практического познания. Каждый метод применяется для решения определенного круга задач, т.е. функциональные возможности метода всегда должны быть четко обозначены. Если при этом будут также четко определены и реализованы необходимые условия применения метода, то это гарантирует получение определенных достоверных результатов. Необходимо помнить, что каждый случай применения метода подчиняется закономерностям, общим для любой деятельности человека. Наряду с этим, эффективное применение методов должно основываться на методологии научного познания материального мира, логике и психологии правильно протекающих познавательных процессов, осуществляться в рамках требований уголовно-процессуального закона, предусматривать широкое, интенсивное и правильное использование современных достижений криминалистической науки и судебной экспертизы.

### **1.3 Классификация методов экспертных исследований**

В настоящее время в экспертных исследованиях применяются различные методы. Это обусловлено тем, что решение задач судебной экспертизы без использования как общенаучных, так и специальных методов и средств нельзя. Их применение зависит от конкретного вида экспертного исследования, поставленных задач и объекта исследования. При этом конкретно определить применяемые методы невозможно, можно выделить лишь те или иные их группы в зависимости от решаемых задач.

Обстоятельная характеристика методов экспертного исследования впервые была дана А.Р. Шляховым в 1972 году. В последующем были разработаны классификации методов по различным основаниям:

- по степени общности и субординации;
- по источнику происхождения;
- по целевому назначению (решаемым задачам);



по характеру получаемой информации (выявляемые свойства и признаки объектов);

по природе явлений, лежащих в основе метода;

по областям науки, из которых они заимствованы;

по стадиям экспертного исследования.

### *1.3.1 Классификация методов по степени общности и субординации*

Вопросам классификации экспертных методов посвящены работы А.И. Винберга, А.Р. Шляхова, И.В. Постики, Т.В. Аверьяновой, Е.Р. Россинской.

Основной классификацией методов экспертных исследований в настоящее время принята классификация по степени общности и субординации.

Предложено три варианта классификаций по данному основанию, которые в основных чертах совпадают.

Классификация А.И. Винберга и А.Р. Шляхова состоит из четырех уровней:

- всеобщий метод - материалистическая диалектика;
- общие (познавательные) методы - наблюдение, измерение, описание, эксперимент, моделирование и другие;
- частные инструментальные и иные вспомогательные технические методы;
- специальные методы<sup>1</sup>.

Т.В. Аверьянова также предложила четырехуровневую систему классификации экспертных методов: всеобщие, общие, частнонаучные и специальные (монообъектные) методы<sup>2</sup>.

Классификация Е.Р. Россинской включает: логические методы, общенаучные методы, общеэкспертные методы и частноэкспертные методы<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Винберг А.А., Шляхов А.Р. Общая характеристика методов экспертного исследования // Общее учение о методах судебной экспертизы: Сб. научн. тр. ВНИИСЭ - М., 1977. Вып. 28. С.32

<sup>2</sup> Аверьянова Т.В. Содержание и характеристика методов судебно-экспертных исследований. Алма-Ата, 1991. С. 112.

Все предложенные классификации имеют четырехуровневую структуру.

Высшим является метод диалектического материализма как всеобщий метод познания.

*Всеобщий метод* - это диалектико-материалистический метод, который пронизывает все уровни и всю структуру методов, т.к. является базой для их развития. Всеобщий метод определяет, что при решении любых вопросов, в том числе возникающих при расследовании и раскрытии преступлений, соблюдается объективный подход к исследуемым явлениям, учитываются все их отношения и связи, а также собственное движение, собственная жизнь исследуемых явлений со всеми присущими им противоречиями.

Основными категориями диалектического материализма являются: качество и количество, противоречие, причинность, сущность и явление, содержание и форма, случайность и необходимость, возможность и действительность и др.

Непосредственно к диалектическому методу примыкают и формально-логические операции познания (законы, категории формальной логики): индукция и дедукция, анализ и синтез, сравнение, обобщение и др.

Рассмотрим основные логические методы, используемые в экспертных исследованиях.

*Индукция* - метод опытного познания явлений от отдельных фактов к общему положению. В реальном познании индукция всегда выступает в единстве с дедукцией. Непосредственной основой индуктивного умозаключения является повторяемость явлений действительности, их свойств и признаков. Обнаруживая сходные признаки у многих объектов, можно сделать вывод, что эти признаки присущи всем предметам определенного класса.

*Дедукция* - форма мышления, когда новая мысль выводится чисто логическим путем из некоторых данных мыслей - посылок.

---

<sup>1</sup> Россинская Е.Р. Общеэкспертные методы исследования вещественных доказательств и проблемы их систематизации // Сб. научных трудов ЭКЦ МВД России. - М., 1995. С.45

Индукция и дедукция - это парные, взаимосвязанные способы познания, причем первый - это способ познания от частного к общему, а второй - способ рассуждения, когда вывод строится от общего к частному.

Анализ и синтез также представляют собой два взаимосвязанных метода.

*Анализ* - это метод исследования, состоящий в том, что изучаемый предмет мысленно или практически расчленяется на составные элементы (признаки, свойства, отношения), каждый из которых затем исследуется в отдельности как часть расчлененного целого для того, чтобы выделенные в ходе анализа элементы соединить с помощью другого логического приема - синтеза - в целое, обогащенное новыми знаниями.

Любое экспертное исследование начинается с анализа представленных на экспертизу материалов, в процессе исследования проводится анализ выявленных свойств и признаков исследуемых объектов.

*Синтез* - это мысленное соединение частей предмета, расчлененного в процессе анализа, установление взаимодействия и связей частей и познание этого предмета как единого целого.

Синтез всех установленных в процессе экспертного исследования фактов приводит экспертов к выводу - ответу на поставленный перед экспертизой вопрос.

*Сравнение* - это сопоставление объектов с целью выявления черт сходства или различия между ними (или того и другого вместе).

При сравнениях, производимых в криминалистических целях, большое значение имеет частота встречаемости признаков. Чем реже они встречаются, тем большее значение имеет результат сравнения.

*Обобщение* - логический прием перехода от единичного к общему, от менее общего к более общему знанию.

Общие методы (общепознавательные, общенаучные) - это универсальные методы исследования, т.к. каждый из них может использоваться для решения большой группы вопросов, которые ставятся перед судебной экспер-

тизой. Общие методы применяются в экспертизе всех родов на основных стадиях экспертного исследования. К ним относят: наблюдение, измерение, описание, эксперимент, моделирование.

Рассмотрим основные *общие методы* экспертных исследований.

*Наблюдение* - это метод исследования предметов и явлений объективной действительности в том виде, в каком они существуют и происходят в природе и в обществе в естественных условиях и являются доступными непосредственному восприятию человека. Научное наблюдение отличается от простого восприятия конкретной целью, планируется по заранее обдуманной процедуре, фиксируется. Оно не может применяться в отрыве от других методов.

Наблюдение при экспертном исследовании используется либо для выявления (обнаружения) микрообъектов или следов на предметах-носителях, либо для установления конкретных свойств и признаков исследуемого объекта. Некоторые факты, установленные путем наблюдения, могут иметь доказательственное значение, а другие - могут служить основой для построения версий.

*Измерением* какой-либо физической величины называется операция, в результате которой мы узнаем, во сколько раз измеряемая величина больше или меньше соответствующей величины, принятой за единицу.

Основной задачей физического эксперимента является измерение численных значений наблюдаемых физических величин.

*Описание* - это фиксирование результатов наблюдений посредством обычного текста, рисунков, цифр, графиков, схем, символов и т. п. При этом информация обобщается. Описание может быть непосредственным, когда отображаются результаты наблюдения объекта самим экспертом, либо опосредственным, когда в нем указаны результаты, полученные другими лицами, участвующими в исследовании или с помощью технических средств.

*Эксперимент* - это опытное действие, искусственное систематическое изменение условий наблюдения явления, его связи с другими явлениями.

Эксперимент отличается от наблюдения активным вмешательством экспериментатора в процессы развития наблюдаемых явлений. Любой эксперимент основан на моделировании изучаемых явлений.

В судебной экспертизе широко распространен эксперимент, проводимый экспертом в целях выявления механизма взаимодействия объектов экспертного исследования, механизма слеодообразования, получения экспериментальных образцов для сравнительного исследования.

*Моделирование* - опосредственное исследование изучаемого объекта в тех случаях, когда объект недоступен для непосредственного изучения. Суть моделирования состоит в замене объекта-оригинала моделью, т.е. специально созданным аналогом.

Моделью можно назвать любой специально созданный предмет, наделенный признаками вещественных доказательств.

Модельный эксперимент - обязательная стадия экспертного исследования при решении задач, связанных с декодированием источников информации на фоне естественных помех.

При решении конкретных задач в отношении определенных объектов используются разные частные аналитические (инструментальные) и специальные методы.

*Частные (инструментальные, частнонаучные, общеэкспертные) <sup>1</sup>методы* - это методы, применяющиеся либо в одной конкретной области научного знания, либо в нескольких науках для изучения морфологических и субстанциональных свойств объектов.

Существует множество классификаций частных методов. В судебной экспертизе традиционно выделяют восемь основных классов методов, отличающихся принципами построения и набором технических средств:

- 1) микроскопические (оптическая и электронная микроскопия);

---

<sup>1</sup> Аверьянова Т.В. Содержание и характеристика методов судебно-экспертных исследований. С. 132-133. Россинская Е.Р. Общеэкспертные методы исследования вещественных доказательств и проблемы их систематизации // Сборник научных трудов ЭКЦ МВД России. М., 1995.

- 2) фотографические (запечатлевающие, измерительные, исследовательские);
- 3) химические (разделение и концентрирование, определение качественного и количественного состава соединений и смесей);
- 4) спектральные (элементного и молекулярного состава);
- 5) хроматографические (газовая хроматография, тонкослойная хроматография, жидкостная хроматография);
- 6) рентгеновские (просвечивающие и дифракционные методы);
- 7) физико-технические (определение механических, тепловых, электрических, магнитных свойств);
- 8) математические (математическая логика, теория вероятностей, математический анализ и др.).

Все перечисленные выше классы делятся на роды, виды и подвиды по целевому назначению, способу регистрации изучаемых свойств объектов и т.п. Например, класс микроскопических методов делится на методы оптической и электронной микроскопии. Методы электронной микроскопии в свою очередь делятся по способу исследования объектов на:

- просвечивающие микроскопы,
- растровые электронные микроскопы,
- отражательные микроскопы,
- эмиссионные электронные микроскопы.

*Специальные методы* (монообъектные, частно-экспертные) это методы, разрабатываемые или приспособляемые для исследования конкретного, единичного объекта или применяемые только в экспертизах данного рода.

Такие методы создаются либо на основе приспособления существующих в других областях знаний, науках, методах, либо создаются специально экспертами на основе их.

### *1.3.2 Классификация методов по решаемым задачам, характеру получаемой информации, по природе явлений, лежащих в основе метода*

По решаемым задачам можно разделить методы на следующие группы:

- методы обнаружения следов или иных объектов и их фиксации;
- методы предварительного исследования объектов с целью установления их природы и выбора направления исследования;
- методы аналитического и сравнительного исследования объектов;
- методы оформления результатов исследования.

По характеру получаемой информации частные методы экспертного исследования можно разделить на методы:

- морфологического анализа, то есть изучения внешнего и внутреннего строения физических тел на макро-, микро- и ультра-, микроуровнях;
- анализа состава материалов и веществ (элементного, молекулярного (структурно-группового), фазового, фракционного); анализа структуры вещества;
- анализа отдельных свойств вещества (физических, химических, биологических и др.).

Для инструментальных методов, используемых в экспертных исследованиях, удобна классификация их по природе явлений, лежащих в основе метода. Выделяют следующие группы:

- микроскопические методы (световая и электронная микроскопия);
- атомный спектральный анализ (атомно-абсорбционный спектральный анализ, атомно-эмиссионный спектральный анализ);
- молекулярный спектральный анализ (спектрофотометрия в видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной областях спектра, люминесценция, спектроскопия комбинационного рассеяния, спектроскопия электронного парамагнитного резонанса и ядерно- магнитного резонанса);
- масс-спектрометрические методы;
- рентгеноспектральные методы (электронно-зондовый микроанализ и рентгенофлуоресцентный анализ);

- рентгенографические методы (рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ);
- разделительные методы (хроматография, капиллярный, электрофорез и др.).

Все представленные классификации являются достаточно условными и допускают «пересечение» методов.

### *1.3.3 Классификация методов по источнику происхождения, по областям науки, из которых они заимствованы, по стадиям экспертного исследования*

*По источнику происхождения* и степени приспособленности к нуждам уголовного судопроизводства методы разделяют на три группы:

- 1) заимствованные из других областей науки и техники и применяемые в непреобразованном виде;
- 2) заимствованные из других областей науки и техники, и преобразованные, приспособленные для целей расследования раскрытия преступлений (специальные приемы судебной фотографии, методы исследования документов в ультрафиолетовом инфракрасном свете и др.);
- 3) разработанные специально для целей расследования и раскрытия преступлений (методы дактилоскопии и почерковедения и др.).

Классификацию методов *по областям науки, из которых они заимствованы*: физические, химические, биологические и так далее - также можно отнести к классификации по источнику происхождения. Однако такая классификация очень условна, так как многие современные аналитические методы сформированы на основе интеграции различных областей знаний, например, физико-химические, биохимические, биофизические методы и т. и. Кроме того, в такой классификации сложно определить место морфологическим методам, имеющим очень большое значение в экспертных исследованиях.



Классификация методов также возможна *по стадиям экспертного исследования*: подготовительной, аналитической, экспериментальной, сравнительной, синтезирующей.

Комплекс методов, применяемых для каждой из этих стадий, позволяет решать специфические экспертные задачи, однако это уже будет классификация скорее методик, а не методов.

Метод или комплекс методов - лишь составляющая, хотя и основная, часть экспертной методики.

