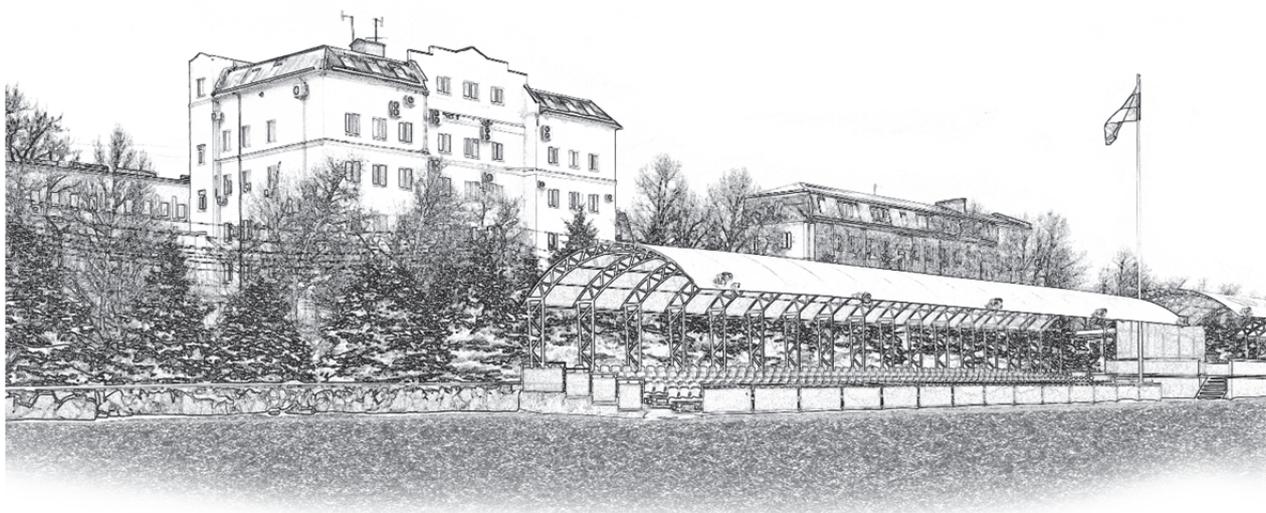




Краснодарский университет МВД России

А. С. Арутюнов
Е. Ю. Логачёва

ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ МЕТОДЫ СУДЕБНО-ЭКСПЕРТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



Краснодар
2024

Краснодарский университет МВД России

А. С. Арутюнов
Е. Ю. Логачёва

**ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ МЕТОДЫ
СУДЕБНО-ЭКСПЕРТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Учебное пособие

Краснодар
2024

УДК 343.98
ББК 67.53
А868

Одобрено
редакционно-издательским советом
Краснодарского университета
МВД России

Рецензенты:

В. Н. Черниговский, кандидат педагогических наук (Волгоградская академия МВД России);

В. А. Омельченко, кандидат фармацевтических наук (Главное управление МВД России по Краснодарскому краю).

Арутюнов А. С.

А868 Естественно-научные методы судебно-экспертных исследований : учебное пособие / А. С. Арутюнов, Е. Ю. Логачёва. – Краснодар : Краснодарский университет МВД России, 2024. – 78 с.

ISBN 978-5-9266-2072-3

Приводятся теоретические основы естественно-научных методов, применяемых в судебно-экспертной практике, и практические задания для контроля и закрепления знаний.

Для профессорско-преподавательского состава, курсантов, слушателей образовательных организаций МВД России и сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации.

УДК 343.98
ББК 67.53

ISBN 978-5-9266-2072-3

© Краснодарский университет
МВД России, 2024

© Арутюнов А. С., Логачёва Е. Ю., 2024

Предисловие

Успехи естественных наук нашли свое отражение в криминалистике, одним из рабочих методов которой является всестороннее использование данных технических, физических и химических исследований при раскрытии преступлений и изучении вещественных доказательств в процессе судопроизводства.

Как показывает практика, эксперты-криминалисты активно используют в своей работе различные методы и подходы, основанные на естественно-научных знаниях. Однако некоторые даже опытные практики-криминалисты не имеют теоретических представлений о природе процессов, лежащих в основе этих методов, что, конечно, снижает результативность их использования при производстве экспертиз и исследовании вещественных доказательств. В то же время в Федеральном законе от 31 мая 2001 г. № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации», где судебная экспертиза определена как процессуальное действие, включающее в себя проведение исследований на строго научной основе и дачу заключения экспертом по вопросам, требующим специальных знаний в области науки и техники, указаны жесткие требования к компетенции эксперта-криминалиста. Вышесказанное предполагает необходимость владения экспертом теоретическими знаниями из некоторых областей физики, химии и техники, которые являются разновидностью специальных знаний.

Данное пособие посвящено рассмотрению физических, химических и физико-химических методов исследования вещественных доказательств, применяемых в процессе производства традиционных криминалистических экспертиз, а также обнаружении и предварительном исследовании вещественных доказательств при осмотре места происшествия.

Наибольшее применение данная группа методов нашла при решении задач технико-криминалистической экспертизы документов и работе со следами рук на стадии их визуализации, обнаружении следов различных биологических жидкостей, например крови.

1. Теоретические основы естественно-научных методов, применяемых в судебно-экспертной практике

1.1. Понятие о естественно-научных методах в контексте исследования вещественных доказательств

В основу классификации естественно-научных методов, применяемых в судебно-экспертных исследованиях, положены следующие признаки:

- область науки, из которых они заимствованы;
- природа явлений, лежащих в основе метода;
- степень влияния на исследуемый объект;
- характер информативности получаемых результатов.

При классификации естественно-научных методов, реализуемых в процессе производства традиционных криминалистических экспертиз, *по областям науки, из которых они заимствованы*, различают следующие методы исследования вещественных доказательств:

- *физические*
- *химические*
- *физико-химические*.

В рамках определенной области науки методы можно классифицировать *по природе явления*, на котором они основаны. Например, к группе физических методов можно отнести исследование в отраженных ИК-лучах (изучение признаков объекта основано на различной способности отражать излучение ИК-диапазона), люминесцентный анализ (основан на свойстве веществ испускать вторичное свечение в видимой области под воздействием УФ-излучения – люминесценции) и т. д.

Рассматривая химические методы выявления следов рук, различают физические, химические и физико-химические методы в зависимости от природы процесса, отвечающего за визуализацию невидимых следов рук.

Отнесение метода влажного копирования к группе физико-химических методов также обосновано природой происходящих в исследуемой системе процессов – диффузии, растворении красящих веществ, образующих штрихи документов.

По степени воздействия на исследуемый объект выделяют *разрушающие* и *неразрушающие* методы. Например, исследование в различных зонах электромагнитного излучения является неразрушающим методом, поскольку в результате его применения целостность объекта не нарушается. Примером разрушающего метода служит выявление невидимых следов рук с помощью дактилоскопических порошков или химических реагентов, приводящих к изменению первоначального вида объекта.

Говоря о характере информативности экспертных исследований, в отдельную группу следует выделить так называемые *предварительные исследования*, результаты которых получают с помощью простых в исполнении методик или подходов и которые являются ориентировочными и требуют уточнения с помощью более информативных методов анализа. Примером методов предварительного исследования являются химические тест-методы, основанные на цветных химических реакциях, которые можно осуществить посредством простых тест-средств (ампулы с реактивами, индикаторные трубки, тест-полоски). При этом появление соответствующей окраски свидетельствует лишь о возможном наличии искомого компонента или вещества в осматриваемом объекте.

1.2. Методы исследования вещественных доказательств в различных областях электромагнитного спектра

Виды электромагнитных волн

Согласно электромагнитной теории видимый свет, ультрафиолетовое, инфракрасное, рентгеновское, гамма-излучение и радиоволны рассматриваются как электромагнитные колебания различной длины волны.

Свойства отдельных видов излучения, способы их получения и их действие находятся в зависимости от длины волны.

Различные виды электромагнитных колебаний, расположенных в порядке возрастания длины волны, составляют так называемый электромагнитный спектр (рис. 1).

Электромагнитное излучение, воспринимаемое человеческим глазом, называется видимым. Человеческий глаз воспринимает свет с длиной волны в диапазоне от 400 до 700 нм.

Свет с длиной волны менее 400 нм называют ультрафиолетовым (УФ). Свет с длиной волны более 700 нм называют инфракрасным (ИК).

В состав видимого света входят различные цвета: от фиолетового на нижних границах видимого спектра (400-450 нм) до красного на самых высоких точках нижних границ (620-700 нм).

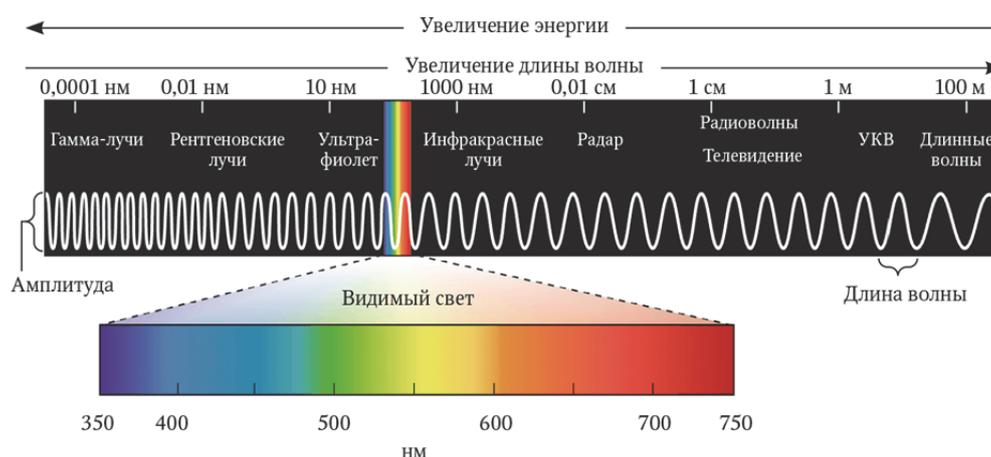


Рис. 1. Шкала электромагнитных волн

Люминесценция

Некоторые вещества под воздействием определенных факторов излучают электромагнитную энергию. Такое излучение называют люминесценцией, а люминесцирующие вещества – *люминофорами*.

Люминесценция – это свечение атомов, молекул, ионов и других частиц, возникающее в результате электронного перехода в этих частицах при их возвращении из возбужденного состояния в основное, т. е. это вторичное излучение. Люминесценция возникает в результате поглощения веществами первичной энергии и испускания почти всей или некоторой части этой энергии в виде *светового излучения*.

Сущность явления. Представим себе атом вещества как некоторую сложную систему, состоящую из элементарных частиц. Между этими элементарными частицами существует определенное соотношение сил, так что вся система в целом находится в состоянии энергетического равновесия.

Находясь в таком состоянии, атом не отдает энергию в окружающую его среду и не нуждается для поддержания своего неизменного состояния в поглощении энергии извне. Описанное состояние атома называется невозбужденным. Если извне в атом поступает некоторое определенное количество энергии, то прежнее соотношение сил в системе изменяется и атом переходит в иное энергетическое состояние. Это состояние является неустойчивым, и атом, получивший избыточную энергию, становится возбужденным. Он стремится отдать вовне избыточную энергию и отдает ее в той или иной форме, возвращаясь таким образом опять в невозбужденное состояние.

Поглощение и испускание энергии атомом и, следовательно, его переход из невозбужденного состояния в возбужденное и обратно подчиняется одной весьма важной закономерности. Атом не может принять какое угодно произвольное количество энергии и поэтому не способен перейти в количественном отношении в любое произвольное энергетическое состояние. Атом каждого вещества имеет ряд своих строго определенных, дискретных или «разрешенных» уровней энергии, единственно возможных для него. В энергетическом отношении атом может переходить с одного из таких уровней на другой, но никогда не может занять промежуточное положение.

Из этого следует, что количество поглощаемой атомами энергии также может быть лишь строго определенными порциями, или квантами, энергии, равными разности между двумя какими-либо энергетическими состояниями атома. Точно так же и испускание энергии атомами, происходящее при переходе его с более высокого энергетического уровня на менее высокий, может происходить лишь порциями, или квантами (рис. 2).

Энергия извне может быть подведена к атому различными путями, например, в виде энергии движущегося электрического заряда (возбуждение катодными или бета-лучами) или лучистой энергии (светового потока) и др.

Во всех этих случаях энергия поглощается атомами лишь тогда, когда порция поступающей энергии равна разности «разрешенных» энергетических уровней атома, при этом атом переходит в возбужденное состояние.

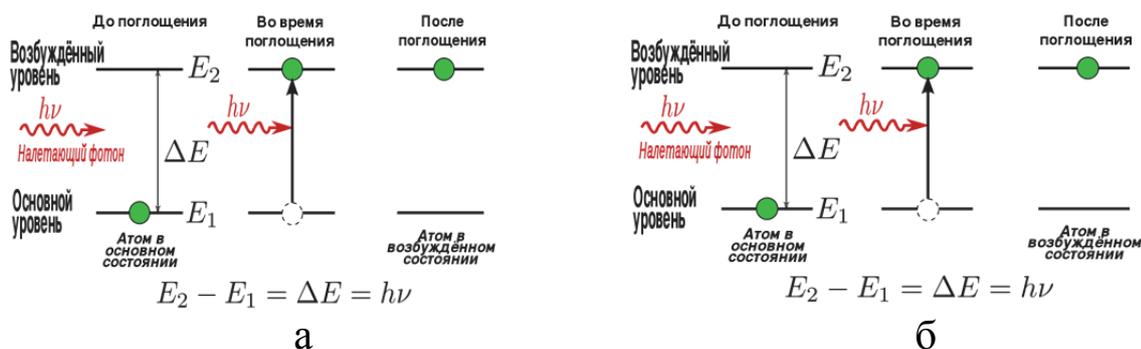


Рис. 2. Схема электронных переходов, вызывающих люминесценцию:
 а – поглощение фотона, б – испускание вторичного фотона

Фотолюминесценция – это вид люминесценции, возбуждаемый с помощью энергии электромагнитного излучения. Из возбужденного состояния атом самопроизвольно вновь возвращается в невозбужденное состояние, отдавая избыток энергии в виде лючеиспускания. Таким образом, можно сказать, что возбужденный атом «разряжается» в виде порций или квантов световой энергии. Величина этих квантов, как это видно из изложенного, в первую очередь определяется строением самого атома или, иначе говоря, природой излучающего вещества. В свою очередь, величина энергии квантов определяет род излучения: частоту и длину волны лучистой энергии или применительно к физиологическому ощущению цвет лучей (если излучение происходит в видимой области спектра). Таким образом, процесс люминесценции заключается в том, что атомы вещества возбуждаются какой-либо поступающей извне энергией и затем вновь испускают избыточную энергию в виде света люминесценции.

Аналогичные процессы протекают в молекулярных системах, обладающих свойством люминесцировать под воздействием внешней световой энергии. Однако процесс люминесценции молекулярных систем более сложный по сравнению с люминесценцией в атомах. Это объясняется тем, что уровни энергии в молекулах определяются не только строением самих атомов, но и взаимным расположением, влиянием различных атомов друг на друга. Количество молекулярных энергетических уровней значительно больше и разнообразнее, чем атомных.

В подавляющем большинстве случаев к явлениям фотолюминесценции применим закон Стокса, согласно которому энергия квантов излучаемой световой энергии меньше энергии квантов

возбуждающего света. Иными словами, возбуждающий свет обладает меньшей длиной волны и большей частотой, чем излучаемый в виде люминесценции. Примером этому может служить так часто наблюдаемое свечение синим или зеленым светом некоторых объектов, облучаемых с помощью ультрафиолетового источника света.

Процессы электронных переходов, происходящих при взаимодействии ультрафиолетового излучения с молекулами-люминофорами и дальнейшем испускании света, можно схематично отобразить в так называемой диаграмме Яблонского (рис. 3).

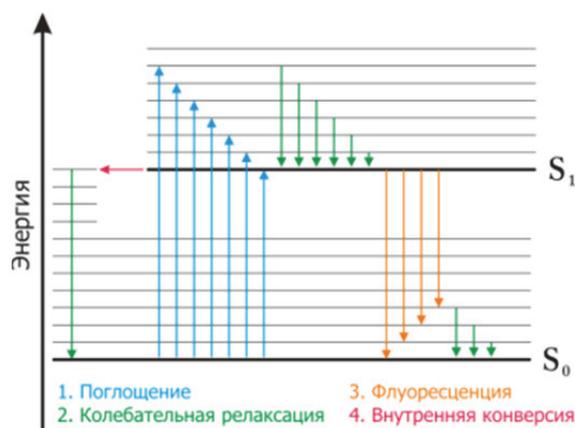


Рис. 3. Диаграмма Яблонского

Молекулы-люминофоры имеют различные состояния, называемые уровнями энергии. В основном состоянии электроны находятся на уровне с наименьшей энергией. При взаимодействии с ультрафиолетовым излучением происходит поглощение кванта энергии и переход электронов на более высокие энергетические уровни, т. е. молекула переходит в возбужденное состояние, которое не устойчиво. В результате теплового движения электроны поэтапно возвращаются на более низкие энергетические уровни, что сопровождается излучением энергии в виде кванта света, но уже в более длинноволновой области спектра (как правило, видимой). Иными словами, ультрафиолетовое излучение возбуждает электроны в молекулах определенных соединений и заставляет их излучать свет в видимой области спектра.

При исследовании флуоресценции вещества необходимо регистрировать спектр возбуждения и спектр флуоресценции (рис. 4). Спектр возбуждения – это зависимость степени поглощения возбуждающего электромагнитного излучения от длины волны. Спектр флуоресценции – это зависимость интенсивности флуоресцентного свечения от длины волны.

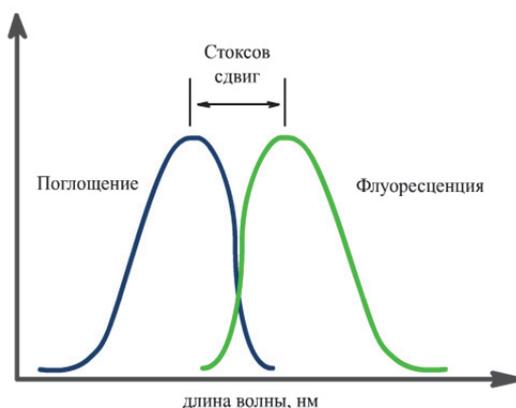


Рис. 4. Молекулярные спектры поглощения и флуоресценции

Свойства электромагнитных волн

При криминалистических исследованиях наибольшее значение имеют следующие свойства инфракрасных лучей.

ИК-лучи при прохождении через мутную среду (туман, воздушную дымку и др.) рассеиваются менее, чем видимые лучи. Поэтому они могут быть использованы в криминалистике для наружной фотографии мест происшествий при неблагоприятных метеорологических условиях (рис. 5).



Рис. 5. Преимущества фотографирования в ИК-лучах сквозь туман:
а – снимок в видимых лучах, б – снимок в инфракрасных лучах

ИК-лучи проникают через различные материалы, а также поглощаются и отражаются ими иначе, чем видимые лучи. Ввиду этого при помощи инфракрасных лучей оказывается возможным, например, различать материалы, имеющие визуально одинаковый цвет; выявлять неразборчивые надписи; читать записи, замазанные красящими веществами.

При криминалистических исследованиях имеют наибольшее значение следующие свойства лучей ультрафиолетового диапазона.

УФ-лучи обладают сильно выраженной способностью возбуждать люминесценцию различных веществ, что используется в криминалистической практике, например, для выявления скрытых следов рук флуоресцентными дактилоскопическими порошками, наблюдении люминесцентных защитных меток при экспертном исследовании банкнот на предмет их подлинности, обнаружении люминесценции следов, оставленных при контакте с так называемыми химическими ловушками (обработанные специальными люминисцирующими химическими веществами приспособления или устройства, закамуфлированные под различные предметы либо скрытно установленные внутри объекта охраны или рядом с ним для переноса специальных химических веществ на тело и одежду лица, совершившего несанкционированное проникновение).

Отражение и поглощение ультрафиолетовых лучей различными веществами во многих случаях в количественном отношении отличается от поглощения и отражения теми же веществами видимых лучей. Это обстоятельство используется при исследовании различных объектов и, в частности, криминалистических объектов, поскольку позволяет выявить такие свойства веществ, которые не могут быть установлены при исследовании в видимых лучах света.

1.3. Физико-химические основы методов визуализации следов рук

Порошковые методы

Порошковые методы основаны на способности порошкового вещества следа сорбировать (поглощать) мельчайшие частицы порошка, находящиеся в твердом состоянии. Сорбция дактилоскопического порошка при этом происходит по механизму адгезии.