Так в рамках нашей работы не представляется возможным рассмотреть сколько – ни будь подробно все частные и специальные методы исследований, мы остановились на анализе тех, без понимания сути которых будет сложно разобраться и в самих естественнонаучных методах.

Система общеэкспертных методов исследования вещественных доказательств включает методы: 1) измерений; 2) морфологического анализа; 3) анализа состава; 4) анализа структуры<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Аверьянова Т. В., Белкин Р. С., Корухов Ю. Г., Российская Е. Р. Криминалистика. Учебник для вузов. Под ред. Заслуженного деятеля науки Российской Федерации, профессора Р. С. Белкина. — М.: Издательство НОРМА (Издательская группа НОРМА—ИНФРА • М), 2000. С.23

## **Глава 2. Метрологические и математические методы исследования**

### **2.1 Основные понятия криминалистической метрологии**

В главе I мы уже упоминали о математических методах как одних из общенаучных методов, наиболее часто используемых в судебных экспертизах, и перечислили их основополагающие виды: измерение, вычисление, геометрические построения. В этой главе более подробно будут рассмотрены отдельные виды, которые чаще всего находят применение в совокупности с большинством естественно-научных методов, без понимания сути которых будет сложно разобраться и в самих естественно-научных методах.

Математические и метрологические методы, используемые в судебных экспертизах, помогают решить широкий спектр частных задач - от вычисления коэффициента встречаемости различных признаков объектов судебной экспертизы до их количественных и линейных измерений. Чаще всего применяются измерительные и вычислительные методы, разработанные такими науками, как метрология, теория вероятности, математическая статистика и вычислительная математика.

Исследование любого объекта экспертизы - это сложный многостадийный процесс. На стадии аналитического исследования свойств и признаков объекта экспертизы можно выделить следующие этапы: постановка задачи, выбор метода и схемы анализа, подготовка пробы к анализу, измерения, обработка результатов измерений. Рассмотрим некоторые общие положения этапа «измерения» и методы обработки результатов измерения<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Андрианова И.П., Беляева Л.Д., Богословский Ю.Н., Быков Б.С., Голубев В.В., Гусев А.А., Кузнецов А.С., Курдинов Г.М., Одинцова К.И., Поташник С.И., Пчелинцев А.М., Шляхов А.Р. Классификация и перечень основных методов судебной экспертизы. – М.: ВНИИСЭ, 1977. С.67

Метрология (от греч. *metron* - мера и *logos* - слово, учение) - это наука об измерениях, методах и средствах достижения их единства и способах достижения требуемой точности<sup>1</sup>.

Основные задачи метрологии:

- установление единиц измерения и воспроизведение их в виде конкретных эталонов с максимально возможной (метрологической) точностью;
- разработка методов передачи верных значений единиц от эталонов к рабочим мерам и измерительным приборам;
- разработка методов высокоточных измерений;
- осуществление поверок мер и измерительных приборов, при меняемых в науке и во всех отраслях народного хозяйства.

Задача метрологии в криминалистике - обеспечение точности измерений разных параметров и свойств объектов исследования, стандартизация методик экспертного исследования для внедрения в экспертную практику более эффективных и надежных методов.

Измерение является основным средством объективного познания окружающего мира. Поэтому измерения должны отвечать таким важным критериям, как достоверность, повсеместная понятность и требуемая точность.

Физическая величина или просто величина — это количественная характеристика свойств физического тела или системы тел, процессов и явлений. Например, длина, масса, скорость, сила, температура, напряженность электрического поля, период колебаний - все это физические величины.

Физические величины проявляются в виде их конкретных реализаций. Например, расстояние между зрачками глаз и высота Эйфелевой башни являются конкретными реализациями физической величины - длины. Масса книги и масса спутника Земли - суть частные реализации физической величины - массы. Частные реализации одной величины называются однородными

---

<sup>1</sup> Политехнический словарь / Под ред. И. И. Артоболевского. С. 287; ГОСТ 16263–70 «Метрология. Термины и определения».

ми величинами. Однородные величины отличаются друг от друга размером, т. е. количественно. Сравнение размеров двух однородных величин производится в процессе измерения.

Измерение какой-либо физической величины - операция, в результате которой мы узнаем, во сколько раз измеряемая величина больше или меньше соответствующей величины, принятой за единицу<sup>1</sup>.

Единица измерения - это конкретное значение физической величины, принятое за основание при сравнении для количественной оценки однородных величин.

Числовое значение измеряемой величины - это отвлеченное число, равное отношению измеряемой величины к единице ее измерения. К результату измерения предъявляются следующие требования:

- 1) результат измерения должен быть выражен в узаконенных единицах, например линейные величины измеряют в мм;
- 2) у результата измерения должна быть определена погрешность  $\Delta A$ ;
- 3) погрешность не должна превышать нормы - быть не более 1 - 3% или трехкратной величины цены деления средства измерения.

Следует помнить, что никакое измерение не может быть выполнено абсолютно точно, поскольку измерения проводят с помощью измерительных приборов, которые тоже имеют ошибку по сравнению с эталонами. Очевидно, что, измеряя с помощью такого инструмента некоторую величину, мы не можем сделать ошибку меньше, чем та, что определяется погрешностью измерительного устройства. Если есть линейка, про которую известно, что ее длина определена с точностью до 0,1 % (т. е. с точностью 1 мм при метровой длине), то применяя ее, нельзя пытаться измерить длину с точностью до 0,01 %. Это очевидное положение иногда забывают. Итак, в результате измерений мы всегда получаем нужную величину с некоторой погрешностью (ошибкой). Погрешности средств измерений - отклонения метрологических свойств

---

<sup>1</sup> Зайдель А. Н. Ошибки измерений физических величин. Л.: Наука, 1974. С. 4.

или параметров средств измерений от номинальных, влияющие на погрешности результатов измерений (создающие так называемые инструментальные ошибки измерений). Погрешность результата измерения - отклонение результата измерения от действительного (истинного) значения измеряемой величины. В задачу измерений входит не только нахождение самой величины, но также и оценка допущенной при измерении погрешности.

Абсолютные и относительные ошибки измерения.

Указание абсолютной ошибки измерения мало что говорит о действительной точности, если не сопоставить величину ошибки с самой измеряемой величиной и получить, таким образом, относительную ошибку измерения. Так, например, абсолютная ошибка, равная 10 см при измерении 1 м, свидетельствует о низкой точности измерения, а при измерении с этой же ошибкой расстояния между городами можно говорить даже об излишней точности измерения.

Систематические, случайные ошибки измерения и промахи.

Промахи - очень грубые ошибки, связанные, как правило, с невнимательностью исследователя. Например, вместо величины 23,83 записывают значение 28,83 и т. д. Такие ошибки сложно выявить. Установить их возможно только при измерении другими методами или другим человеком.

Систематические ошибки: 1) ошибки, природа которых нам известна, и величина их может быть точно определена. Такие ошибки устраняются введением поправочного коэффициента (например, стрелка весов стоит не на 0, а на 20 мг); 2) ошибки известного происхождения, но неизвестной величины. Например, на приборе указан класс точности 0,5, значит, показания правильны с точностью 0,5 %. Шкала вольтметра от 1 до 150 В, ошибка составляет 0,75 В и измеренная величина, например, 80 В, будет иметь погрешность  $80 \pm 0,75$  В; 3) ошибки, о которых мы не подозреваем, хотя величина их может быть очень значительной (обычно проявляются при сложных измерениях). Например, определяем плотность материала, деля его массу на объем, а материал внутри имеет полость. Чтобы убедиться в отсутствии таких ошибок,

проводят измерения другим методом; 4) ошибки, связанные со свойствами измеряемого объекта (измерение поверхности цилиндра, имеющего в основании не круглое, а овальное сечение; измерение электропроводности материала проволоки, имеющей дефект - утолщение, трещину, неоднородность).

Случайные ошибки - это ошибки, о появлении которых не может быть сделано точного предсказания. Правила определения таких ошибок изучаются в теории ошибок - математической дисциплине, основанной на законах теории вероятности<sup>1</sup>.

Чтобы выявить случайную ошибку, нужно сделать несколько повторных измерений. Если они отличаются, то мы имеем дело с ситуацией, когда случайные ошибки играют существенную роль.

## **2.1 Средства измерения, используемые в экспертной практике**

Средство измерений - техническое средство, используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические характеристики. Метрологическими называют характеристики, оказывающие влияние на результат и погрешность измерения. Они входят в состав технических характеристик, определяющих свойства средств измерений (например, диапазон частот, габаритные размеры, вид электропитания и др.). Под нормированием метрологических характеристик понимается количественное задание определенных номинальных значений и допустимых отклонений от этих значений. Нормирование метрологических характеристик позволяет оценить погрешность измерений, обеспечить возможность сравнения средств измерений между собой и оценку погрешностей измерительных систем и установок на основе метрологических характеристик входящих в их состав средств измерений. Именно нормирование метрологических характеристик отличает средства измерений от других подобных технических средств (например, измеритель-

---

<sup>1</sup> Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М., 2003; Кремер Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник. М., 2010.С.69

ный трансформатор от силового трансформатора, измерительный усилитель от обычного усилителя)<sup>1</sup>.

В метрологии все средства измерений принято делить на шесть основных видов: меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, вспомогательные средства измерений, измерительные установки и измерительные системы. Нормативное закрепление подобной градации прослеживается в ГОСТ 8.009—84. Рассмотрим подробнее каждый из видов.

**Мера** — средство измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера. Например, гиря — мера массы, измерительная колба — мера объема.

Меры могут быть как однозначные, так и многозначные. Однозначная мера воспроизводит физическую величину одного размера (гиря), многозначная воспроизводит ряд одноименных величин различного размера (линейка с делениями).

В ряде случаев для измерений используется специально подобранный комплект - набор мер, которые могут применяться как по отдельности, так и в различных сочетаниях с целью воспроизведения ряда одноименных величин различного размера (например, наборы разновесов, мерных колб, щупов, радиусных шаблонов).

**Измерительный преобразователь** - средство измерений, преобразующее измеряемую физическую величину в сигнал для последующей передачи, обработки, хранения или регистрации. В отличие от измерительного прибора сигнал на выходе измерительного преобразователя (выходная величина) не поддается непосредственному восприятию наблюдателя. Примерами такого средства измерения могут служить термопара, фотоэлементы, измерительные трансформаторы и др.

Измерительный преобразователь, к которому подводится измеряемая величина, называют *первичным измерительным преобразователем*. Первич-

---

Гвоздев В. Д. Прикладная метрология: величины и измерения. М., 2011. С.34-36

ные измерительные преобразователи, размещаемые непосредственно на объекте исследования и удалении от места обработки, отображения и регистрации измерительной информации, называют иногда датчиками. Датчик воспринимает контролируемую величину и преобразует ее в выходной сигнал, удобный для передачи на расстояние и воздействия на последующие элементы автоматических устройств (датчики температуры, датчики влажности в системах безопасности). Измерительный преобразователь, предназначенный для изменения размера величины в заданное число раз, называют масштабным измерительным преобразователем.

Измерительные преобразователи в зависимости от вида (аналоговый, кодированный) входного и выходного сигналов относят к одной из следующих групп: а) аналоговые измерительные преобразователи, у которых на входе и выходе аналоговые сигналы; б) аналого-цифровые измерительные преобразователи, имеющие на входе аналоговый сигнал, а на выходе - кодированный сигнал; в) цифро-аналоговые измерительные преобразователи, у которых на входе кодированный сигнал, а на выходе - аналоговый (квантованный) сигнал.

**Измерительный прибор** - это средство измерений, предназначенное для выработки сигнала, функционально связанного с измеряемой величиной, например в виде цифрового отсчета на отсчетном устройстве. Измерительный прибор, показания которого являются непрерывной функцией изменений измеряемой величины, называют аналоговым измерительным прибором. Например, электроизмерительный прибор с отсчетным устройством в виде стрелки и шкалы - аналоговый прибор. Такими приборами являются, в частности, индикатор - для измерения малых линейных размеров; жидкостной термометр - для измерения температуры; секундомер - для измерения времени. Измерительный прибор, автоматически вырабатывающий дискретный (кодированный) сигнал измерительной информации и дающий показания в



цифровой форме, называют цифровым измерительным прибором, например цифровой секундомер, лазерный дальномер<sup>1</sup>.

Измерительные приборы и преобразователи, которые обобщенно называют *измерительными устройствами*, являются наиболее многочисленной группой средств измерений. В силу большого разнообразия их классифицируют по различным признакам: способу представления информации, используемым физическим процессам, физической природе измеряемой величины, виду измеряемой величины или сигнала измерительной информации, используемым методам измерений, особенностям структурных схем и др.

Кроме того, измерительные устройства можно классифицировать:

- по способу применения и конструктивному исполнению (стационарные, щитовые, панельные, переносные);
- принципу действия с учетом конструкции (с подвижными частями и без подвижных частей); а для приборов с механической частью также по способу создания противодействующего момента (механическое противодействие, магнитное или на основе электромагнитных сил);
- характеру шкалы и положению на ней нулевой точки (равномерная шкала, неравномерная, с односторонней, двухсторонней (симметричной и несимметричной), с безнулевой шкалой);
- конструкции отсчетного устройства (непосредственный отсчет, со световым указателем - световым зайчиком, с пишущим устройством, язычковые - вибрационные частотометры, со шкалой на оптоэлектронном эффекте-люминофор, жидкокристаллические (ЖК), диодные (СИД));
- точности измерений (нормируемые и ненормируемые — индикаторы или указатели);
- роду измеряемой величины (вольтметры, амперметры, веберметры, частотометры и т. д.).

---

<sup>1</sup> Практическое руководство по производству судебных экспертиз для экспертов и специалистов: Науч.-практ. пособие / Под ред. Т. В. Аверьяновой и В. Ф. Статкуса. М.: ЮРАЙТ, 2013.

Многообразие средств измерения не позволяет в данном разделе описать их все. Мы остановимся только на самых распространенных измерительных устройствах (средствах), чаще всего используемых в судопроизводстве.

**Линейные измерения** состоят в определении расстояния по прямой между двумя точками. Исходной единицей является метр. Используемые для проведения таких измерений меры длины подразделяются на штриховые и концевые.

Линейные размеры предметов могут определяться с помощью простых измерительных приспособлений и сложных приборов и инструментов. Для измерения линейных размеров объектов в процессе производства следственных действий могут применяться рулетки, мягкие или складные метры, миллиметровые линейки. Точность, с которой производятся измерения с помощью данных средств, невелика, но, как правило, отвечает требованиям практики.

**Измерение угловых величин.** Под углом (плоским) в геометрии понимается фигура, образованная двумя лучами (сторонами), выходящими из одной точки (вершины). Если вершину угла поместить в центре окружности произвольного радиуса, то величина этого угла определится той частью окружности, которая заключена между сторонами угла. Угол, между сторонами которого заключена  $1/360$  часть окружности, имеет величину 1 градус. Кратная к градусу единица измерения — 1 мин ( $1/60$  град) и 1 с ( $1/60$  мин).

Измерение углов может быть необходимым в криминалистических исследованиях для установления, например, угла разворота стопы, если обнаружена дорожка следов, или лобно-носового угла человека в криминалистической габитоскопии (угол образуют линия, проходящая через межбровную и верхненосовую точки, и линия спинки носа). Для измерения углов используются транспортиры, угломеры и т. д.

**Измерение массы.** Определение массы тела  $m$  называется **взвешиванием** и производится сравнением ее с массой рабочих мер (гирь) в условиях

равного ускорения свободного падения  $m_1g = m_2g$ , где  $g$  - ускорение свободного падения. Эти рабочие меры делятся на аналитические и технические (1-го, 2-го и 3-го классов) гири.

Для целей судопроизводства может быть необходимо взвешивание объектов массой от десятков килограммов (и более) до тысячных долей миллиграмма (микрообъекты - вещественные доказательства).

Взвешивание объектов с большой массой (металлических изделий, строительных материалов, пищевых продуктов и т. и.) производится на технических, торговых или медицинских весах. Для взвешивания объектов с малой массой (например, фрагментов бумаги и ткани, волос, частиц наркотических и лекарственных веществ, лакокрасочных материалов, стекла) используют аналитические весы. Чаще всего применяются оба вида весов.

**Измерение времени** - это сопоставление длительности интересующего исследователя процесса, события с другим, эталонным. Например, в ходе следственного эксперимента необходимо выяснить, за какое время обвиняемый мог вынести со склада 15 видеомагнитофонов и 5 телевизоров и погрузить их в свой грузовик. Измерение времени в этом случае позволяет установить длительность события в целом или отдельных его элементов.

Действие любого прибора для измерения времени основано на постоянных периодических процессах: вращении Земли, электрических колебаниях, колебаниях маятника, кварцевой пластины, атомов в молекуле, явлении радиоактивного распада и т. п. Измерительным средством при этом служат часы, хронометры, секундомеры и проч. Механические счетчики времени из-за относительно большой инерции движущихся деталей позволяют добиться точности, не превышающей десятых или сотых долей секунды. Так, для измерения времени с точностью до 0,1 с применяются стрелочные секундомеры, а для более точных измерений (0,01 с и выше) — электронные миллисекундомеры.

**Измерение температуры** также достаточно часто требуется и в судебно-следственной практике. Информация о температуре кипения, плавления

вещества часто необходима при диагностирующих и идентификационных исследованиях различных веществ (автомобильного топлива, органических растворителей, алкогольных напитков и других спиртосодержащих жидкостей), температуры вспышки, воспламенения и самовоспламенения, температурные пределы взрываемости устанавливаются при исследовании обстоятельств возникновения взрывов и пожаров в уголовном и гражданском судопроизводстве.

Действие термометра по существу основано на изменении в зависимости от температуры каких-либо физико-химических свойств веществ, применяемых в качестве рабочего тела, например давления газов, объема жидкостей, электрического сопротивления, термоэлектродвижущей силы.

Всякое устройство для измерения температуры состоит из двух основных частей: узла, где происходит изменение свойств рабочего тела, и собственно измерительной части. Различают дилатометрические, манометрические, электрические, оптические и термохимические термометры.

Помимо измерительных устройств, часто на практике при проведении экспертных исследований используются вспомогательные средства измерения. Это средства измерений, влияющие на метрологические свойства другого средства измерений при его применении или поверке, например точность измерения расхода газа или линейных размеров тел зависит от температуры, измеряемой термометром, который и является вспомогательным средством измерения.

Совокупность функционально объединенных средств измерений и вспомогательных устройств, например термопара и милливольтметр, называется измерительной установкой.

Измерительные системы - совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств, размещенных в разных точках контролируемого объекта и т. п. с целью измерений одной или нескольких физических величин, свойственных этому объекту, и выработки измерительных сигналов в

разных целях. Примером можно считать измерительную систему, входящую в состав противопожарных систем, которая измеряет температуру в помещении, влажность, задымленность<sup>1</sup>.

Для проведения судебно-экспертных исследований используется разнообразный спектр измерительных приборов.

---

<sup>1</sup> Белоглазов, С.М. Физико-химические методы анализа в криминалистике и судебной экспертизе / С.М. Белоглазов, Л.М. Соич // Актуальные проблемы криминалистической науки и практики. – Калининград: Изд-во КЮИ МВД России, 2010. С.34

### Глава 3. Методы морфологического анализа.

Под морфологией понимают внешнее строение объекта, а также форму, размеры и взаимное расположение (топографию) образующих его структурных элементов (частей целого, включений, деформаций, дефектов и т.п.) на поверхности и в объеме, возникающих при изготовлении, существовании и взаимодействии объекта в расследуемом событии. В этой группе общеэкспертных методов мы рассмотрим лишь методы оптической микроскопии, электронной микроскопии и рентгеноскопические методы<sup>1</sup>. Методы микроскопии в судебно-экспертных исследованиях используются с целью выявления микроморфологических признаков объектов и реализуются в качестве как непосредственного этапа внешнего осмотра, в ходе которого фиксируются состояние, особенности упаковки, масса или объем веществ, их цвет, запах, консистенция, гомогенность и наличие механических примесей, так и самостоятельного метода исследования, позволяющего разрешить те или иные экспертные задачи.

Существует несколько видов микроскопии: оптическая, электронная, рентгеновская (рентгеновская лазерная микроскопия), отличающиеся конструктивными элементами, деталями, узлами самих микроскопов, что обеспечивает наблюдение в разных диапазонах спектра электромагнитных лучей. При проведении исследований используются также много типов специализированных микроскопов: УФ- и ИК- микроскопы для осуществления исследований за пределами видимой области спектра; микроустановки для съемки движения микроорганизмов, процесса деления клетки, роста кристаллов; высокотемпературные микроскопы для исследования металлов, нагретых до 2000 С; микроскопы с дистанционным управлением для исследования радиоактивных материалов; интерференционные микроскопы; микроскопы-фотометры (в том числе сканирующие, цитофотометры) и т. д.

---

<sup>1</sup> Здесь описаны не все возможные методы, так как их число слишком велико, а лишь наиболее часто используемые в судебно-экспертной практике.

Возможности микроскопии как метода изучения малых объектов зависят от разрешающей способности, применения новых технологий оптических систем, стереоскопии, методов подготовки объекта (срезы, окрашивание препаратов, использование метода темного и светлого поля, поляризованного света и т. д.).

### **3.1. Оптическая микроскопия и ее основные характеристики.**

#### **Рентгеноскопические методы**

Оптическая (световая) микроскопия используется для наблюдения и изучения кристаллов, деталей микроструктуры металлов и сплавов, органических и неорганических веществ и их смесей. Необходимое изображение здесь возникает вследствие изменения амплитуды попадающего на микрообъекты света, поэтому данный метод называют амплитудной микроскопией.

Световая микроскопия обеспечивает увеличение до 2000—3000 раз, цветное и подвижное изображение живого объекта, возможность микросъемки и длительного наблюдения одного и того же объекта, оценку его динамики и химизма.

Возникновение изображения в микроскопе объясняется интерференцией когерентных групп волн, излучаемых дифракционным изображением. Световые волны, направляемые в микроскопе на микрообъект, проникая (отражаясь) через структурные элементы, дифрагируют и распространяются дальше под углом, запаздывая на одну, две или несколько длин волн. При освещении микрообъекта белым светом лучи длинноволновой части спектра дифрагируют в большей степени по сравнению с коротковолновыми и образуют в фокальной плоскости объектива вместо оптического изображения его дифракционную картину, состоящую из светлого центрального пятна (нулевой максимум) и концентрических окрашенных колец (максимумы других порядков). Эти волновые поля, распространяясь далее, попадают в окуляр, интерферируют друг с другом и образуют изображение структуры исследуемого микрообъекта.

Для получения изображения достаточно, чтобы в объектив попал первый дифракционный максимум. Однако чем больше дифракционных максимумов будет участвовать в формировании изображения микрообъекта, тем больше оно будет соответствовать действительности.

Структуру вещества или материала, рассматриваемого через микроскоп, можно различить лишь тогда, когда частицы препарата отличаются друг от друга и от окружающей их среды по поглощению (отражению) света или по показателю преломления. Поэтому в зависимости от характера вещества или материала в микроскопии применяются различные методы наблюдения, к которым относятся методы светлого поля, темного поля, исследования в поляризованных лучах, фазового контраста.

Метод светлого поля в проходящем свете применяется при исследовании прозрачных материалов с включенными в них абсорбирующими частицами и деталями, у которых различные участки структуры по-разному поглощают свет. Метод основан на освещении препарата пучком света перпендикулярно его поверхности. В этом случае объект помещается над постоянным источником света и под объективом микроскопа. Пучок лучей из осветительной системы проходит препарат и объектив и дает равномерно освещенное поле в плоскости изображения. Абсорбирующая частица на пути пучка света частично поглощает его, частично рассеивает, вследствие чего амплитуда прошедшего через частицу света будет меньше и частица выглядит на светлом фоне темным пятном<sup>1</sup>.

Метод светлого поля в отраженном свете применяется для наблюдения непрозрачных объектов, к примеру травленных шлифов металлов, различных минералов. В данном случае освещение объекта производится через объектив после того, как свет от источника поступает на отражательную сторону полупрозрачного зеркала. Затем, отразившись от объекта, свет снова проходит через объектив и полупрозрачное зеркало, которое в данном случае (в

---

<sup>1</sup> Кузнецов, П.С. Методы судебной экспертизы / П.С. Кузнецов // Криминалистика: проблемы теории и практики. – Екатеринбург: Изд-во УрЮИ МВД России, 2010. – Выпуск 1-2 (2009-2010). С.12.



направлении оптической оси) его пропускает. Так как разные участки объекта по-разному отклоняют падающий на них свет, а отраженные лучи имеют различную интенсивность, на выходе будет получено достоверное изображение объекта. Для проведения исследований по методу светлого поля в отраженном свете специально созданы металлографические микроскопы.

Темнопольная микроскопия позволяет увидеть только контуры объекта, но не дает возможности изучить внутреннюю структуру. Метод темного поля основан на эффекте, который достигается освещением объекта полым конусом света. В данном случае непрозрачные материалы, такие как, например, микроструктуры сплавов металлов, освещаются через специальную систему, состоящую из кругового зеркала, установленного в корпусе объектива, и кольцевого зеркала в плоскости полупрозрачной пластины. С помощью данной системы кольцевой световой поток, для создания которого используется специальная диафрагма, минует основную оптику микроскопа. Таким образом, ни один прямой луч не попадает в объектив: при отсутствии объекта поле зрения микроскопа будет темным, а при его наличии контрастный светлый объект будет виден на темном фоне в отраженном или рассеянном (диффузно отраженном) свете.

Для темнопольной микроскопии пользуются обычными объективами и специальными темнопольными конденсорами. Основная особенность темнопольных конденсоров заключается в том, что центральная часть у них затемнена и прямые лучи от осветителя в объектив микроскопа не попадают. Объект освещается косыми боковыми лучами, и в объектив микроскопа попадают только лучи, рассеянные частицами, находящимися в препарате<sup>1</sup>.

Люминесцентная микроскопия. Люминесцентная микроскопия основана на изучении структур микрообъектов, выявляемых по свечению, возбуждаемому коротковолновыми лучами спектра.

---

<sup>1</sup> Кузьмин Н. М. Аналитическая химия в криминалистике // Журнал аналитической химии. 1988. Т. 36. Вып. 1. С. 5–8.

В микроскопии люминесценцию обычно вызывают лучами спектральной области с длиной волны от 300 до 1000 нм, при этом область исследуемой люминесценции находится в пределах от 400 до 700 нм.

Различают первичную и вторичную люминесценцию. Первичная, или собственная, люминесценция обусловлена способностью объекта флюоресцировать. Вторичная люминесценция возникает после обработки объекта флуорохромными веществами.

Исследование может осуществляться в проходящем и падающем свете по методам темного и светлого полей, но при освещении микрообъектов по методу светлого поля наблюдаемое свечение более интенсивно, поэтому для исследования слабо люминесцирующих объектов предпочтительнее этот метод<sup>1</sup>.

Схема люминесцентного микроскопа отличается от схемы обычного микроскопа наличием двух светофильтров: в осветительной системе и после объектива. Первый выделяет возбуждающее излучение, а второй пропускает только свет флуоресценции. Важное значение в люминесцентной микроскопии имеет правильный подбор по спектральным характеристикам комбинации осветителя и светофильтров.

Ультрафиолетовая, инфракрасная и рентгеновская микроскопия позволяют проводить исследования за пределами видимой области спектра. Для визуализации изображения используются электронно-оптические преобразователи, телевизионные системы, фотографические устройства и др.

Ультрафиолетовая микроскопия (250—400 нм) применяется главным образом при исследовании неокрашенных биологических клеток и тканей, которые обладают избирательным поглощением в УФ-области.