Сорбция (от лат. *sorbeo* – поглощаю) – поглощение твердым телом либо жидкостью различных веществ из окружающей среды. Поглощаемое вещество, находящееся в среде, называют *сорбатом*, поглощающее твердое тело или жидкость – *сорбентом*.

Различают два вида сорбционных процессов: адсорбцию и абсорбцию (рис. 6).

Адсорбция – поглощение вещества поверхностью другого вещества на границе раздела фаз.

Абсорбция – одно вещество диффундирует в объем другого вещества, т. е. поглощается всем объемом.

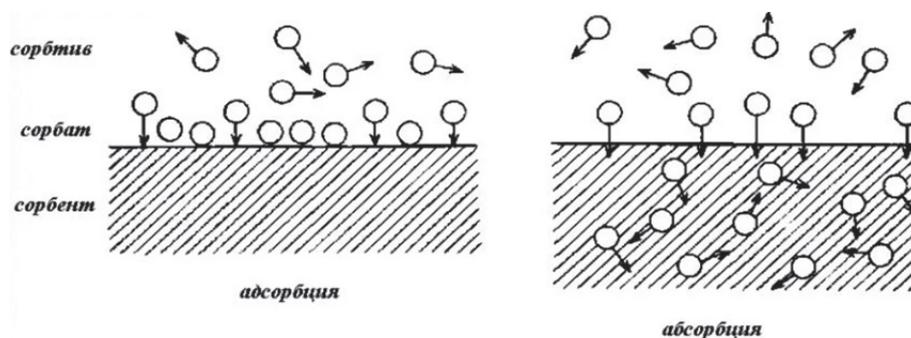


Рис. 6. Адсорбция и абсорбция

Адгезия (от лат. *adhaesio* – прилипание) – сцепление поверхностей разнородных твердых и (или) жидких тел, что обусловлено межмолекулярными взаимодействиями (Ван-дер-Ваальсовыми, полярными, иногда – взаимной диффузией) в поверхностном слое.

Ван-дер-Ваальсовое взаимодействие. Между молекулами в веществе всегда присутствует некоторое притяжение друг к другу, которое называется межмолекулярным взаимодействием. Притяжение молекул друг к другу не такое сильное, как взаимо-

действие между атомами в молекуле, и поэтому его недостаточно для образования химических связей, но достаточно для того, чтобы сделать их слегка «клейкими» друг к другу. Силы взаимодействия молекул, вызываемые мгновенными флуктуациями распределения электронов в атомах, называются силами Ван-дер-Ваальса. Сила Ван-дер-Ваальса является электростатическим взаимодействием молекулярных оболочек.

Диффузия – это процесс проникновения молекул одного вещества между молекулами другого вещества (рис. 7). Иными словами, это смешивание, во время которого происходит взаимное проникновение молекул вещества между друг другом.

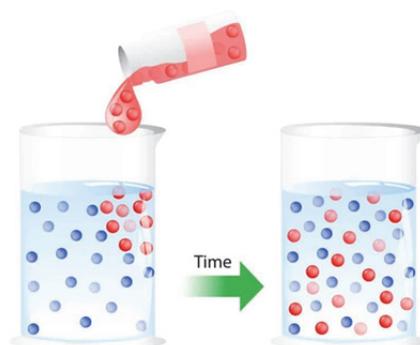


Рис. 7. Схема процесса диффузии

Химические методы

Химические методы исследования скрытых следов рук – это подходы, основанные на использовании химических реакций между компонентами потожирового вещества следа и специальными реактивами, вызывающими их окрашивание или люминесценцию. Они проводятся, как правило, в лабораторных условиях и позволяют выявлять следы большой давности.

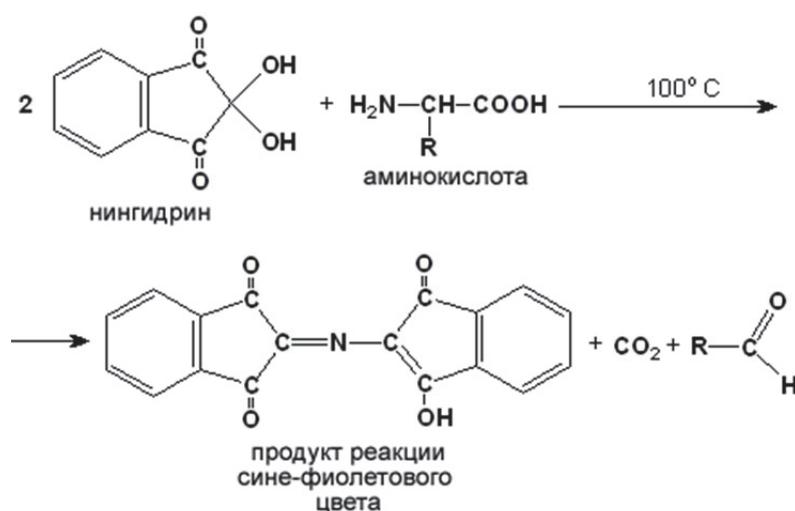
К компонентам потожирового вещества, участвующих в химических реакциях в процессе выявления скрытых следов рук, относятся вода, остатки аминокислот, хлориды.

Химические средства изменяют первоначальный вид объекта, поэтому применять их в процессе осмотра места происшествия рекомендуется в исключительных случаях.

К наиболее часто используемым химическим реагентам для визуализации скрытых следов рук относятся нингидрин, нитрат серебра, ДФО.

Визуализация с помощью нингидрина. Нингидрин (трикетогидринденгидрат; 2,2-дигидрокси-1,3-индан-дион) – белый кристаллический порошок, один из лучших химических реагентов для выявления следов рук на пористых и шероховатых поверхностях, на бумаге и картоне, следов на струганном и неокрашенном дереве, на тканях.

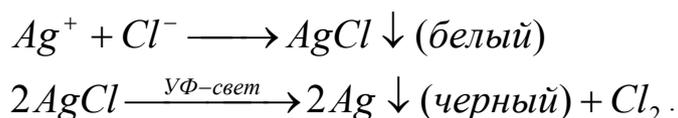
Нингидрин окрашивает невидимые следы в розово-фиолетовый цвет за счет взаимодействия с α -аминогруппами аминокислот, пептидов, белков, потожирового вещества в соответствии с уравнением химической реакции:



При выявлении скрытых следов готовый раствор нингидрина наносят равномерно на поверхность объекта. После обработки объект просушивается в вытяжном шкафу. Реакция в комнатных условиях протекает около 24 ч., а в некоторых случаях – 2–3 дня (следы окрашиваются в фиолетовый цвет).

Для ускорения реакции применяют экспресс-метод обработки: объект помещается в нингидриновую камеру при температуре 80–115°C. В этих условиях след окрашивается через 15–20 минут.

Визуализация с помощью нитрата серебра. Метод основан на взаимодействии азотнокислого серебра с солями хлористого натрия и хлористого калия потожирового вещества и используется для выявления следов рук на бумаге, картоне, фанере, неокрашенном дереве давностью до одного месяца (в некоторых случаях – до полугода), иногда на тканях. Химические реакции, лежащие в основе визуализации скрытых следов рук раствором нитрата серебра, протекают в соответствии с уравнениями



В результате реакции образуется хлористое серебро, которое под воздействием солнечного света или ультрафиолетовых лучей легко распадается и переходит в металлическое серебро, которое окрашивает отображенный в следе кожный узор в темно-коричневый (вплоть до черного) цвет.

Визуализация с помощью диазофлуорена (ДФО). Диазофлуорен (ДФО) – кристаллический порошок подобен нингидрину – краситель для выявления латентных следов рук на белой, многоцветной, матовой оберточной и упаковочной бумаге и пакетах.

Следы рук, выявленные диазофлуореном, окрашены в красный цвет, под воздействием источников электромагнитных лучей наблюдается интенсивная люминесценция. Люминесценция возбуждается при длине волн 570, 530, 525, 485 и 450 нм и фиксируется с оранжевым или красным светофильтром.

Диазофлуорен является более чувствительным реактивом к аминокислотам, находящимся в протеине вещества, чем нингидрин, поэтому эффективность выявления следов рук на бумажной поверхности значительно заметнее по сравнению с нингидрином.

При комнатной температуре следы наиболее контрастно проявляются через 24–48 ч. Для ускорения процесса проявления следов используют термостат (сушильный шкаф), в котором высушенный объект выдерживают около 10 мин. при температуре 100°C, или применяют так называемый экспересс-метод: обработанный и высушенный объект кладут на лист белой бумаги, сверху накрывают вторым листом чистой белой бумаги и проглаживают 2–3 мин. утюгом, нагретым не более чем до 125°C.

Выявление следов рук составами на основе дисперсных систем

Для выявления следов рук на влажных поверхностях применяются так называемые физические проявители, представляющие собой суспензии – дисперсная система с жидкой дисперсионной средой и твердой диспергированной дисперсной фазой, частицы которой достаточно велики, чтобы противодействовать броуновскому движению (смесь жидкости с твердыми частицами, находящимися во взвешенном состоянии).

Дисперсная система (от лат. *dispersio* – рассеяние) – образования из фаз (тел), которые практически не смешиваются и не реагируют друг с другом химически. В типичном случае двухфазной системы первое из веществ (дисперсная фаза) мелко распределено, второе (дисперсионная среда) – присутствует в большом количестве (рис. 8).

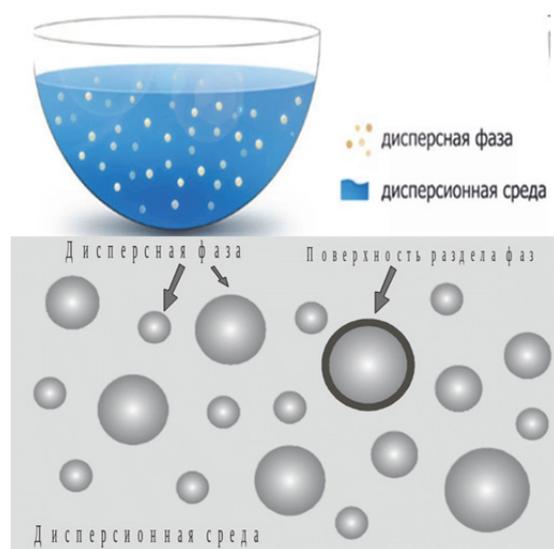


Рис. 8. Дисперсная система

Дисперсные системы классифицируют (рис. 9) в зависимости от агрегатного состояния дисперсной фазы и среды; размера частиц дисперсной фазы.