Инфракрасная микроскопия осуществляется на специальных инфракрасных микроскопах, снабженных электронно-оптическими преобразователями. Этот метод позволяет исследовать непрозрачные для видимого света и

---

<sup>1</sup> Анчабадзе Н. А. и др. Методы и средства экспертных исследований. Волгоград: ВА МВД России, 2001.С.57.

УФ-излучения объекты, поскольку их структуры могут хорошо поглощать свет с длиной волны 750—1200 нм. Для инфракрасной микроскопии не нужна предварительная химическая обработка препаратов. Фотофиксация инфракрасного изображения не требует специальных приборов или осветителей. На обычном световом микроскопе с лампой накаливания в качестве источника света можно фотографировать микроскопическое изображение в инфракрасных лучах, если применять фотопластинки, чувствительные в инфракрасной области 0,8-1,5 мкм.

Инфракрасная микроскопия (0,75—1,2 мкм) позволяет изучать внутреннюю структуру некоторых видов стекол, кристаллов, минералов.

Рентгеновская микроскопия представляет собой совокупность методов исследования микроскопического строения объектов с помощью рентгеновского излучения. Предел разрешения рентгеновских микроскопов может быть на два-три порядка выше, чем световых, поскольку длина волны рентгеновского излучения на два-три порядка меньше длины волны видимого света.

1) Высоковольтная рентгеноскопия (дефектоскопия) используется для исследования внутренних дефектов в изделиях из металлов и сплавов или других материалов с большой плотностью. С помощью мощных рентгеновских установок с напряжением до нескольких сотен киловольт дефекты регистрируются либо на специальном экране, либо на рентгеновской пленке контактным или дистанционным методом. Используется для диагностики в инженерно-технологических (детали оборудования, изделия), трасологических (например, пломбы, замки), взрывотехнических (детали взрывных устройств) и некоторых иных экспертизах;

2) низковольтная рентгеноскопия - просвечивание объектов рентгеновскими лучами с помощью маломощных и низковольтных портативных рентгеновских аппаратов или рентгеновских установок для рентгенофазового анализа. Изображение регистрируется на рентгеновской пленке контактным (например, бумажных денег или документов) или дистанционным (например,

ювелирных камней, наслоений частиц стекла, металлов, лакокрасочных покрытий на ткани, деталях одежды) способом. Так, при изготовлении подлинных денежных билетов в России используются красители органической природы, в состав которых входят только легкие элементы. Поэтому эти купюры полностью прозрачны для рентгеновского излучения и при просвечивании не образуют тени на пленке или экране. Напротив, поддельные денежные билеты изготавливаются с использованием обычных красок, содержащих тяжелые металлы (свинец, железо, медь и проч.). Поэтому при их просвечивании на экране видно четкое изображение купюры;

3) рентгеновская микроскопия позволяет за счет широкого диапазона энергий (от десятков эВ до десятков кэВ) изучать структуру самых различных объектов, от живых клеток до тяжелых металлов. Рентгеновские микроскопы по конструкциям делятся на проекционные, контактные, отражательные и дифракционные. К сожалению, для исследования вещественных доказательств метод пока применяется мало<sup>1</sup>.

### **3.2 Методы электронной микроскопии**

Светопольная микроскопия при морфологическом исследовании объектов, имеющих сложную форму, детали которой расположены на различной высоте, ограничена вследствие малой глубины резкости обычных оптических систем, а также неизбежного влияния на качество изображения (при больших увеличениях) побочных явлений интерференции света, резкого падения освещенности. Исследовать детали поверхности с глубиной резкости, почти в 300 раз превышающей возможности оптического микроскопа, и изучать структуру объекта при увеличениях, достигающих 100 000х, позволяет электронная микроскопия.

---

<sup>1</sup> Естественно-научные методы судебно-экспертных исследований: Учебник / Под ред. Е. Р. Россинской. М.: Норма: ИНФРА-М, 2015. С.45

В электронном микроскопе вместо света для построения изображения используют поток электронов в вакууме. В качестве «линз», фокусирующих электроны, служит электромагнитное поле, создаваемое электромагнитными катушками. Изображение в электронном микроскопе наблюдают на флуоресцирующем экране. Разрешающая электронных микроскопов значительно выше, чем световых, и достигает  $1,5 \text{ \AA}$  ( $0,15 \text{ нм}$ ), что позволяет получить полезное увеличение в миллионы раз.

Электронная микроскопия - это совокупность методов исследования с помощью электронных микроскопов микроструктур тел (вплоть до атомно-молекулярного уровня), их локального состава и локализованных на поверхностях или в микрообъемах тел электрических и магнитных полей (микрочастиц). Наиболее широко применяются просвечивающая (трансмиссивная) и сканирующая электронная микроскопия<sup>1</sup>.

Методом электронной микроскопии могут быть исследованы объекты, поверхность которых сохраняет структуру в условиях высокого вакуума и не меняется под воздействием электронного пучка. Объекты исследований в электронной микроскопии - большей частью твердые тела.

Просвечивающая электронная микроскопия. Просвечивающий электронный микроскоп даст возможность «заглянуть» во внутренний мир строения материала изделия, наблюдать очень мелкие частицы включений, несовершенства кристаллического строения - субзерна, дислокации, которые невозможно разглядеть с помощью светового оптического микроскопа.

В просвечивающих электронных микроскопах (ПЭМ), в которых электроны с энергиями от  $1 \text{ кэВ}$  до  $5 \text{ МэВ}$  проходят сквозь объект, изучаются образцы в виде тонких пленок, фольги, срезов и т. п. толщиной от  $1 \text{ нм}$  до  $10 \text{ мкм}$  (от  $10 \text{ \AA}$  до  $10^5 \text{ \AA}$ ). Поверхностную и приповерхностную структуру массивных тел с толщиной существенно больше  $1 \text{ мкм}$  исследуют с помощью

---

<sup>1</sup> Микляева, О.В. 24-е заседание ФМКМС по судебной экспертизе и экспертным исследованиям [О пятой международной научно-практической конференции по криминалистике и судебной экспертизе на тему «Криминалистические средства и методы в раскрытии и расследовании преступлений», назначенной на 2-3 марта 2011 г.] / О.В. Микляева // Теория и практика судебной экспертизы. – М.: БСЭ РФЦСЭ при Минюсте России, 2010. – № 4

непросвечивающих (сканирующих) растровых и зеркальных электронных микроскопов, ионных и электронных проекторов.

Поверхностная геометрическая структура массивных тел изучается как прямым методом, когда непосредственно исследуется сам объект, так и методом реплик: с поверхности такого тела снимается отпечаток в виде топкой пленки углерода, коллодия, формвара и др., повторяющий рельеф поверхности и рассматриваемый в ПЭМ. Обычно предварительно на реплику в вакууме напыляется под скользящим (малым к поверхности) углом слой сильно рассеивающего электроны тяжелого металла (например, платины), оттеняющего выступы и впадины геометрического рельефа. При исследовании методом так называемого декорирования не только геометрической структуры поверхностей, но и микрополей, обусловленных наличием дислокаций, скоплением точечных дефектов, ступеней роста кристаллических граней, доменной структуры и т. д., на поверхность образца вначале напыляется очень тонкий слой декорирующих частиц (атомы золота, платины и др., молекулы полупроводников или диэлектриков), осаждающихся преимущественно на участках сосредоточения микрополей, а затем снимается реплика с включениями декорирующих частиц.

Метод просвечивающей электронной микроскопии позволяет изучать внутреннюю структуру исследуемых металлов и сплавов<sup>1</sup>.

Растровая, или сканирующая, электронная микроскопия основана на облучении изучаемого объекта хорошо сфокусированным (с помощью специальной линзовой системы) электронным пучком предельно малого сечения (зонд), обеспечивающим достаточно большую интенсивность ответного сигнала (вторичных электронов) от того участка объекта, на который попадает пучок. Чтобы получить информацию о достаточно большой области, дающей представление о морфологии объекта, зонд заставляют обегать (сканировать) заданную площадь по определенной программе. Пучок электронов совершает

---

<sup>1</sup> Митрошин, С.В. Методы исследования объектов судебной экспертизы / С.В. Митрошин, О.А. Щеглов; отв. ред. А.Н. Иванов // Актуальные проблемы современной юридической науки и практики. – Саратов: Изд-во СаратовУ, 2009. – Вып. 3. С.12-14.

возвратно- поступательное движение по линии или развертывается в растр - совокупность близко расположенных параллельных линий, вдоль которых пучок электронов обегает выбранный для исследования участок поверхности. Разного рода сигналы представляют информацию об особенностях соответствующего участка объекта. Размер участка определяется сечением зонда (от 1-2 до десятков ангстрем)<sup>1</sup>.

Основная область применения растрового электронного микроскопа (РЭМ) - анализ рельефа поверхности, в особенности изломов (фрактография). Достижение высокой разрешающей способности, связанной с тем, что изображение обычно формируется с помощью вторичных электронов, зона выхода которых ограничена малой областью вокруг места падения зонда, позволяет исследовать мельчайшие детали рельефа поверхности. РЭМ обеспечивает также большую резкость в сочетании с наглядностью изображения. Это дает возможность исследовать объекты с сильно развитой поверхностью.

Метод растровой электронной микроскопии позволяет изучать микротопографию (шероховатость) различных поверхностей материалов изделий, в частности: изучать микротопографию (фрактографию) поверхностей разрушенных образцов (изломов) после испытания и, проведя классификацию видов разрушения, в дальнейшем по виду излома судить об энергоемкости процесса разрушения; изучать поверхность металлоконструкций с целью обнаружения микротрещин; давать количественную оценку шероховатости поверхности металла с помощью специальных профилограмм, основанных на измерении тока отраженных электронов; изучать кинетику роста трещины в образце и отвечать на вопросы, где зародилась магистральная трещина, каковы направление и скорость ее распространения; изучать влияние фазовых выделений на механизмы разрушения; исследовать связь микротопографии изломов образцов с исходной структурой для выявления мест предпочтительного зарождения и распространения трещин; изучать морфологию фазо-

---

<sup>1</sup> Белкин Р.С. Курс криминалистики. В 3 т. Т.3: Криминалистические средства, приемы и рекомендации. – М.: Юристъ, 1997. С..35

вых составляющих и их объемную конфигурацию на поверхности травленных микрошлифов и изломов.

Разработаны многочисленные методы, основанные на возможностях ПЭМ и РЭМ. Специальные газовые микрокамеры - приставки к ПЭМ или РЭМ - позволяют изучать жидкие и газообразные объекты, неустойчивые к воздействию высокого вакуума. Радиационное воздействие облучающего электронного пучка довольно велико, поэтому при исследовании биологических, полупроводниковых, полимерных и т. п. объектов необходимо тщательно выбирать режим работы электронного микроскопа, обеспечивающий минимальную дозу облучения<sup>1</sup>.

Наряду с исследованием статических, не меняющихся во времени объектов методы электронной микроскопии позволяют изучать различные процессы в динамике их развития: рост пленок, деформацию кристаллов под действием переменной нагрузки, изменение структуры под влиянием электронного или ионного облучения и т. д. Эти исследования проводят методом стробоскопической электронной микроскопии. Метод заключается в том, что образец «освещается» электронным пучком не непрерывно, а импульсно, синхронно с подачей импульсного напряжения на образец, что обеспечивает фиксацию на экране прибора определенной фазы процесса.

---

<sup>1</sup> Валова (Копылова) В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Практикум. М.: Дашков и К, 2013. С. 51



## Глава 4. Методы анализа состава объектов судебной экспертизы

Методы анализа состава делятся на методы элементного анализа, методы молекулярного анализа и методы анализа фазового состава.

Спектроскопические методы основаны на взаимодействии света (электромагнитного излучения)<sup>1</sup> с веществом, приводящим к различным энергетическим переходам - электронным колебательным, вращательным, а также переходам, связанным с изменением направления магнитного момента (спина) электронов или ядер<sup>2</sup>.

Световая энергия, испускаемая объектами при нагревании, анализируется в случаях применения метода эмиссионного спектрального анализа. При этом используется спектрограф. Незначительное количество анализируемого вещества помещают в пламя электрической дуги или искры, где под действием высокой температуры (6000—8000°С) оно переходит в газообразное состояние. При этом атомы и ионы вещества излучают свет, который посредством объектива направляется на узкую щель, а затем на стеклянную призму либо дифракционную решетку (систему узких щелей), в зависимости от конструкции прибора. Призма или решетка отклоняет проходящие через нее лучи, причем угол отклонения оказывается тем больше, чем меньше длина волны излучения. В фокальной плоскости объектива, расположенного за призмой, образуется изображение щели спектрографа в виде линий различных цветов - от фиолетового до красного. Каждая линия соответствует определенной длине волны излучения. Полученный спектр запечатлевается на фотографической пластинке. Спектрограммы расшифровываются по эталонным спектрам и справочным таблицам с помощью спектр проектора (например, ПС-18, ДСП-2). Таким путем устанавливают, каким химическим элементам отвечают имеющиеся в спектре линии, а измерив на микроспектрофотометре

---

<sup>1</sup> Электромагнитное излучение представляет собой вид энергии и включает видимый свет, тепловое, рентгеновское, ультрафиолетовое и радио- излучение

<sup>2</sup> Основы аналитической химии: Учебник для вузов. Кн. 2. Методы химического анализа. С. 199.

оптические плотности линий, определяют количественные соотношения элементов, входящих в состав анализируемого образца.

#### 4.1 Методы элементного анализа

**Методы атомной спектроскопии** применяют в экспертных исследованиях для определения качественного элементного состава по индивидуальным атомным спектрам и количественного содержания элементов по интенсивности отдельных спектральных линий. Методы основаны на переходах валентных и внутренних переходах из одного энергетического состояния в другое. Поскольку переходы, которые могут совершать электроны в атоме, зависят от расположения занятых и свободных энергетических уровней, атомные спектры для разных элементов строго индивидуальны. Спектры атомов некоторых элементов, например, натрия, состоят всего лишь из нескольких спектральных линий, а в спектрах других элементов, например, железа, насчитываются тысячи отчетливо воспроизводимых спектральных линий. Теоретически для простых атомов по расположению линий в спектре можно установить их электронную структуру и таким образом провести качественный анализ элементного состава объекта.