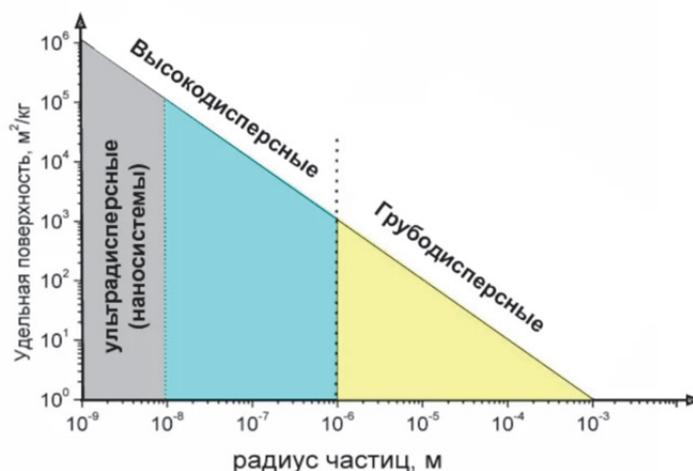
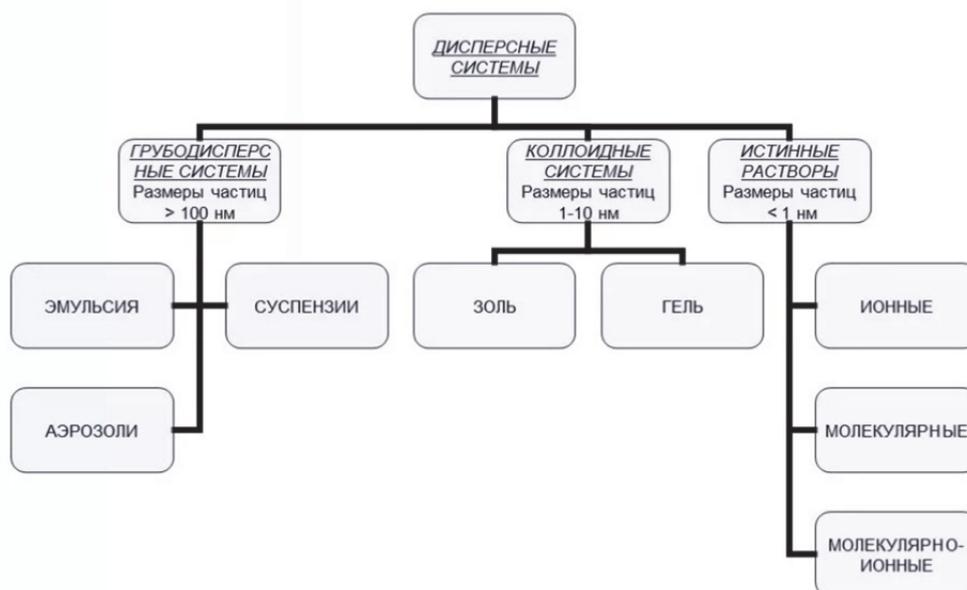


Рис. 9. Классификация дисперсных систем

Количественно дисперсность выражается *степенью дисперсности* – $D=1/d$ (величина обратная среднему диаметру частицы) и *удельной поверхностью* – $S_{\text{уд}} = S/V = 6/d$ (для частиц сферической формы). Межфазная поверхность, приходящаяся на единицу массы или объема – это величина, обратная линейным размерам частиц дисперсной фазы. С уменьшением размеров частиц дисперсной системы степень дисперсности и величина удельной поверхности увеличивается.

Дисперсность является важной характеристикой порошкообразных веществ, в том числе и дактилоскопических порошков, применяемых в экспертной практике.

Рассмотрим основные физико-химические процессы, протекающие в трехфазной системе: дисперсная система – потожировое вещество следа (подвергшееся воздействию влаги) – поверхность объекта-следоносителя. Механизм взаимодействия потожирового вещества с непористыми поверхностями, на которых нанесены латентные следы пальцев рук, такие как окрашенный металл, ламинированная ДСП, стекло, пластик и др., можно представить следующим образом: потожировое вещество следа в виде эмульсии (масло и вода) наслаивается на не впитывающую следовоспринимающую поверхность; образование следа руки зависит от типа поверхности (гидрофильная или лиофильная), ее морфологии (на микро- и макроуровне), краевого угла смачивания, вязкости потожирового вещества, внешних условий (температура, влажность и др.), а также временного интервала, прошедшего с момента следообразования. Спустя некоторый промежуток времени след руки за счет воздействия внешних условий будет представлен в виде тонкой пленки на поверхности объекта-следоносителя. Вода взаимодействует с потожировым веществом следа по-разному. Если в потожировом веществе преобладают гидрофильные компоненты, то такие следы наиболее подвержены воздействию влаги.

Наличие гидрофобных соединений приводит к сохранности потожировых следов достаточно продолжительное время (рис. 10, а). При нанесении дисперсной системы для выявления следов рук, подвергшихся воздействию влаги на следовоспринимающую поверхность, на которой адсорбировано потожировое вещество следа, происходят следующие процессы: в первоначальный момент времени (рис. 10, б) система находится в равновесии – в ней одновременно существует устойчивая коллоидная система; дисперсионная среда, стабилизированная поверхностно-активными веществами, и потожировое вещество следа в виде наслоения. Отметим, что агрегативная устойчивость суспензии обеспечивается средством дисперсной фазы, дисперсионной среды и наличием стабилизаторов. Механизм стабилизации суспензии происходит за счет адсорбции ПАВ на межфазной поверхности. Частицы дисперсной фазы при этом хорошо смачиваются дисперсионной средой. На границе раздела фаз образуется сольватная оболочка, которая препятствует слипанию частиц.

При контактировании дисперсной системы с потожировым веществом следа (рис. 10, в) система стремится к минимизации свободной энергии, в результате происходит нарушение ее агрегативной устойчивости. Взаимное отталкивание коллоидных частиц ослабевает, увеличивается вероятность начала слипания частиц, их коагуляция и седиментация (оседание) на поверхность адсорбированного потожирового вещества (рис. 10, г).

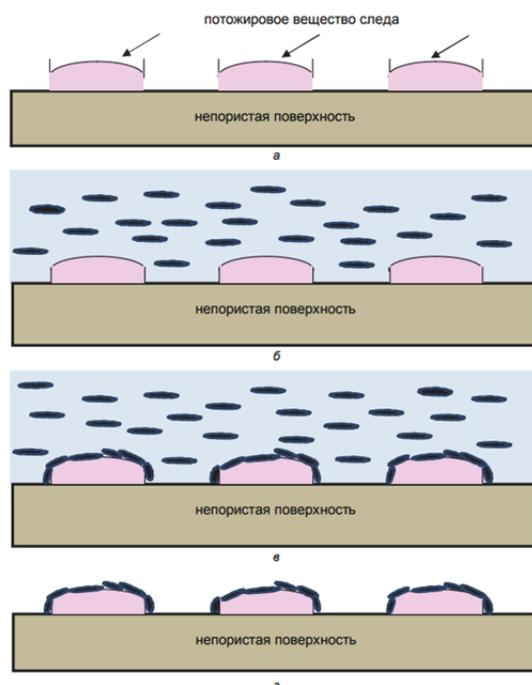


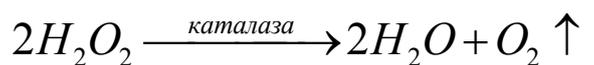
Рис. 10. Механизм взаимодействия трехфазной системы: дисперсная система – потожировое вещество следа (подвергнутое воздействию влаги) – поверхность объекта-следоносителя: а – распределение потожирового вещества на непористой поверхности в результате воздействия влаги; б – первоначальный момент времени после нанесения дисперсной системы; в – состояние спустя небольшой промежуток времени после нанесения дисперсной системы; г – конечное состояние системы после промывания в дистиллированной воде

После промывания поверхности следоносителя дистиллированной водой на поверхности, содержащей потожировое вещество следа, присутствуют адсорбированные агрегированные коллоидные частицы, в то время как находящиеся в межпапиллярном пространстве следа частицы, стабилизированные ПАВ, удаляются. Таким образом происходит выявление следов рук.

1.4. Применение качественных химических реакций для обнаружения следов биологического происхождения

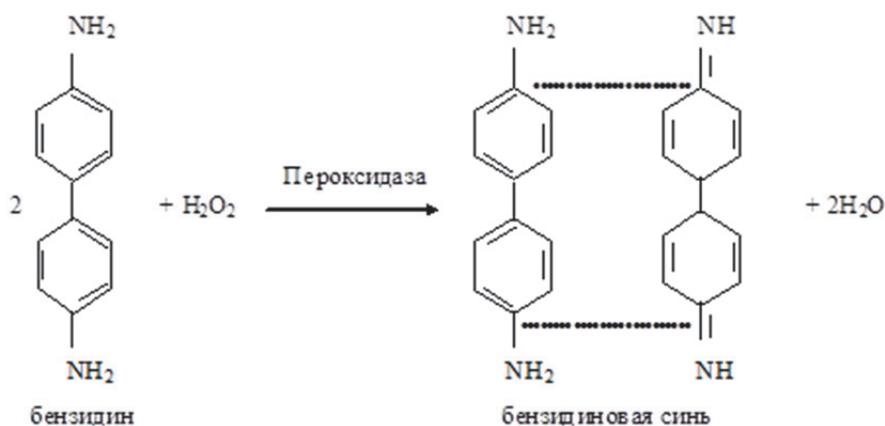
Выявление следов крови

Реакция с перекисью водорода. Одной из наиболее чувствительных химических реакций на кровь является взаимодействие с перекисью водорода, во время которого фермент крови (каталаза) активно разлагает перекись водорода:



Однако каталаза широко распространена в природе, что делает эту реакцию неспецифичной. Кроме того, каталаза крови сравнительно легко разрушается под действием ультрафиолетового облучения, гниения, моющих и дезинфицирующих средств (стиральные порошки, хлорамин и др.). В связи с этим замывые, а также старые следы крови могут и не дать положительной реакции при взаимодействии с перекисью водорода.

Реакция с бензидином. Проба характерна тем, что при наличии крови раствор бензидина в присутствии перекиси водорода приобретает синий цвет. Разлагая перекись водорода, ферменты крови переносят свободный кислород на индикатор (основной бензидин), который в результате окисления изменяет свой цвет, что схематично описывается уравнением, приведенным ниже:



Чувствительность реакции с бензидином достаточно высока. Изменение цвета реактива наступает при давности следа до 10 лет и при разведении крови до 1:10 000.

Реакция с люминолом. Проба характерна тем, что при взаимодействии веществ, содержащихся в крови, со специально приготовленным раствором люминола, возникает голубоватое свечение реактива, хорошо заметное в темноте.

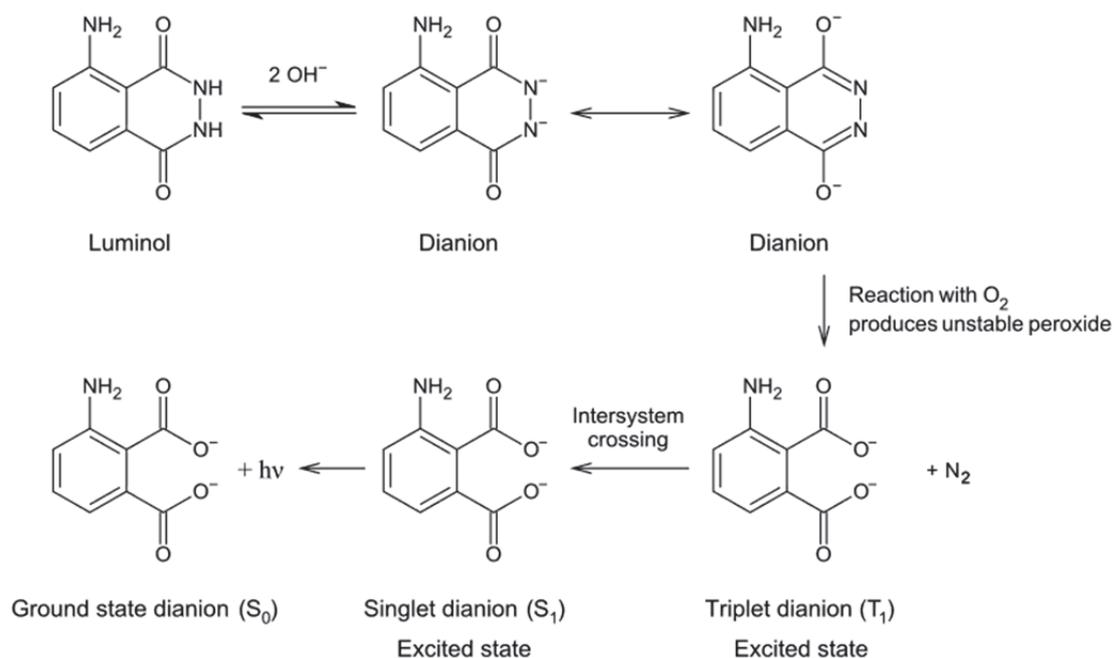
Из всех предварительных проб на наличие крови реакция с люминолом представляет особый интерес, так как она обладает высокой чувствительностью и наглядностью. Раствором люминола легко обрабатывать значительные площади, он несложен в приготовлении, не вреден для здоровья людей и не оказывает отрицательного воздействия на обрабатываемые поверхности.

Выявление следов крови с помощью люминола при осмотре места происшествия основано на явлении *хемилюминисценции* – излучения света (люминесценция) в результате химической реакции.

Хемилюминесцентные свойства люминола проявляются в присутствии окислителей. Для этой цели может быть использован пероксид водорода (H_2O_2) в растворе щелочи.

В присутствии катализаторов пероксид водорода разлагается с образованием кислорода и воды.

При взаимодействии люминола с гидроксид-ионами образуется дианион, который взаимодействует с кислородом. Продуктом этой реакции является крайне нестабильный органический дирадикал, который моментально распадается с образованием азота и молекулы 3-аминофталевой кислоты в возбужденном электронном состоянии. При возвращении молекулы из возбужденного в основное электронное состояние испускается фотон:



Для эксперимента готовят щелочной раствор люминола, в который добавляют перекись водорода. В этом растворе люминол окисляется перекисью водорода, но очень медленно. Отличный катализатор для этого процесса – железо, входящее в состав гемоглобина крови. Свечение, конечно, будет слабым, поэтому обработанные поверхности освещают ультрафиолетовой лампой, тогда люминесценция становится ярче. Длится свечение не более полуминуты. Метод очень чувствителен: в присутствии пятен крови люминол светится даже при разбавлении крови в соотношении 1 часть на 1 млн.

Тест с люминолом покажет следы крови, это может быть и кровь как теплокровных животных, так и холоднокровных (пауков, моллюсков, осьминогов). Ту же роль, что гемоглобин в нашей крови, у них играет гемоцианин, содержащий не железо, а медь. Однако медь тоже хорошо катализирует окисление и свечение люминола. Другое дело, что кровь морских гадов вряд ли встретится на месте преступления.

Другой важный недостаток метода – помимо гемоглобина крови есть и другие вещества, которые резко ускоряют окисление люминола, в частности хлорат натрия, входящий в состав отбеливателей. Использование люминола при расследовании на месте преступления может быть несколько затруднено из-за того, что он реагирует на растительную пероксидазу (например, свежий

сок или мякоть картофеля, хрена, репы, пастернака), металлы (медь, сталь, черные металлы), почву, необработанный край гипсокартона, сигаретный дым в замкнутых помещениях (внутри машины, например).

1.5. Химические методы исследования продуктов выстрела

В результате производства выстрела из огнестрельного оружия образуются продукты выстрела, которые отлагаются как на пораженной преграде, так и на других предметах-носителях, в частности на внутренней поверхности стреляной гильзы и канала ствола оружия, а также на внутренней поверхности различных сумок, свертков и т. д., имеющих контакт с оружием.

Как известно, продукты выстрела представляют собой сложную многокомпонентную систему, имеющую в своем составе неорганическую и органическую части. Неорганическая часть – это элементы разложения капсюльного состава патронов (барий, сурьма, ртуть) и элементы материала имеющихся в патронах снарядов (медь, свинец, железо). Органическая часть – это порох, основой которого является нитроцеллюлоза, а также продукты его сгорания, например окислы азота.

Поскольку основой бездымного пороха является нитроцеллюлоза, то при ее разложении образуются газообразные окислы азота. Оседая на пораженной преграде либо на других предметах-носителях, окислы азота в присутствии кислорода воздуха и паров воды превращаются в нитриты, для определения которых в настоящее время используется модифицированный реактив Грисса-Илосвая, представляющий собой смесь 1:1 0,6% растворов сульфаниловой кислоты и нафтиламина. В присутствии нитритов указанный выше реактив образует комплексное соединение – азокраситель красно-фиолетового цвета, имеющий полосу максимального поглощения в видимой области спектра ($\lambda = 519$ нм):

2) пленку снимают с исследуемого образца и обрабатывают клейкую сторону с помощью пульверизатора 2% раствором КОН в 96% спирте;

3) обработанную щелочью пленку помещают в сушильный шкаф клейкой стороной вверх и выдерживают 20 мин. при температуре 100°C;

4) отфиксированную фотобумагу помещают в кювету с реактивом-проявителем (реактив Грисса-Илосвая – смесь (1:1) сульфаниловой кислоты и нафтиламина) на несколько секунд (3–5), после чего излишки реактива удаляют салфеткой;

5) фотобумагу, полученную, как указано в п. 4, помещают на поверхность клейкого слоя пленки и выдерживают несколько секунд под прессом при температуре 70°C.

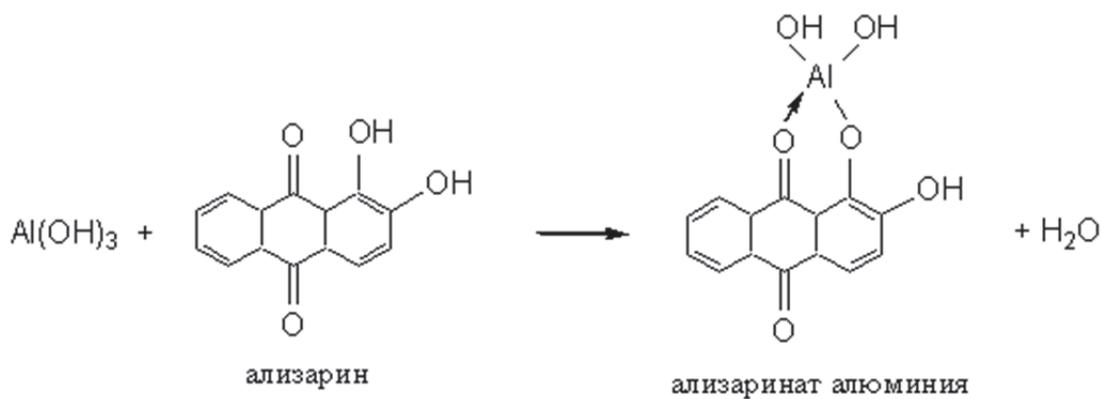
Результатом экспериментального исследования является появление на поверхности фотобумаги красно-фиолетового окрашивания в виде мелких и крупных включений на светлом фоне.

Одним из основных признаков огнестрельного повреждения является отложение в области входного отверстия металлов, являющихся частью копоти выстрела. В копоти выстрела могут встречаться: ртуть, сурьма, олово как продукты разложения капсюльного состава; медь, цинк, никель, свинец, появляющиеся в результате истирания поверхности пули и вымывания пороховыми газами материала ее дна; железо как материал стенок канала ствола.

Для их обнаружения благодаря своей простоте и доступности в основном используется контактно-диффузный метод. Он позволяет не только установить природу металлов, но и их топографическое распределение.

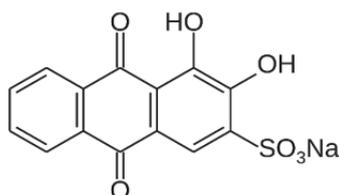
В качестве примера рассмотрим методику выявления следов алюминия в продуктах выстрела контактно-диффузионным методом по реакции с ализарином¹:

¹ Ломакин М.Ю. Новая методика выявления алюминия на объектах исследования контактно-диффузионным методом // Судебно-медицинская экспертиза. 2016. № 5. С. 51–52.