На эмпирической зависимости между интенсивностью отдельных спектральных линий, называемых аналитическими, основан количественный анализ элементного состава. Атомная спектроскопия основана на атомной эмиссии (от лат. *emissio* — выпуск, испускание) и атомной абсорбции (от лат. *absorbeo* — поглощаю).

По этим основаниям выделяют два больших класса методов атомной спектроскопии:

эмиссионные методы, основанные на измерении излученной возбужденными атомами энергии;

абсорбционные методы, в которых регистрируется поглощенная атомами энергия. Исследуемые пробы вещества переводят в состояние атомов

(атомизируют). Методы различаются по способу атомизации и возбуждения исследуемой пробы вещества<sup>1</sup>.

Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС) - метод элементного анализа по спектрам испускания свободных атомов и ионов в газовой фазе в области длин волн 150–800 нм. Атомизация вещества и возбуждение атомов происходит под действием высокой температуры. Роль атомизаторов и одновременно источников возбуждения, используемых в АЭС и различающихся по температуре, выполняют: электрическая дуга, искра, индуктивно-связанная плазма (ИСП). При высокой температуре в источнике возбуждения происходит плавление и испарение вещества, а попавшие в газовую фазу молекулы диссоциируют на атомы, которые при столкновении с электронами переходят в возбужденное состояние, а затем (через  $10^{-7}$ – $10^{-9}$  сек.) самопроизвольно возвращаются в основное или возбужденное состояние с меньшей энергией, испуская квант энергии. Регистрируется оптический спектр испускания возбужденных атомов<sup>2</sup>. Если спектр регистрируется визуально, прибор называется спектроскоп, если на фотопластинке - спектрограф, если с помощью фотоэлемента - спектрометр. В атомной спектрометрии в отличие от молекулярной спектрометрии имеет место так называемый линейный спектр. Эти линии представлены посредством узко ограниченной области. В качестве примера приведены атомно-эмиссионные спектры Hg и Fe УФ-области. Эти спектры, посредством положения (длины волны) и силы свечения (интенсивности) эмиссионных линий, предоставляют информацию, во-первых, о типе атома и, во-вторых, о количестве соответствующего типа атома. Другими словами, мы получаем информацию о качественном и количе-

---

<sup>1</sup> Россинская Е.Р. Концептуальные основы теории неразрушающих методов исследования вещественных доказательств. – М.: Норма, 1993.С.65

<sup>2</sup> Вещественные доказательства: Информационные технологии процессуального доказывания / Под ред. В. Я. Колдина. С. 574.

ственном содержании. Метод позволяет одновременно определять около 70 химических элементов с высокой селективностью<sup>1</sup>.

Количественный анализ основан на измерении интенсивности спектральных линий и на зависимости между концентрацией элемента и интенсивностью его спектральных линий,

Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС) - чувствительный и селективный метод определения качественного и количественного элементного состава объектов, основанный на измерении поглощения электромагнитного излучения атомным паром вещества. Перевод исследуемого вещества в атомный пар (атомизацию) осуществляют, распыляя его раствор в высокотемпературное пламя, которое получают при горении ацетилена в воздухе (Т пламени 19000 0° С) или в кислороде (Т пламени 31000 0°С) (пламенный вариант), или испаряя сухой остаток раствора в печи при температурах до 30000° С (электротермический вариант). Через получаемый атомный пар пробы пропускают линейчатое видимое или УФ излучение, соответствующее атомному спектру определяемого элемента. Регистрируемый аналитический сигнал (уменьшение интенсивности излучения в результате поглощения энергии атомами) связан с числом невозбужденных атомов и служит мерой концентрации элемента<sup>2</sup>.

В судебно-экспертных исследованиях метод ААС используется:

- для определения в смывах с рук и на одежде стрелявшего элементов, входящих в состав продуктов выстрела - сурьмы, свинца и бария (элементов капсюльного состава боеприпасов);
- для определения содержания меди в области огнестрельного повреждения при установлении дистанции выстрела из некоторых видов оружия;

---

<sup>1</sup> Полюдова, В.П. Химические методы анализа в криминалистике и судебной экспертизе / В.П. Полюдова, Л.М. Соич // Актуальные проблемы криминалистической науки и практики. – Калининград: Изд-во КЮИ МВД России, 2010. – С. 18–22.

<sup>2</sup> Вещественные доказательства: Информационные технологии процес судебного доказывания / Под ред. В. Я. Колдина. С. 573.

- для дифференциации установления источника происхождения и факта фальсификации жидких объектов (ГСМ и НП, вода, соки, спиртосодержащие жидкости) по их микроэлементному составу;
- для установления вида (цветной, черный, драгоценный), рода (соответствие марке черного, цветного металла и сплава) металла (после растворения);
- для установления общей групповой принадлежности, источника происхождения и факта контактного взаимодействия (например, драгоценных металлов с чашками весов) твердых объектов (после растворения);
- для установления общей групповой принадлежности сравниваемых волокон прямым анализом наличия хрома, меди, никеля и кобальта в содержащих металл красителях;
- для определения содержания тяжелых металлов в питьевой воде, пищевых продуктах, почве, растениях, биоматериалах (кровь, моча), спиртосодержащих жидкостях, а также для установления количества драгоценных металлов (золота и серебра) в сплавах.

Лазерный микроспектральный анализ, основан на поглощении сфокусированного лазерного излучения, благодаря высокой интенсивности которого начинается испарение вещества мишени и образуется облако паров - факел, служащий объектом исследования. За счет повышения температуры и других процессов происходит возбуждение и ионизация атомов факела с образованием плазмы, которая является источником анализируемого света. Фокусируя лазерное излучение, можно производить спектральный анализ микроколичеств вещества, локализованных в малых объемах -10 (до 10 куб. см), и устанавливать качественный и количественный элементный состав самых разнообразных объектов практически без их разрушения.

Метод рентгеноспектрального анализа (РСА) является очень чувствительным (10–12–10–14 г) и точным методом элементного анализа и осуществляется в двух разновидностях:

- по первичному спектру - электронно-зондовый (локальный рентгеноспектральный) микроанализ;
- по вторичному рентгеновскому излучению — рентгенофлуоресцентный анализ.

Метод РСА позволяет одновременно определять все элементы от натрия до урана. РСА используется при экспертном исследовании ЛКП и ЛКМ, металлов, сплавов, криминалистических идентификаторов, лекарственных средств и др.

Электронно-зондовый микроанализ - метод локального анализа, основанный на взаимодействии электронного пучка (зонда) с образцом, при котором возникает характеристическое рентгеновское излучение.

Спектр рентгеновского излучения дает информацию об элементном составе образца в месте взаимодействия. Малый диаметр зонда (около 1 мкм) позволяет определять элементный состав вещества в объеме нескольких кубических микрон, то есть состав практически пылевидных частиц. В его основе лежит сопоставление рентгеновского излучения исследуемого образца с набором стандартов, т. е. испускаемые образцами рентгеновские лучи сравниваются с теми, которые получены в тех же экспериментальных условиях от стандартов известного состава. Электронно-зондовый микроанализатор обязательно снабжен микроскопом для точного выделения анализируемого участка образца. Обычно образец берется в виде полированного петрографического шлифа или какого-либо полированного фрагмента и после анализа его можно использовать для детальных оптических исследований.

В судебной экспертизе электронно-зондовый микроанализ используется в следующих целях:

- исследование неизвестных вещества для предварительной оценки их природы и выбора дальнейшей схемы исследования;

- исследование твердых объектов, имеющих неорганическую природу: продукты выстрела, металлы и сплавы, минералы, ювелирные изделия (для оценки состава сплава и природы камней) и др.,
- исследование органических веществ (клеи, резины, объекты биологической природы и др.) для установления состава содержащихся в них минеральных компонентов.

## 4.2 Методы определения молекулярного состава и структуры

Под молекулярным составом объекта понимают качественное (количественное) содержание в нем простых и сложных химических веществ, для установления которого используются методы молекулярного анализа:

1) химико-аналитические методы, которые традиционно применяются в криминалистике уже десятки лет, например капельный анализ, основанный на проведении таких химических реакций, существенной особенностью которых является манипулирование с капельными количествами растворов анализируемого вещества и реагента. Используют для проведения в основном предварительных исследований ядовитых, наркотических и сильнодействующих, взрывчатых и т.п. веществ. Для осуществления этого метода созданы наборы для работы с определенными видами следов: "Капля", "Капилляр" и др.;

2) хроматография;

3) молекулярная спектроскопия (спектрофотометрия) - метод, позволяющий изучать качественный и количественный молекулярный состав веществ, основанный на изучении спектров поглощения, испускания и отражения электромагнитных волн, а также спектров люминесценции в диапазоне длин волн от ультрафиолетового (УФ) до инфракрасного (ИК) излучения<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Ельяшевич М.А., Атомная и молекулярная спектроскопия, М., 1962. С.8

### 4.2.1 Основные принципы хроматографии

Хроматография - это экспрессный и чувствительный аналитический метод исследования газообразных, жидких и твердых веществ с относительной молекулярной массой от 1 до 106. Это могут быть изотопы водорода, ионы металлов, полимеры, белки, жиры, нефть и др. С помощью хроматографии можно получить информацию о строении и свойствах многих классов органических соединений, проводить разделение и определение качественного и количественного состава сложных смесей<sup>1</sup>. Хроматографические методы анализа сложных смесей основаны на разделения веществ между двумя фазами - неподвижной и подвижной. Неподвижная (стационарная) фаза - твердое вещество (его часто называют сорбентом) или пленка жидкости, нанесенная на твердое вещество. Подвижная фаза - жидкость или газ, протекающий через неподвижную фазу. Компоненты анализируемой смеси вместе с подвижной фазой передвигаются вдоль неподвижной (стационарной) фазы, которую обычно помещают в стеклянную или металлическую трубку, называемую колонкой. В зависимости от силы взаимодействия с поверхностью сорбента компоненты перемещаются вдоль колонки с разной скоростью. Одни компоненты остаются в верхнем слое сорбента, другие, с меньшей степенью взаимодействия с сорбентом, оказываются в нижней части колонки, некоторые покидают колонку вместе с подвижной фазой<sup>2</sup>.

Хроматографическое разделение проводят в трубках, заполненных сорбентом, в капиллярах длиной в несколько десятков метров, на пластинках, покрытых тонким слоем и на бумаге. Классификация хроматографических методов основана на следующих признаках: агрегатное состояние фаз, механизм взаимодействия сорбента с веществом, форма слоя сорбента, цель хроматографирования<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Основы аналитической химии: Учебник для вузов / Под ред. Ю. А. Золотова. Кн. 2. Методы химического анализа С. 298.

<sup>2</sup> Естественно-научные методы судебно-экспертных исследований: Учебник / Под ред. Е. Р. Россинской. М.: Норма: ИНФРА-М, 2015. С. 134.

<sup>3</sup> Основы аналитической химии. Кн. 2. Методы химического анализа. С. 302



Классификация хроматографических методов по разным основаниям:

1. по агрегатному состоянию подвижной фазы - газовая и жидкостная хроматография.
2. по механизму взаимодействия сорбента с веществом - адсорбционная хроматография, распределительная хроматография, эксклюзивная хроматография, ионообменная хроматография, афинная хроматография.
3. по технике выполнения— колоночная; капиллярная хроматография; тонкослойная хроматография; бумажная хроматография - разделение проводят на специальной бумаге.
4. по цели хроматографирования - аналитическая хроматография; препаративная хроматография; промышленная хроматография<sup>1</sup>.

В газовой хроматографии (ГХ) в качестве подвижной фазы используется газ. Если неподвижной фазой является твердый сорбент, то хроматография называется газо-адсорбционной (ГАХ), а если жидкость, нанесенная на неподвижный носитель, — то газожидкостной (ГЖХ). Первое слово в названии метода характеризует агрегатное состояние подвижной фазы, второе — неподвижной. ГАХ и ГЖХ по механизму взаимодействия с сорбентом относят к адсорбционной хроматографии. Адсорбционная хроматография впервые была использована русским ученым-ботаником М. С. Цветом для разделения окрашенных веществ. В общепринятом смысле адсорбент — это твердое вещество, способное удерживать на своей поверхности молекулы; эта способность особенно ярко выражена в тех случаях, когда поверхность сорбента содержит большое количество мелких пор. В основе разделения методом адсорбционной хроматографии лежат различия в степени адсорбции данных веществ адсорбентом и их взаимодействием с соответствующей подвижной фазой. Эти свойства определяются в основном молекулярной структурой соединения. Основным критерием использования определенного вида ГХ является молекулярная масса исследуемых соединений: в случае газо-адсорбционной хроматографии - это круг соединений от постоянных газов до

---

<sup>1</sup> Белкин Р.С. Криминалистическая энциклопедия. – М.: Мегатрон XXI, 2000. С. 54

спиртосодержащих жидкостей, т. е. легкие летучие вещества; в случае ГЖХ — более тяжелые летучие соединения с молекулярной массой примерно до 300.

Хроматографию проводят на приборах - хроматографах, содержащих два основных блока - хроматографическую колонку с неподвижной фазой и детектор разделяемых веществ.