Этот кислотно-основной индикатор с алюминием образует комплексное соединение, окрашенное в характерный цвет в зависимости от pH среды: от розовой до буро-красной при pH 3,7–5,2 и от красно-фиолетовой до желтой при pH 10,0–12,0.

На практике в качестве проявляющего реагента использовали водорастворимый ализарин S (ализаринсульфонат натрия) в виде 0,02–0,05% раствора в дистиллированной воде:



Растворителем служил 10% раствор уксусной кислоты. В качестве объектов исследования использовали мишени из белой хлопчатобумажной ткани после проведения экспериментальных отстрелов из пистолета «Оса» ПБ-4-1МЛ с различных дистанций – от упора до 100 см. Предварительно отфиксированную фотобумагу пропитывали в течение 3–5 мин в растворителе, прикладывали эмульсионной стороной к повреждениям на поверхности исследуемых объектов и помещали под пресс на 15–20 мин., сила давления около 1,0–1,2 кг/см². Затем фотобумагу извлекали, эмульсионный слой обрабатывали ватным тампоном, пропитанным реактивом-проявителем. Температура проявляющего раствора должна быть не ниже 25–30°C, так как в противном случае время выявления алюминия намного увеличивается. Окрашивание происходит не сразу, поэтому промывку контактограмм проточной водой следует проводить не ранее чем через 3–5 мин. После этого контактограммы высушивают при комнатной температуре.

Предложенная методика позволяет исследовать топографию следов алюминия в продуктах выстрела, отлагаемых на мишенях из ткани. По характеру распределения следов алюминия можно делать выводы о предполагаемой дистанции выстрела, а также виде используемого оружия.

1.6. Физико-химические основы криминалистического исследования документов методом влажного копирования

Метод влажного копирования, а также производные от него диффузно-копировальный, абсорбционно-люминесцентный методы широко применяются для решения задач технико-криминалистической экспертизы документов и криминалистического исследования материалов письма. Анализ литературных источников позволяет сделать вывод, что методы влажного копирования эффективны и рекомендованы для решения следующих задач ТКЭД:

- установление первоначального содержания документов, подвергшихся воздействию химических веществ, подчистке;
- выявление залитых, замазанных, зачеркнутых и угасших текстов;
- дифференциация материалов письма с целью установления факта дописки;
- установление хронологической последовательности выполнения реквизитов при наличии мест пересечения штрихов.

Метод влажного копирования – метод технико-криминалистической экспертизы документов, основанный на переносе красящих веществ штрихов документа на новый носитель, увлажненный растворителем, в результате адсорбции, диффузии (рис. 11). В методе используется различие свойств материалов письма, откопированных на адсорбенты, увлажненные специально подобранными системами растворителей.

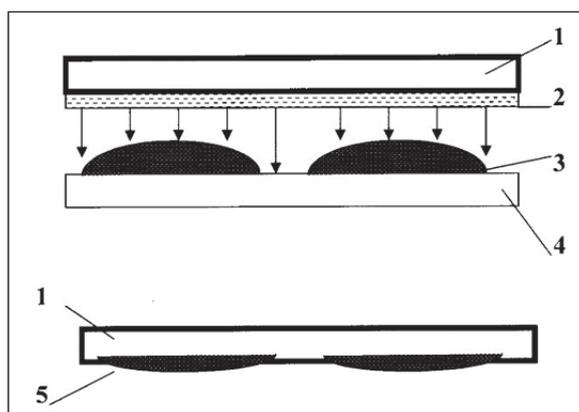


Рис. 11. Схема метода влажного копирования:

- 1 – полихлорвиниловая пленка; 2 – слой органического растворителя;
 3 – красящее вещество в штрихах; 4 – подложка документа;
 5 – откопированные штрихи на пленке

Особенности применения метода влажного копирования заключаются в следующем. Рекомендуется применять ПВХ-пленку белого цвета. ПВХ-пленка растворится во многих органических растворителях (циклогексанон, диметилформамид, тетрагидофуран, ацетон, спирт этиловый). Растворители активно действуют на многие материалы письма.

На пленку заранее выбранного размера пипеткой наносятся 1–3 капли растворителя, которые равномерно распределяются по поверхности в течение 4–10 с., чтобы впитался растворитель, а затем пленка приводится в плотный контакт с исследуемым участком документа на 1–3 с.

Органические растворители – вещества органического происхождения, обладающие способностью растворять различные соединения. В процессе реализации метода влажного копирования наибольшее применение получили: диметилформамид (ДМФА), ацетон, спирт этиловый, циклогексанон.

Время контакта и сила нажима зависят от растворимости исследуемого вещества, решаемой задачи и от свойств бумаги документа, поэтому они подбираются экспериментально. О копировальной способности вещества штрихов судят по результатам экспериментов, т. е. предварительных испытаний на периферийных участках документа.

В качестве матрицы для копирования помимо поливинилхлоридной пленки используется фотобумага, фильтровальная

бумага и другие материалы. Так, например, в работе А.С. Коротковой и В.П. Лютова указано, что при установлении последовательности нанесения реквизитов влажное копирование проводилось на глянцевую фотобумагу, в качестве растворителя использовались вода, этанол, четырехкомпонентный состав (этилацетат, изопропанол, вода, уксусная кислота в соотношении 30:15:10:1)¹. Растворитель подбирался в зависимости от копируемых свойств красящих материалов. На примере модельной ситуации нанесения реквизитов, при которой поверх печатного текста выполнена подпись гелевой ручки видно, что влажное копирование на глянцевую фотобумагу, смоченную смесью растворителей, позволяет получить реплику, в которой четко видно, что участки напечатанного текста прерываются участками рукописного текста (рис. 12). Это объясняется тем, что красящее вещество гелевой ручки препятствует диффузии красящего вещества тонера, формируя наблюдаемое изображение. В том случае, когда рукописный текст расположен под печатными символами, в реплике наблюдается четко откопированные штрихи символов напечатанного текста (рис. 13). Формирование изображения в данной модельной ситуации обусловлено тем, что красящее вещество тонера беспрепятственно диффундирует к поверхности раздела фаз, образуя непрерывный текст.

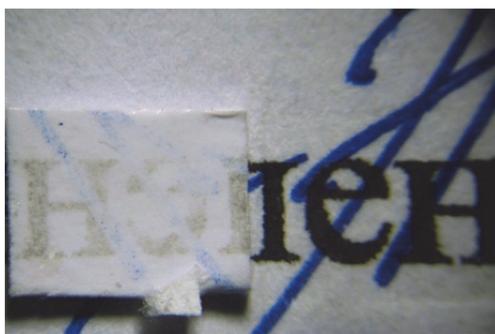


Рис. 12. Результат исследования последовательности нанесения реквизитов методом влажного копирования на фотобумагу при наличии пересекающихся участков (чернила для гелевой ручки расположены над текстом)

¹ Короткова А.А., Лютов В.П. Оценка частной методики установления последовательности нанесения реквизитов // Энциклопедия судебной экспертизы. М., 2014. № 1(3).



Рис. 13. Результат исследования последовательности нанесения реквизитов методом влажного копирования на фотобумагу при наличии пересекающихся участков (чернила для гелевой ручки расположены под текстом)

1.7. Спектральные методы определения элементного состава

Элементный анализ – качественное обнаружение и количественное определение содержания элементов и элементного состава веществ, материалов и различных объектов. Это могут быть жидкости, твердые материалы, газы и воздух. Элементный анализ позволяет ответить на вопрос: из каких атомов (элементов) состоит анализируемое вещество?

В судебно-экспертной практике для определения элементного состава используют спектральные методы, к которым в первую очередь относятся *атомно-абсорбционная спектроскопия, атомно-эмиссионная спектроскопия и рентгенофлуоресцентная спектроскопия.*

Определение элементного состава объектов проводится в рамках производства криминалистических экспертиз веществ материалов и изделий из них.

Атомные спектры и их характеристики

К спектральным методам анализа относят физико-химические методы, основанные на взаимодействии электромагнитного излучения с веществом. Это взаимодействие сопровождается явлениями, из которых наиболее важны испускание, поглощение и рассеяние излучения. Возникающие при этом сигналы несут качественную и количественную информацию о веществе.

Спектром называется упорядоченное расположение излучения по длинам волн.

Атомные спектры получаются при испускании или поглощении света (электромагнитных волн) свободными или слабо связанными атомами. Атомные спектры являются *линейчатыми* – они состоят из отдельных спектральных линий. Атомные спектры наблюдаются в виде ярких цветных линий при свечении газов или паров в электрической дуге или разряде спектры испускания и в виде темных линий – спектров поглощения (рис. 14).

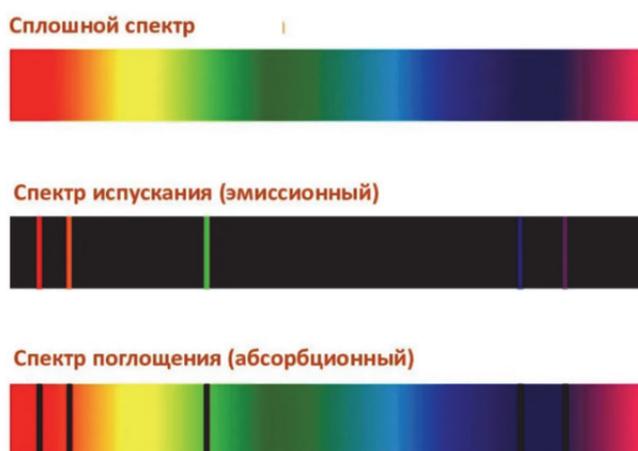


Рис. 14. Виды атомных спектров

Каждая спектральная линия характеризуется определенной частотой колебаний ν испускаемого или поглощаемого света и соответствует определенному *квантовому переходу* между *уровнями энергии* E_i и E_k атома согласно соотношению:

$$h\nu = E_i - E_k,$$

где h – *планка постоянная*.

Наряду с частотой спектральную линию можно характеризовать длиной волны $l = c/\nu$, волновым числом $1/l = \nu/c$ (c – скорость света) и энергией фотона $h\nu$.

Происхождение атомных спектров. Если атом не подвергается никаким внешним воздействиям, то его электроны находятся в состояниях с минимальной энергией. Состояние атомов с минимальной энергией называется основным состоянием. При сообщении атому энергии (в результате столкновения с другим атомом, поглощения кванта света, электронного удара и др.) один

или несколько электронов в атоме могут перейти на более высокий энергетический уровень. В этом случае атом становится возбужденным. В возбужденном состоянии атом, как правило, находится очень короткое время, после чего электрон возвращается на низкий энергетический уровень и атом снова переходит в основное состояние. Если между низшим уровнем энергии и тем уровнем, на котором находится электрон, имеются промежуточные уровни, то указанный переход может совершаться в несколько этапов.