Неподвижной фазой является твердый носитель: силикагель, уголь, пористое стекло, оксид алюминия, карбонат кальция и др. Подвижной фазой служит инертный газ (газ-носитель), протекающий через неподвижную фазу, обладающую большой поверхностью. В качестве подвижной фазы используют водород, гелий, азот, аргон, углекислый газ. Газ-носитель не взаимодействует с разделяемыми веществами и неподвижной фазой. В газовых хроматографах газ-носитель подается из баллона под определенным давлением. Скорость потока составляет в зависимости от размера колонки, как правило, 20–50 мл / мин. Жидкие пробы вводят специальными шприцами (0,5–20 мкл) в поток газа-носителя (в испаритель). Проба должна испариться практически мгновенно, иначе пики на хроматограмме будут расширяться, и снизится точность анализа. Разделение проводят на насадочных (набивных) или капиллярных колонках, изготовленных из нержавеющей стали, меди, дедерона, стекла. Насадочные колонки имеют диаметр 2–6 мм и длину 0,5–20 м. В колонки помещают неподвижную фазу: в ГАХ это адсорбент, а в ГЖХ - носитель с тонким слоем жидкой фазы. Капиллярные колонки внутри покрыты тонкой пленкой неподвижной жидкой фазы (0,01–1 мкм). Диаметр капилляров составляет 0,2–0,5 мм, длина до 100 м<sup>1</sup>. Преимущество капиллярных колонок в более быстром и эффективном разделении веществ. Для качественного и количественного определения состава объектов судебной экспертизы в хроматографах чаще всего используют следующие детекторы:

- катарометр — детектор по теплопроводности. Температура спирали, через которую проходит постоянный ток, в чистом газе-носителе (гелий или

---

<sup>1</sup> URL: [hapoelta-fc.co.il / wp-content / gallery / r20 / picture-of-chromatography](http://hapoelta-fc.co.il/wp-content/gallery/r20/picture-of-chromatography) Copyright

водород) постоянна, а если газ-носитель содержит примеси, его теплопроводность меняется и соответственно меняется температура спирали;

- пламенно-ионизационный детектор (ПИД) - выходящий из колонки газ смешивается с водородом и поступает в форсунку горелки детектора. Образующиеся в пламени ионизированные частицы заполняют межэлектродное пространство, в результате чего сопротивление снижается, а ток резко усиливается. ПИД реагирует практически на все соединения, кроме водорода, инертных газов, кислорода, азота, оксидов азота, серы, углерода и воды. Широко используется для анализа следовых количеств веществ<sup>1</sup>. Кроме того, в качестве детектора используют ИК-спектрофотометр и масс-спектрометр. Количество компонентов в анализируемом объекте определяется по числу пиков на регистрируемой аналитической кривой - хроматограмме, а их содержание (в процентах) - по измерению площади под пиком. В экспертной практике методы ГХ применяются при решении следующих экспертных задач:

- определение вида наркотических средств и содержания наркотически активных компонентов;

- определение классификационной категории лекарственных препаратов и установление содержания активных компонентов;

#### Жидкостная хроматография

- установление соответствия ГОСТу спиртосодержащих жидкостей (по содержанию спирта и микропримесей);

- установление вида и марки нефтепродуктов;

- установление классификационной категории растворителей и технических жидкостей;

- определение содержания в воздухе органических микропримесей веществ, вредных для здоровья человека;

- установление времени исполнения записи по содержанию летучих компонентов материалов письма (паст шариковых ручек);

---

<sup>1</sup> URL: [donaulab.ru/keywords/preparativnaya-hromatografiya/](http://donaulab.ru/keywords/preparativnaya-hromatografiya/)

- установление вида полимеров и композиционных материалов на их основе (например, резин) и соответствия их состава утвержденной рецептуре (используется вариант реакционной хроматографии — пиролитическая газовая хроматография)<sup>1</sup>.

В жидкостной хроматографии в качестве подвижной фазы используется жидкость. В зависимости от агрегатного состояния неподвижной фазы различают жидкостно-жидкостную (распределительную), жидкостно-твердофазную (жидкостно-адсорбционную) хроматографию. По технике выполнения различают планарную (в т. ч. тонкослойную) и колоночную (в т. ч. высокоэффективную) ЖХ. Подвижную фазу, вводимую в слой неподвижной фазы, называют элюентом, а подвижную фазу, выходящую из колонки и содержащую разделенные компоненты, - элюатом<sup>2</sup>.

Жидкостная адсорбционная хроматография применима для разделения более широкого круга веществ, чем метод ГХ, поскольку большинство веществ не обладает летучестью, многие из них не устойчивы при высоких температурах и разлагаются при переведении в газообразное состояние. Особенности всех видов ЖХ обусловлены наличием жидкой подвижной фазы. В зависимости от полярности неподвижной и подвижной фаз жидкостную адсорбционную хроматографию разделяют на нормально-фазовую (НФХ - полярный сорбент и неполярная подвижная фаза) и обращенно-фазовую (ОФХ - неполярный адсорбент и полярная подвижная фаза). В обоих случаях выбор подвижной фазы часто важнее, чем выбор неподвижной. Неподвижная фаза должна удерживать разделяемые вещества. Подвижная фаза, т. е. растворитель, должна обеспечить эффективное разделение за приемлемое время. В классическом варианте ЖХ в стеклянную колонку длиной 1–2 м, заполненную сорбентом (размер частиц  $\geq 100$  мкм), вводят анализируемую пробу и пропускают элюент. Скорость прохождения элюента под действием силы

---

<sup>1</sup> Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: Учебное пособие. М.: НИЦ ИНФРА-М: Нов. знание, 2013.

<sup>2</sup> Полюдова, В.П. Химические методы анализа в криминалистике и судебной экспертизе / В.П. Полюдова, Л.М. Соич // Актуальные проблемы криминалистической науки и практики. – Калининград: Изд-во КЮИ МВД России, 2010. – С. 18–22.

тяжести мала, а продолжительность анализа значительна. Современный вариант - ВЭЖХ (высокоэффективная жидкостная хроматография) основан на использовании сорбентов с размером зерен 10–30 мкм, поверхностно- и объемно-пористых сорбентов с размером частиц 5–10 мкм, нагнетательных насосов и чувствительных детекторов. Образец, растворенный в жидкой фазе, вводится в поток жидкости с помощью специального устройства - инжектора. Процесс разделения основан на различии в физико-химических свойствах разделяемых компонентов. Перемещение подвижной фазы в ВЭЖХ обеспечивают насосы высокого давления. Для определения выходящих из колонки разделенных компонентов используют различного типа детекторы. Очень часто детектирование осуществляют в проточной ячейке путем непрерывного контроля оптических (поглощение, флуоресценция, показатель преломления) или электрохимических (электропроводность и т. п.) свойств элюата.

Содержание анализируемых веществ в исследуемых объектах может быть определено по измерению площади под пиком регистрируемой аналитической кривой для каждого элюируемого вещества.

Тонкослойная хроматография (ТСХ) Тонкослойная хроматография (ТСХ) - это разновидность жидкостной адсорбционной хроматографии, в которой подвижная фаза перемещается по слою неподвижной фазы, нанесенной тонким слоем на пластинку, за счет капиллярных сил. Благодаря простоте использования и информативности ТСХ широко используется для определения наркотиков, лекарственных средств, взрывчатых веществ, красителей, пищевых продуктов, ССЖ и др., а также для сравнения структурно-группового состава объектов при идентификационных исследованиях. При ТСХ слой адсорбента наносят на стеклянные (пластиковые или из металлической фольги) пластинки. В отличие от колоночной хроматографии применяемые в ТСХ адсорбенты содержат связывающие агенты, например, сернокислый кальций, способствующие фиксации слоя на поверхности пластинки. Пластинки, содержащие слой адсорбента 0,25 мм, используются для каче-

ственного анализа исследуемых проб, а для препаративного разделения смесей веществ используют пластинки с слоем адсорбента до 5 мм. Пробу в виде пятна (для качественного анализа) или полоски (для препаративного анализа) наносят на пластинку при помощи микропипетки, капилляра или шприца на расстоянии приблизительно 2,5 см от нижнего края и таком же расстоянии от одной из боковых сторон. На одну пластинку можно при сравнительном исследовании нанести несколько проб на расстоянии не менее 1 см друг от друга. После нанесения пробы высушивают для удаления растворителя и при необходимости наносят в точку новую порцию пробы (концентрируют). Разделение проводят в стеклянной камере. На дно наливают растворитель (подвижную фазу) слоем толщиной 1,5 см, затем закрывают стеклянной крышкой и оставляют на 1 ч. для насыщения камеры парами растворителя. Помещают в камеру вертикально пластинку, чтобы место нанесения проб было несколько выше уровня растворителя, и накрывают камеру крышкой. Растворитель поднимается вверх по пластинке, и таким образом происходит разделение.

#### **4.2.2 Методы молекулярной спектроскопии**

Методы молекулярного спектрального анализа основаны на эффектах, вызванных разнообразными энергетическими переходами в результате взаимодействия молекул с излучением. Спектры молекул содержат более детальную информацию о веществе, в которой заложены данные не только об элементном составе вещества, но и характере соединения атомов между собой в молекуле. Энергетическое строение молекулы отличается от строения атома. При образовании молекул электроны атомов занимают новые положения, появляются новые энергетические уровни. Атомы в молекуле могут колебаться и вращаться вокруг связей, и это приводит к возникновению около электронных уровней молекулы колебательных и вращательных подуровней. Поскольку в молекулах каждое основное или возбужденное электронное состояние разбивается на ряд энергетических подуровней, спектры молекул яв-

ляются, как правило, полосатыми, в отличие от довольно простых линейчатых спектров атомов. Методы молекулярного спектрального анализа основаны на эффектах, вызванных разнообразными энергетическими переходами в результате взаимодействия молекул с излучением. В зависимости от природы переходов различают следующие традиционные методы молекулярной спектроскопии<sup>1</sup>:

- молекулярная абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ- областях;
- люминесцентный анализ;
- инфракрасная спектроскопия;
- спектроскопия комбинационного рассеяния (рамановская спектроскопия);
- радиоспектроскопические методы анализа. Перечисленные методы, в основном, не являются взаимозаменяемыми и при решении некоторых экспертных задач могут использоваться в совокупности. Например, при анализе криминалистических порошков, используемых для метки денежных купюр при расследовании взяток, для установления природы красителя (хромофорной группы) используют абсорбционную спектроскопию в видимой и УФ-области и люминесцентный анализ. Преимущество молекулярной спектроскопии перед атомной в том, что в процессе получения спектров вещество не изменяется.

### ***Ультрафиолетовая спектроскопия***

Для обнаружения доказательств широко используются средства освещения – приборы, создающие различные режимы освещения (общее, направленное освещение), специальные источники освещения. В частности, это ультрафиолетовые осветители, которые позволяют обнаружить невидимые или слабо видимые следы пота, крови, отдельных химических веществ и т. д.; Ультрафиолетовыми лучами называются не воспринимаемые человеческим

---

<sup>1</sup> Россинская Е.Р. Теория судебной экспертизы: учебник/ Е.Р. Россинская, Е.И. Галяшина, А.М. Зинин; под ред. Е.Р. Россинской. – М.: Норма, 2009. С.56

глазом лучи, граничащие, с одной стороны, с рентгеновскими лучами, а с другой — с областью фиолетовых лучей видимой части спектра. В спектре они занимают интервал длин волн от 10 миллимикрон (ммк) до 400 ммк. Под действием ультрафиолетовых лучей атомы ряда веществ переходят в возбужденное состояние, причем отдельные электроны смещаются на более удаленные орбиты и, следовательно, на более высокие энергетические уровни, на которых долго оставаться не могут. При возвращении на первоначальные орбиты они отдают поглощенную телом энергию в виде квантов света. В зависимости от состава и состояния облучаемого объекта люминесценция может иметь различные цвет и яркость. Благодаря этой способности ультрафиолетовых лучей их использование для люминесцентного анализа в криминалистике позволяет различать материалы, имеющие одинаковый вид при наблюдении в видимом свете. Из-за различного химического состава проклейки многие сорта бумаги люминесцируют неодинаково. Разную люминесценцию дают и некоторые сходные красители. Этот метод позволяет легко различать минеральное (машинное) масло и масло органического происхождения, некоторые порошки (например, муку и мел), выявлять входные пулевые отверстия, образованные в результате выстрела из оружия со смазанным каналом ствола. Благодаря ему удается выявлять тексты документов, написанные невидимыми, так называемыми симпатическими, «чернилами», способными к люминесценции. В благоприятных случаях люминесцентный анализ дает возможность выявить подделку документов, осуществленную путем вытравливания записей, и восстановить записи, подвергшиеся травлению.

В криминалистических целях применяются люминесцентные приборы разных конструкций. Источником ультрафиолетовых лучей в таких приборах является обычно ртутно-кварцевая лампа — в виде прямой трубки (ПРК-2, ПРК-4, ПРК-7, ПУФ-5), шаровой колбы (СВДШ-250, СВДШ-1000) или колбы грушеобразной формы (УФО-4А). Такая лампа представляет собой наполненный инертным газом (например, аргоном) кварцевый сосуд, на



внутреннюю поверхность которого нанесено небольшое количество распыленной ртути и в который вмонтированы электроды (анод с катодом). При включении лампы возникают пары ртути, через которые проскакивают электроны, порождая световой поток, богатый ультрафиолетовыми лучами. Для поглощения видимого света применяется специальный фильтр (УФС). Поскольку обычное стекло в значительной мере поглощает ультрафиолетовые лучи, эти фильтры делают из кварца или особого (например, увиолевого) стекла<sup>1</sup>.

Люминесцентный анализ - это совокупность методов, основанных на явлении люминесценции - свечении вещества, возникающем в результате электронного перехода при возвращении частиц из возбужденного состояния в нормальное.

По характеру возбуждения различают следующие виды люминесценции:

- фотолюминесценции (источник энергии возбуждения - свет);
- хемилюминесценции (химические реакции);
- радиолюминесценции (радиоактивное излучение);
- рентгенолюминесценции (рентгеновское излучение)<sup>2</sup>.

В экспертной практике наибольшее распространение получил анализ, основанный на фотолюминесценции исследуемого вещества, возбуждаемой УФ-излучением — спектрофлуориметрия. Обнаружение многих объектов судебной экспертизы основано на их люминесценции (свечении) при облучении УФ-светом, которую наблюдают визуально. Для измерения люминесценции используют спектрофлуориметры, с помощью которых изучаются спектры испускания вещества. Спектр флуоресценции сдвинут относительно спектра поглощения в сторону длинных волн. Это явление получило название «Стоксов сдвиг». Его причиной являются безызлучательные релаксаци-

---

<sup>1</sup> Моисеева Т. Ф. Естественно-научные методы судебно- экспертных исследований: Курс лекций. — М.: РГУП, 2015. С. 96.

<sup>2</sup> Кузьмин Н. М. Аналитическая химия в криминалистике // Журнал аналитической химии. 1988. Т. 36. Вып. 1. С. 5–8.

онные процессы. В результате часть энергии поглощенного фотона теряется, а испускаемый фотон имеет меньшую энергию, и, соответственно, большую длину волны<sup>1</sup>. Так же, как и электронные спектры поглощения, спектры люминесценции не специфичны, поэтому в экспертной практике для установления природы неизвестных веществ метод используется в совокупности с другими методами. Исключения составляют случаи качественного и количественного определения почти всех элементов по люминесцентным реакциям, когда специфический В экспертной практике спектрофлуориметрия используется для решения следующих задач:

- для обнаружения люминесцирующих веществ и выявления невидимых следов на предметах-носителях или веществ, не обладающих собственной люминесценцией, после обработки их люминесцирующими реагентами;
- выявление следов пальцев рук человека (потожировых следов);
- для обнаружения и установления природы криминалистических идентификационных препаратов, используемых в качестве химических ловушек или меток (например, денежных купюр);
- для установления наличия следов крови по люминесценции гемато-порфирина.

***Инфракрасная спектроскопия.*** Инфракрасные лучи образуют часть спектра, граничащую с красной областью. Они занимают интервал длин волн примерно от 750 мкм до ультракоротких радиоволн. Человеческий глаз их не воспринимает.

В криминалистике используется главным образом способность названных лучей в разной степени поглощаться и отражаться разными веществами. Например, они сильно поглощаются графитом, сажей, тушью, типографской краской, хорошо отражаются белой бумагой и проникают через тонкие слои анилиновых красителей, эбонита, пятна крови. Поэтому, если текст документа выполнен карандашом, тушью, типографской краской или при помощи

---

<sup>1</sup> Вещественные доказательства: Информационные технологии процессуального доказывания / Под ред. В. Я. Колдина. С. 579.

копировальной бумаги и зачеркнут синтетическими чернилами или залит кровью, он может быть выявлен благодаря исследованию в отраженных инфракрасных лучах. Этим методом можно также выявить следы близкого выстрела в виде порохового окапчивания на черном предмете, окрашенном анилиновым красителем, дифференцировать одинаковые на вид предметы, в различной степени, поглощающие и отражающие инфракрасные лучи.

Производя такое исследование криминалистического объекта, его освещают обычно с помощью электрической лампы накаливания. Результаты исследования в отраженных инфракрасных лучах фиксируются фотографически или воспринимаются непосредственно с помощью электронно-оптического преобразователя.

В криминалистических целях используется и явление инфракрасной люминесценции. Оно основано на способности некоторых веществ испускать инфракрасные лучи под действием лучей сине-зеленой части спектра. Объект исследования помещают в светонепроницаемый кожух с двумя боковыми и одним верхним отверстием. Через боковые отверстия объект освещают светом кинопроекторных ламп, перед каждой из которых помещают сине-зеленый фильтр либо два таких фильтра (например, СЗС-16, СЗС-10). На объектив фотокамеры надевают инфракрасный фильтр. Съемка производится с использованием фотоматериала «инфрахром». Посредством данного метода удастся дифференцировать ряд одинаковых по внешнему виду материалов разного химического состава и выявить некоторые невидимые тексты документов (обесцветившиеся под действием солнечной радиации, вытравленные с помощью некоторых химических реактивов).

### **Масс-спектрометрические методы.**

Масс-спектрометрия - успешно развивающийся метод анализа как органических, так и неорганических веществ.

Масс-спектрометрические методы основаны на получении ионов из нейтральных молекул изучаемого вещества, переведенного в газообразное состояние путем воздействия на них пучком электронов (электронным уда-

ром) или химической ионизации, с последующим разделением образующихся ионов в магнитном и электрическом полях. При этом образуются в основном положительные ионы, которые могут распадаться на отдельные фрагменты. Регистрируемая зависимость ионных токов от массы отдельных фрагментов называется масс-спектром<sup>1</sup>. Масс-спектр представляет собой зависимость интенсивности сигнала от отношения массы образующихся при ионизации частиц к их заряду  $(m / e)^2$ .

Анализ основан на измерении массы ионов, результатом которого является определение молекулярной массы и структуры органических соединений.

Методы масс-спектрометрии позволяют при исследовании органических соединений определить точную молекулярную массу и рассчитать элементный состав исследуемого вещества, установить химическое и пространственное строение, определить изотопный состав, провести качественный и количественный анализ сложных смесей органических соединений.

В экспертной практике масс-спектрометрия может быть как основным, так и вспомогательным методом исследования. Используется для решения следующих экспертных задач:

- обнаружение следов наркотических, сильнодействующих, ядовитых веществ и лекарственных средств и др.;
- обнаружение и определение общей родовой (групповой) принадлежности наркотических веществ кустарного изготовления из растения конопли (по содержанию основных органических компонентов - каннабиноидов) и из растений снотворного мака (по содержанию основных алкалоидов опия); наркотических лекарственных средств;
- обнаружение, установление природы и общей родовой (групповой) принадлежности синтетического наркотического вещества - героина (по определению диацетилморфина в смесях с другими веществами);

---

<sup>1</sup> Геккелер К., Экштайн Х. Аналитические и препаративные лабораторные методы. М.: Химия, 1994. С. 303.

<sup>2</sup> URL: [www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/himiya/himiya\\_analiticheskaya.html?page=0,7](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/himiya_analiticheskaya.html?page=0,7)

- обнаружение и определение природы микроколичеств лекарственных средств снотворного действия;
- определение марки красителя и установление общей групповой принадлежности окрашенных волокон.

Для анализа состава и молекулярной структуры сложных смесей особенно эффективными оказались сочетания методов (тандемные методы), среди которых наиболее распространенным в экспертных учреждениях является хроматомасс-спектрометрия, в которой сочетаются процессы разделения и анализа в одном приборе - хроматомасс-спектрометре. Благодаря сочетанию высокоэффективных разделительных систем (газовая и жидкостная хроматография) с чувствительными, селективными и специфическими детекторами, с одной стороны, и универсальными детекторами такими, как масс-спектрометры, удается надежно устанавливать отдельные вещества в смесях сложного состава<sup>1</sup>.

### **4.3. Методы анализа фазового состава**

Под фазовым составом понимают качественное или количественное содержание определенных фаз в данном объекте. Фаза - это гомогенная часть гетерогенной системы, причем в данной химической системе фазы могут иметь одинаковый (альфа-железо и гамма-железо в охотничьем ноже) и различный (закись и окись меди на медном проводе) химический состав. Фазовый состав всех объектов, имеющих кристаллическую структуру, устанавливается с помощью рентгенофазового анализа, который успешно применяется в экспертной практике для неразрушающего исследования самого широкого круга объектов: металлов и сплавов, строительных, лакокрасочных материалов, фармацевтических препаратов, парфюмерно-косметических изделий, взрывчатых веществ и др.

Рентгенографический анализ заключается в получении и исследовании дифракционной картины, возникающей при отражении рентгеновских лучей

---

<sup>1</sup> Криминалистическая техника: Учебник. М.: Юрлитинформ, 2002. С. 30.

от атомных плоскостей кристалла. Методы рентгенографического анализа основаны на неповторимости расположения атомов и ионов в кристаллических структурах веществ, которая отражается в соответствующих рентгенометрических данных. Выделяют рентгенофазовый анализ и рентгеноструктурный анализ. Рентгенофазовый анализ используется для установления качественного и количественного фазового состава всех объектов, имеющих кристаллическую структуру. Рентгеноструктурный анализ позволяет определять ориентацию и размеры кристаллов, их атомное и ионное строение, изучать изменения, происшедшие в материалах под влиянием давления, температуры, влажности. Рентгенографические методы относятся к неразрушающим и позволяют исследовать монокристаллы и поликристаллические вещества (в том числе и сложных смесей с содержанием компонента не менее 3–5 % мол.). Рентгенографические методы применяют в экспертной практике для решения следующих задач:

1. установление классификационной категории объектов судебной экспертизы:

- кристаллических веществ неустановленной природы;
- лакокрасочных материалов (определяется фазовый состав наполнителей, пигментов, сиккативов);
- взрывчатых веществ (как правило, неорганической природы);
- синтетических наркотических и лекарственных средств (определяется фазовый состав наполнителей и активных веществ).

2. Установление источника происхождения.

3. Установление способа изготовления.

4. Установление причины пожара, взрыва, автотранспортного происшествия по разрушениям материалов.

## Заключение

В результате проведенного дипломного исследования были получены следующие результаты:

1. Изучена сущность понятия «метод судебной экспертизы».

Метод имеет собирательное значение, являясь комплексом отдельных методов, синтезируемых в данном виде исследования, при изучении того или другого объекта. В связи с этим, говоря о методах решения конкретного типа задач, мы имеем в виду способы их решения, основанные на определенных, соответствующих этим задачам методах и состоящие из ряда приемов, операций, действий, взаимосвязанных в определенной последовательности и выполняемых с соблюдением определенных режимов. Анализ теоретической базы данного вопроса показал, что под экспертно-криминалистическими (или экспертными и криминалистическими) методами понимаются законные (разрешаемые, допускаемые законом) научно-технические методы и средства, разработанные и (или) предложенные (рекомендованные) криминалистикой и судебной экспертизой и (или) закрепленные криминалистической и судебно-экспертной практикой, используемые для собирания, изучения и применения судебных доказательств в ходе и для выявления, предупреждения, раскрытия и расследования преступлений.

2. Рассмотрены требования, предъявляемые к методам судебной экспертизы. К ним предъявляется ряд особых требований, которым они должны соответствовать: научность, законность, безопасность, эффективность, экономичность и единообразие.

3. Исследованы особенности классификации методов судебной экспертизы. Следует отметить, что в теории судебной экспертизы нет единой, универсальной классификации методов. Более того, выделяются несколько оснований классификации. В настоящее время в экспертных исследованиях применяются различные методы. Это обусловлено тем, что решение задач судебной экспертизы без использования как общенаучных, так и специальных

методов и средств нельзя. Их применение зависит от конкретного вида экспертного исследования, поставленных задач и объекта исследования. При этом конкретно определить применяемые методы невозможно, можно выделить лишь те или иные их группы в зависимости от решаемых задач.

Например, классификация методов по источнику их происхождения и классификация по степени общности и субординации. Теории судебных экспертиз известно три варианта классификации по данному основанию, которые в основных чертах совпадают. Все они имеют четырехуровневую структуру.

Высшим является метод диалектического материализма как всеобщий метод познания.

Всеобщий метод - это диалектико-материалистический метод, который пронизывает все уровни и всю структуру методов, т.к. является базой для их развития. Всеобщий метод определяет, что при решении любых вопросов, в том числе возникающих при расследовании и раскрытии преступлений, соблюдается объективный подход к исследуемым явлениям, учитываются все их отношения и связи, а также собственное движение, собственная жизнь исследуемых явлений со всеми присущими им противоречиями.

Основными категориями диалектического материализма являются: качество и количество, противоречие, причинность, сущность и явление, содержание и форма, случайность и необходимость, возможность и действительность и др.

Непосредственно к диалектическому методу примыкают и формально-логические операции познания (законы, категории формальной логики): индукция и дедукция, анализ и синтез, сравнение, обобщение и др.

Общие или общенаучные методы. Это методы, используемые практически во всех науках и сферах практической деятельности. Е.Р. Россинская, в свою очередь, подразделяет их на чувственно-рациональные (наблюдение, описание, сравнение, эксперимент, моделирование) и математические



(измерение, вычисление, геометрическое построения, модельный эксперимент).

Частные (инструментальные, частнонаучные, общеэкспертные) методы - это методы, «применяющиеся либо в одной конкретной области научного знания, либо в нескольких науках для изучения морфологических и субстанциональных свойств объекта».

Существует множество классификаций частных методов.

Специальные методы (монообъектные или частноэкспертные) - это методы, которые специально разрабатываются или приспособляются для исследования конкретного объекта или используются только в данного рода экспертизах.

В последующем учеными так же были разработаны классификации методов по различным основаниям:

- по степени общности и субординации;
- по источнику происхождения;
- по целевому назначению (решаемым задачам);
- по характеру получаемой информации (выявляемые свойства и признаки объектов);
- по природе явлений, лежащих в основе метода;
- по областям науки, из которых они заимствованы;
- по стадиям экспертного исследования.

Так, в рамках нашей работы не представляется возможным рассмотреть сколько – ни будь подробно все частные и специальные методы исследований, мы остановились на анализе тех, без понимания сути которых будет сложно разобраться и в самих естественнонаучных методах.

Система общеэкспертных методов исследования вещественных доказательств включает методы: 1) измерений; 2) морфологического анализа; 3) анализа состава; 4) анализа структуры; 5) изучения физических, химических и других свойств.

5 Изложены основные понятия математических и метрологических методов, используемые в судебных экспертизах. Именно они помогают решить широкий спектр частных задач - от вычисления коэффициента встречаемости различных признаков объектов судебной экспертизы до их количественных и линейных измерений. Чаще всего применяются измерительные и вычислительные методы, разработанные такими науками, как метрология, теория вероятности, математическая статистика и вычислительная математика.

Метрология (от греч. *metron* - мера и *logos* - слово, учение) - это наука об измерениях, методах и средствах достижения их единства и способах достижения требуемой точности. Задача метрологии в криминалистике - обеспечение точности измерений разных параметров и свойств объектов исследования, стандартизация методик экспертного исследования для внедрения в экспертную практику более эффективных и надежных методов.