При переходе электрона с более высокого энергетического уровня на более низкий излучается квант света, частота которого определяется в соответствии с уравнением $h\nu = E_i - E_k$.

Эта частота характеризует соответствующую линию спектра. Появление каждой спектральной линии обусловлено переходом с одного энергетического уровня на другой (рис. 15).

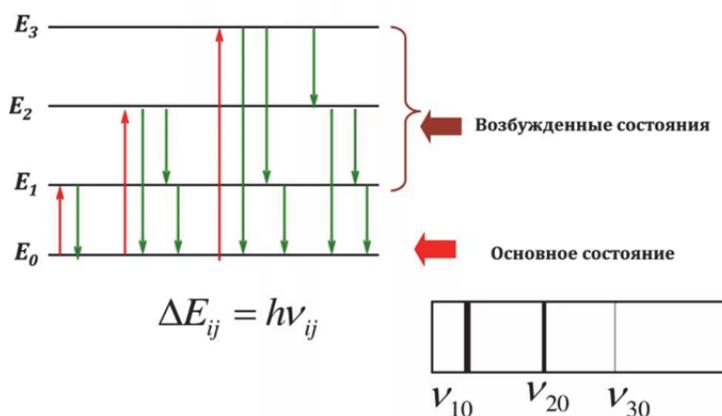


Рис. 15. Соответствие спектральных линий энергетическим переходам в атоме

В основе всех спектральных методов определения состава лежат два положения:

1) атомы каждого элемента характеризуются вполне определенным набором спектральных линий, атомные спектры обладают ярко выраженной индивидуальностью: каждому элементу соответствует свой спектр (рис. 16);

2) интенсивность каждой линии зависит от концентрации атомов.

Весь процесс анализа можно разделить на четыре основных этапа:

- 1) отбор исследуемого материала и подготовка пробы к анализу;
- 2) возбуждение спектральных линий определяемых элементов;
- 3) разложение сложного излучения в спектр по длинам волн или по энергиям фотонов и регистрация полученного спектра;
- 4) изучение спектра, установление качественного и количественного состава.

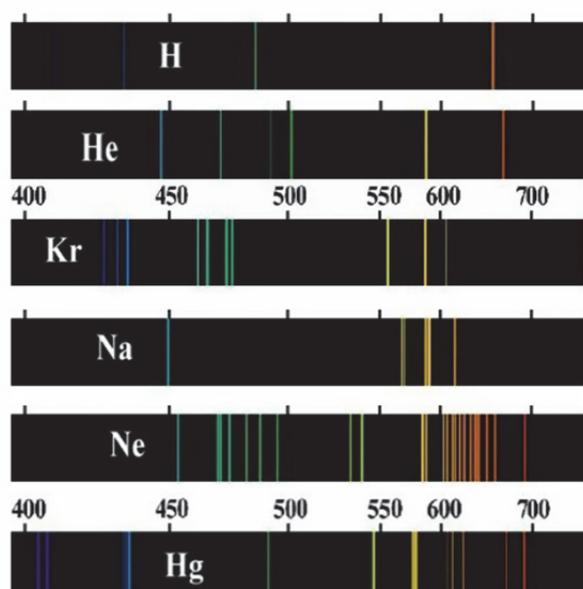


Рис. 16. Эмиссионные спектры атомов различных элементов

Атомно-абсорбционный метод анализа

Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС) – метод количественного элементного анализа по атомным спектрам поглощения – абсорбции (рис. 17).

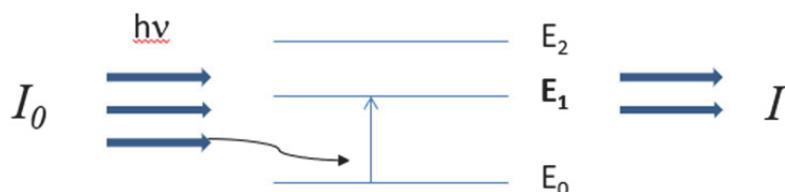


Рис. 17. Схема физического принципа метода ААС

В методе ААС происходит поглощение излучения свободными атомами (атомным паром) вещества. Для получения свободных атомов в газообразном состоянии осуществляется перевод веществ в атомный пар высокотемпературным испарением пробы в пламени или с помощью электротермического атомизатора. Большинство химических соединений разлагается. Атомы вещества при этом существуют в свободном состоянии.

Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра приведена на рис. 18, а общий вид спектрометра – на рис. 19.

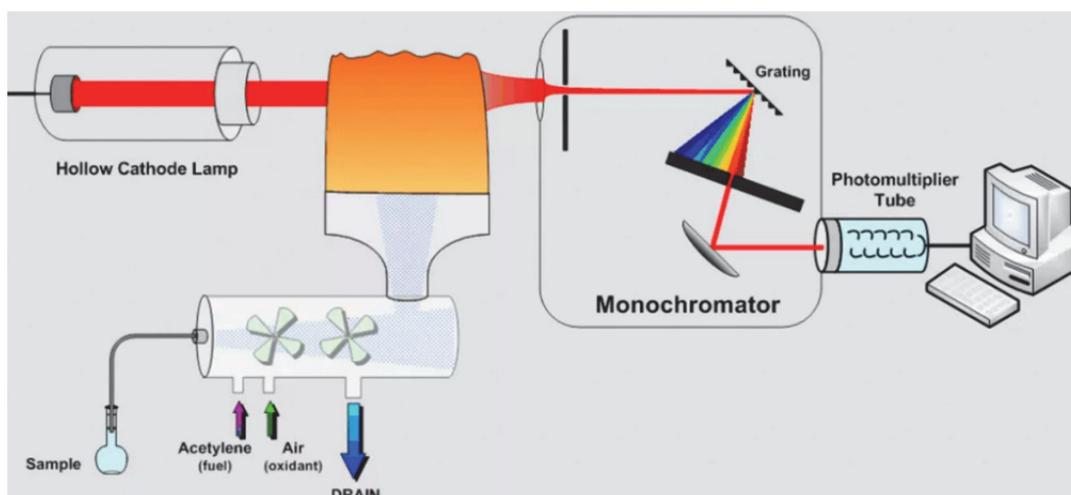


Рис. 18. Принципиальная схема ААС

Атомно-абсорбционный спектрометр включает следующие обязательные составные части:

- источник излучения;
- устройство ввода пробы;
- атомизатор пробы;
- монохроматор излучения;
- детектор излучения;
- регистрирующее устройство и компьютер для обработки данных.



Рис. 19. Внешний вид ААС-спектрометра

В качестве источников электромагнитного излучения в методе ААС чаще всего используется лампа с полым катодом.

Лампа с полым катодом является источником света, излучающим очень узкую линию света, причем излучение практически совпадает с линией поглощения определяемого элемента. Для возбуждения такой линии используется следующий принцип: в отдельном устройстве возбуждается излучение *из того же материала, что и определяемый элемент*. Для этих целей служит лампа с полым катодом, т. е. катодом, который представляет собой свернутую в трубку фольгу. В электрохимии под катодом понимается электрод, на котором происходят процессы восстановления. Поскольку восстановление сопровождается присоединением электронов, то катод в данном устройстве является отрицательно заряженным полюсом.

Лампа с полым катодом (рис. 20) представляет собой устройство в стеклянном корпусе или корпусе из кварцевого стекла, заполненное инертным газом, который находится под низким давлением. Внутри имеется катод и анод, к которым приложено высокое напряжение.

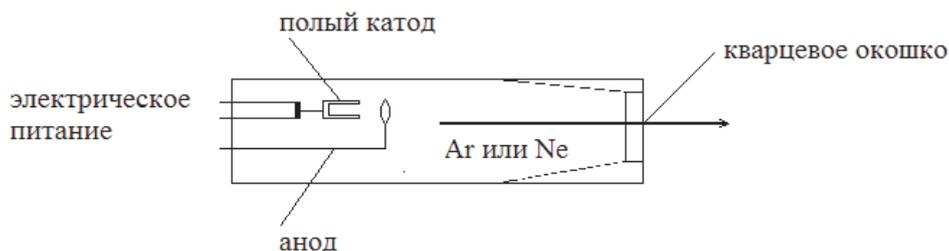


Рис. 20. Схема строения лампы с полым катодом

Под действием высоковольтного разряда на аноде (обычно он изготавливается из вольфрама) атомы инертного газа (обычно аргон) превращаются в положительно заряженные ионы и устремляются к катоду с высокой скоростью. Такие ионы выбивают атомы металла с поверхности катода, которые впоследствии возбуждаются и испускают излучение, характерное для свободных атомов данного металла. Излучение имеет *характеристическую длину волны*, энергия которой соответствует энергии перехода атомов анализита из основного в возбужденное состояние, поскольку эти процессы являются обратными по отношению друг к другу.

Атомизация должна проводиться в таких условиях, при которых атомы остаются невозбужденными. Используется два вида атомизаторов – *пламенные и электротермические*.

Атомно-эмиссионный метод анализа

Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС) – спектроскопический метод анализа, основанный на измерении интенсивности электромагнитного излучения оптического диапазона, испускаемого термически возбужденными свободными атомами или одноатомными ионами (рис. 21).

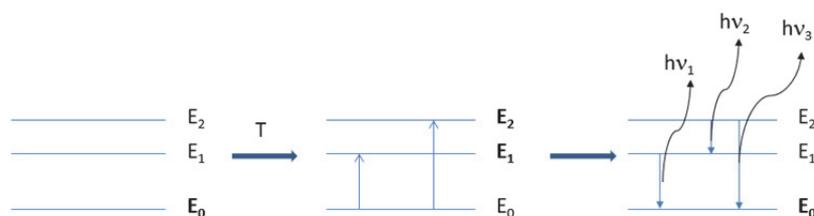


Рис. 21. Схема физического принципа метода АЭС

Атомно-эмиссионная спектроскопия – один из старейших методов, применяемых в элементном анализе. Простейшим прибором для наблюдения спектров испускания является спектроскоп (рис. 22).