Следует помнить, что никакое измерение не может быть выполнено абсолютно точно, поскольку измерения проводят с помощью измерительных приборов, которые тоже имеют ошибку по сравнению с эталонами. Очевидно, что, измеряя с помощью такого инструмента некоторую величину, мы не можем сделать ошибку меньше, чем та, что определяется погрешностью измерительного устройства. В задачу измерений входит не только нахождение самой величины, но также и оценка допущенной при измерении погрешности. Различают абсолютные и относительные ошибки измерения, а также систематические, случайные ошибки измерения и промахи. В работе также рассматриваются технические средства, используемые при измерениях. В метрологии все средства измерений принято делить на шесть основных видов: меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, вспомогательные средства измерений, измерительные установки и измерительные системы. Нормативное закрепление подобной градации прослеживается в ГОСТ 8.009—84.

6. Для выяснения вопросов, связанных с внешним строением объекта, а также его формой, размерами и взаимным расположением (топографией) образующих его структурных элементов (частей целого, включений, деформаций, дефектов и т.п.) на поверхности и в объеме, возникающих при изготовлении, существовании и взаимодействии объекта в расследуемом событии были изучены и изложены методы оптической микроскопии, электронной микроскопии и рентгеноскопические методы.

Методы микроскопии в судебно-экспертных исследованиях используются с целью выявления микроморфологических признаков объектов и реализуются в качестве как непосредственного этапа внешнего осмотра, в ходе которого фиксируются состояние, особенности упаковки, масса или объем веществ, их цвет, запах, консистенция, гомогенность и наличие механических примесей, так и самостоятельного метода исследования, позволяющего разрешить те или иные экспертные задачи.

7. Изучены методы анализа состава вещества.

Они делятся на методы элементного анализа, методы молекулярного анализа и методы анализа фазового состава.

Методы элементного анализа используются для установления элементного состава, т.е. качественного или количественного содержания определенных химических элементов в данном объекте экспертного исследования. Круг их достаточно широк, однако наиболее распространены в экспертной практике перечисленные ниже:

- 1) эмиссионный спектральный анализ
- 2) лазерный микроспектральный анализ;
- 3) рентгеноспектральный анализ.

Методы определения молекулярного состава и структуры

Под молекулярным составом объекта понимают качественное (количественное) содержание в нем простых и сложных химических веществ, для установления которого используются методы молекулярного анализа.

Хроматография используется для анализа сложных смесей веществ, метод основан на различном распределении компонентов между двумя фазами - неподвижной и подвижной. В зависимости от агрегатного состояния элюента различают газовую или жидкостную хроматографию. В газовой хроматографии в качестве подвижной фазы используется газ. Если неподвижной фазой является твердое тело (адсорбент), хроматография называется газоадсорбционной, а если жидкость, нанесенная на неподвижный носитель, - газожидкостной.

Молекулярная спектроскопия (спектрофотометрия) - метод, позволяющий изучать качественный и количественный молекулярный состав веществ, основанный на изучении спектров поглощения, испускания и отражения электромагнитных волн, а также спектров люминесценции в диапазоне длин волн от ультрафиолетового (УФ) до инфракрасного (ИК) излучения, включает:

а) инфракрасную спектроскопию - метод основан на поглощении молекулами вещества ИК-излучения, что переводит их в возбужденное состояние, и регистрации спектров поглощения с помощью спектрофотометров. Используется для установления состава нефтепродуктов, лакокрасочных покрытий (связующего), парфюмерно-косметических товаров и проч.;

б) спектроскопию в видимой и ультрафиолетовой областях спектра, которая основана на поглощении электромагнитного излучения соединениями, содержащими хромофорные (определяющими окраску вещества) и ауксохромными (не определяющими поглощения, но усиливающими его интенсивность) группы. По спектрам поглощения судят о качественном составе и структуре молекул. Количественный анализ основан на переводе вещества, если оно бесцветно, в поглощающее световой поток окрашенное соединение с помощью определенных реактивов и измерении оптической плотности с помощью специального прибора - фотометра. Оптическая плотность при одинаковой толщине слоя тем больше, чем выше концентрация вещества в растворе. По электронным спектрам устанавливают, например, состав при-

месей и изменения, происходящие в объекте под воздействием окружающей среды;

8. Рассмотрены методы анализа фазового состава веществ. Под фазовым составом понимают качественное или количественное содержание определенных фаз в данном объекте. Фаза - это гомогенная часть гетерогенной системы, причем в данной химической системе фазы могут иметь одинаковый (альфа-железо и гамма-железо в охотничьем ноже) и различный (закись и окись меди на медном проводе) химический состав. Фазовый состав всех объектов, имеющих кристаллическую структуру, устанавливается с помощью рентгенофазового анализа, который успешно применяется в экспертной практике для неразрушающего исследования самого широкого круга объектов: металлов и сплавов, строительных, лакокрасочных материалов, фармацевтических препаратов, парфюмерно-косметических изделий, взрывчатых веществ и др. Метод основан на неповторимости расположения атомов и ионов в кристаллических структурах веществ, которые отражаются в соответствующих рентгенометрических данных. Анализ этих данных и позволяет устанавливать качественный и количественный фазовый состав.

## Библиографический список использованной литературы

### Нормативно-правовые акты

1. Конституция Российской Федерации (принята на всенародном голосовании 12 декабря 1993 г.) // ИПС «Консультант Плюс».
2. Федеральный закон от 31 мая 2001 г. № 73 «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации». Ст. 8.
3. Инструкция по организации производства судебных экспертиз в государственных судебно-экспертных учреждениях Министерства юстиции Российской Федерации, утвержденная приказом Минюста РФ от 20 декабря 2002 г. № 347.
4. Инструкция по организации производства судебных экспертиз в экспертно-криминалистических подразделениях органов внутренних дел Российской Федерации, утвержденная приказом МВД РФ от 29 июня 2005 г. № 511.

### Научная литература

5. Аверьянова Т. В., Белкин Р. С., Корухов Ю. Г., Российская Е. Р. Криминалистика. Учебник для вузов. Под ред. Заслуженного деятеля науки Российской Федерации, профессора Р. С. Белкина. - М.: Издательство НОРМА (Издательская группа НОРМА—ИНФРА М), 2000.
6. Аверьянова Т.В. Содержание и характеристика методов судебно-экспертных исследований. Алма-Ата, 1991.
7. Андрианова И.П., Беляева Л.Д., Богословский Ю.Н., Быков Б.С., Голубев В.В., Гусев А.А., Кузнецов А.С., Курдинов Г.М., Одинцова К.И., Поташник С.И., Пчелинцев А.М., Шляхов А.Р. Классификация и перечень основных методов судебной экспертизы. – М.: ВНИИСЭ, 1977.
8. Анчабадзе Н. А. и др. Методы и средства экспертных исследований. Волгоград: ВА МВД России, 2001.

9. Аминев Ф.Г. Современные тенденции экспертно-криминалистического обеспечения расследования преступлений / Ф.Г. Аминев // Криминалистические средства и методы в раскрытии и расследовании преступлений: мат-лы 4-й Всерос. науч.-практич. конф. по криминалистике и судебной экспертизе (Москва, 4-5 марта 2009 г.). – М.: ЭКЦ МВД России, 2009.

10. Бастрыкин, А. И. Криминалистика. Современные методы криминалистического исследования / А.И. Бастрыкин. - М.: Ольга, 2014.

11. Белкин Р.С. Криминалистическая энциклопедия. – М.: Мегатрон XXI, 2000.

12. Белкин Р.С. Курс криминалистики. В 3 т. Т.3: Криминалистические средства, приемы и рекомендации. – М.: Юристъ, 1997.

13. Белоглазов, С.М. Физико-химические методы анализа в криминалистике и судебной экспертизе / С.М. Белоглазов, Л.М. Соич // Актуальные проблемы криминалистической науки и практики. – Калининград: Изд-во КЮИ МВД России, 2010.

14. Бычкова С.Ф. Судебная экспертиза: научные, организационно-правовые и методические основы. Теория и практика судебной экспертизы. Т 2. Учебное пособие. Алматы. 2002.

15. Валова (Копылова) В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Практикум. М.: Дашков и К, 2013.

16. Винберг А.И. Судебная экспертология (общетеоретические и методологические проблемы судебных экспертиз). М., 1979. Винберг А. И., Малаховская Н. Т. Судебная экспертология (общетеоретические и методологические проблемы судебных экспертиз) : учеб. пособие. Волгоград, 1979.

17. Винберг А.А., Шляхов А.Р. Общая характеристика методов экспертного исследования // Общее учение о методах судебной экспертизы: Сб. научи, тр. ВНИИСЭ - М., 1977. Вып. 28.

18. Вещественные доказательства. Информационные технологии процессуального доказывания / Под ред. В. Я. Колдина. М.: Норма, 2002.
19. Е.И. Галяшина, С.А. Смотров, С.Б.Шашкин Теория и практика судебной экспертизы. Москва-Санкт-Петербург. 2003.
20. Гвоздев В. Д. Прикладная метрология: величины и измерения. М., 2011.
21. Геккелер К., Экштайн Х. Аналитические и препаративные лабораторные методы. М.: Химия, 1994.
22. Гончаренко В.И. Использование данных естественных и технических наук в уголовном судопроизводстве. Киев, 1980.
23. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М., 2003.
24. Дулов А.В. Вопросы теории судебной экспертизы в советском уголовном процессе. – Минск, 1959.
25. Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: Учебное пособие. М.: НИЦ ИНФРА-М: Нов. знание, 2013.
26. Зайдель А. Н. Ошибки измерений физических величин. Л.: Наука, 1974.
27. Зинин А. М., Майлис Н. П. Научные и правовые основы судебной экспертизы. М., 2001.
28. Ельяшевич М.А., Атомная и молекулярная спектроскопия, М., 1962/
29. Естественно-научные методы судебно-экспертных исследований: Учебник / Под ред. Е. Р. Россинской. М.: Норма: ИНФРА-М, 2015.
30. Кремер Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник. М., 2010.
31. Криминалистическая техника: Учебник. М.: Юрлитинформ, 2012.
32. Криминалистика / Т.В. Аверьянова и др. - М.: Норма, 2015.



33. Кузнецов, П.С. Методы судебной экспертизы / П.С. Кузнецов // Криминалистика: проблемы теории и практики. – Екатеринбург: Изд-во УрЮИ МВД России, 2010. – Выпуск 1-2 (2009-2010).
34. Кузьмин Н. М. Аналитическая химия в криминалистике // Журнал аналитической химии. 1988. Т. 36. Вып. 1. С. 5–8.
35. Моисеева Т. Ф. Естественно-научные методы судебно-экспертных исследований: Курс лекций. - М.: РГУП, 2015.
36. Микляева, О.В. 24-е заседание ФМКМС по судебной экспертизе и экспертным исследованиям [О пятой международной научно-практической конференции по криминалистике и судебной экспертизе на тему «Криминалистические средства и методы в раскрытии и расследовании преступлений», назначенной на 2-3 марта 2011 г.] / О.В. Микляева // Теория и практика судебной экспертизы. – М.: БСЭ РФЦСЭ при Минюсте России, 2010. – № 4
37. Митрошин, С.В. Методы исследования объектов судебной экспертизы / С.В. Митрошин, О.А. Щеглов; отв. ред. А.Н. Иванов // Актуальные проблемы современной юридической науки и практики. – Саратов: Изд-во СаратовУ, 2009. – Вып. 3.
38. Основы естественно-научных знаний для юристов. - М.,1999.
39. Практическое руководство по производству судебных экспертиз для экспертов и специалистов: Науч.-практ. пособие / Под ред. Т. В. Аверьяновой и В. Ф. Статкуса. М.: ЮРАЙТ, 2013.
40. Подкорытов Г. А. Соотношение диалектического метода с частно-научными методами // Вопр. философии. 1962. № 6.
41. Политехнический словарь / Под ред. И. И. Артоболевского. ГОСТ 16263–70 «Метрология. Термины и определения».
42. Полюдова, В.П. Химические методы анализа в криминалистике и судебной экспертизе / В.П. Полюдова, Л.М. Соич // Актуальные проблемы криминалистической науки и практики. – Калининград: Изд-во КЮИ МВД России, 2010.

43. Основы аналитической химии: Учебник для вузов. Кн. 2. Методы химического анализа.
44. Постика И.В. О методах криминалистической экспертизы // Применение научных методов при расследовании преступлений и изучении преступности: Материалы Всесоюзн. Научн. конф. - М., 1973, ч. 1.
45. Россинская Е.Р. Общеэкспертные методы исследования вещественных доказательств и проблемы их систематизации // Сб. научных трудов ЭКЦ МВД России. - М., 1995.
46. Россинская Е.Р. Проблемы криминалистических и судебно-экспертных методов исследования вещественных доказательств // Проблемы совершенствования производства криминалистических экспертиз. Материалы научно-практической конференции. — Саратов, 1998.
47. Россинская Е.Р. Теория судебной экспертизы: учебник/ Е.Р. Россинская, Е.И. Галяшина, А.М. Зинин; под ред. Е.Р. Россинской. – М.: Норма, 2009.
48. Россинская Е.Р. Концептуальные основы теории неразрушающих методов исследования вещественных доказательств. – М.: Норма, 1993.
49. Сахнова Т.В. Судебная экспертиза. Москва. 2000.
50. Шляхов А.Р. Определение методики и методов судебных экспертиз с позиций внедрения научных разработок (рекомендаций) в экспертную практику. - М., 1977.
51. Шляхов А.Р. Судебная экспертиза. Организация и проведение. М., 1994.
52. Энциклопедия судебной экспертизы / под ред. Т.В. Аверьяновой, Е.Р. Россинской. М., 1999.
53. URL: [hapoelta-fc.co.il / wp-content / gallery / r20 / picture-of-chromatography](http://hapoelta-fc.co.il/wp-content/gallery/r20/picture-of-chromatography) Copyright
54. URL: [donaulab.ru/keywords/preparativnaya-hromatografiya/](http://donaulab.ru/keywords/preparativnaya-hromatografiya/)
55. URL: [www.krugosvet.ru](http://www.krugosvet.ru)