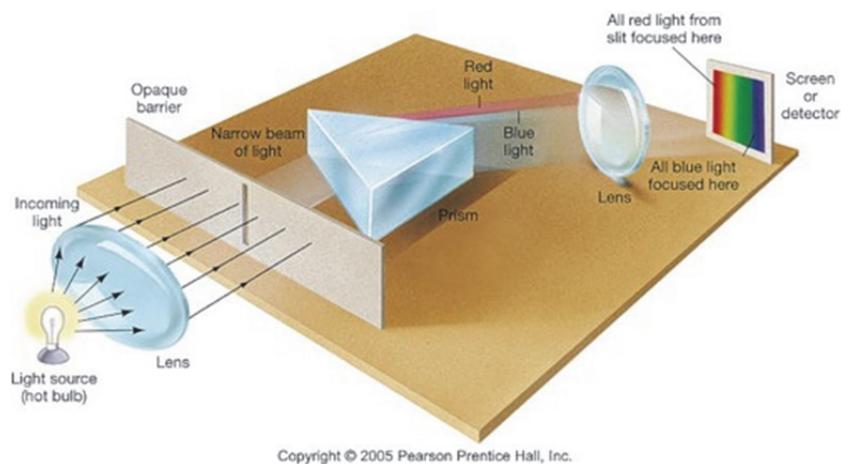


Рис. 22. Схема спектроскопа

Белый свет разлагается призмой спектроскопа в непрерывный спектр. Если пропустить через спектроскоп излучение светящегося газа, то можно наблюдать линейчатый спектр испускания (рис. 23, а), представляющий собой цветные линии на черном фоне. При пропускании белого света через пары невозбужденного газа образуется спектр поглощения (рис. 11, б) – черные полосы на фоне непрерывного сплошного спектра.

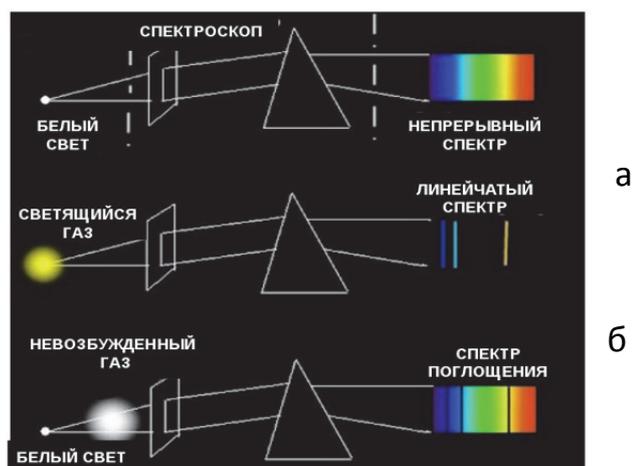


Рис. 23. Виды спектров

Линии в спектре испускания соответствуют переходам валентных электронов возбужденных атомов с вышележащих энергетических уровней на нижележащие энергетические уровни (рис. 24).

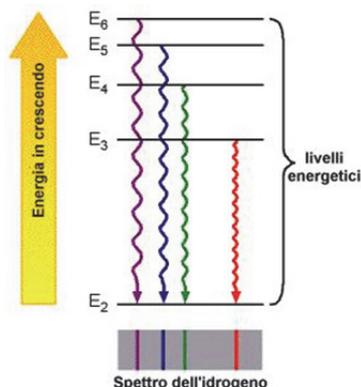


Рис. 24. Природа возникновения спектра испускания

Линии в спектре поглощения объясняются тем, что атомы, поглощая кванты энергии электромагнитного излучения, переходят в возбужденное состояние.

Поскольку энергетические состояния электронов квантованы, т. е. характеризуются набором строго определенных значений энергии: $E_1, E_2, E_3 \dots E_n$, то квантовые переходы с одного энергетического уровня на другой характеризуются определенной разностью энергии, которой соответствует частота или длина волны:

$$E_2 - E_1 = h\nu,$$

где h – постоянная планка; ν – частота кванта испускаемой или поглощаемой энергии.

Каждый химический элемент имеет характерный для него набор энергетических состояний электрона. Следовательно, квантовые переходы для каждого элемента уникальны, а набор частот в спектре, соответствующий этим переходам, является характеристикой химического элемента, по которой его можно идентифицировать (рис. 25).

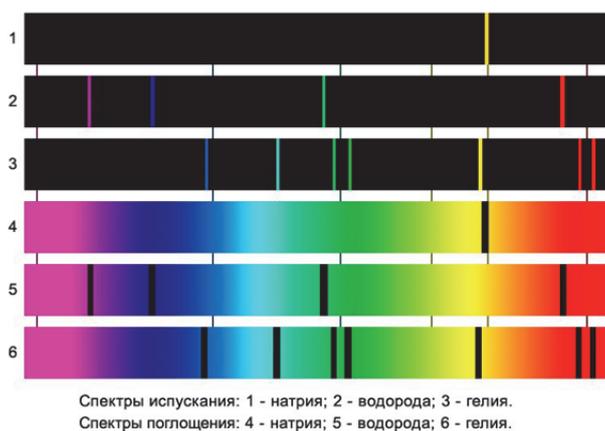


Рис. 25. Спектры различных элементов

Принципиальная схема современного пламенного спектрометра приведена на рис. 26.

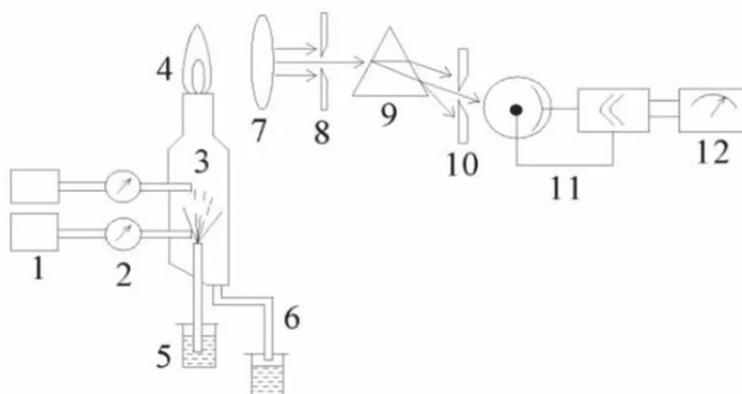


Схема атомно-эмиссионного спектрометра:
1 – емкости с компонентами горючей смеси; 2 – регуляторы давления; 3 – распылительная камера;
4 – горелка; 5 – исследуемый раствор; 6 – устройство для осушения распылительной камеры;
7 – фокусирующая линза; 8 – входная щель; 9 – призма, разделяющая излучение по длине волны,
или светофильтр; 10 – выходная щель; 11 – фотоэлектрический детектор,
12 – регистрирующее устройство

Рис. 26. Принципиальная схема ААС-анализа



Рис. 27. Современный атомно-эмиссионный спектрометр:

1 – баллон с горючим газом; 2 – блок подачи анализируемого раствора; 3 – вытяжная вентиляция; 4 – зона эмиссии в пламени или зона индуктивно связанной плазмы; 5 – блок электроники

Атомно-эмиссионная спектроскопия служит для качественного и количественного анализа веществ в широком интервале концентраций, в отличие от ААС, которая применяется только для количественного анализа. Для *качественного анализа* используют *положение линии в спектре* электромагнитного излучения.

Рентгенофлуоресцентный анализ

Метод рентгенофлуоресцентной спектрометрии (РФСА) основан на сборе и последующем анализе спектра, полученного путем воздействия на образец высокоэнергетическим рентгеновским излучением. Часть излучения проходит через образец, часть рассеивается, а часть поглощается веществом образца. Поглощение рентгеновского излучения веществом приводит к проявлению сразу нескольких эффектов, одним из которых является рентгеновская флуоресценция – испускание веществом вторичного рентгеновского излучения. При рентгеновской флуоресценции атомы одного химического элемента излучают фотоны со строго определенной энергией, которая фактически не зависит от химического строения вещества. Рентгеновскую флуоресценцию можно рассмотреть как процесс, происходящий в три стадии (рис. 28): рентгеновский фотон с высокой энергией «выбивает» из атома электрон с одной из его внутренних электронных оболочек; возникает нестабильное высокоэнергетическое состояние

атома с электронной вакансией; вакансию занимает электрон с одной из внешних электронных оболочек, избыточная энергия выделяется в виде кванта рентгеновской флуоресценции.

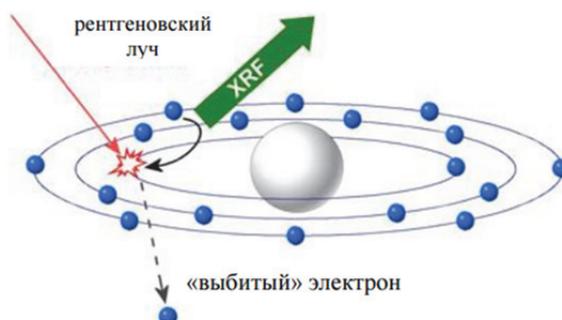


Рис. 28. Схема процесса возникновения рентгенофлуоресцентного свечения атома

Результатом анализа является характеристический рентгеновский спектр. На рис. 29 приведен пример типичного спектра рентгеновской флуоресценции вещества, состоящего из атомов нескольких элементов: железа, кальция, титана, хрома, никеля, магния, кремния и серы.

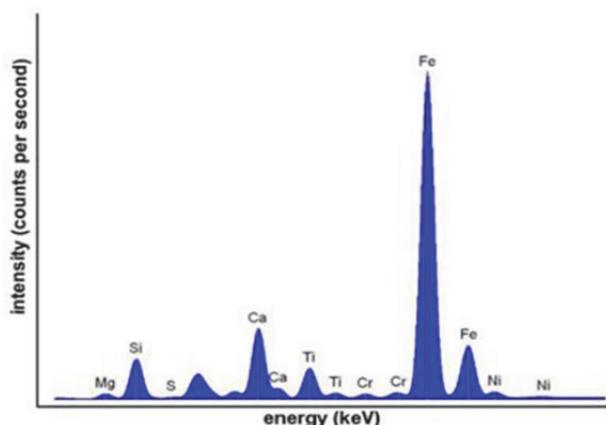


Рис. 29. Типичный РФА – спектр вещества

Рассмотрим механизм возникновения рентгеновских серий, который схематически показан на рис. 30. Предположим, что под влиянием внешнего электрона или высокоэнергетического фотона вырывается один из двух электронов К-оболочки атома. Тогда

на его место может перейти электрон с более удаленных от ядра оболочек L, M, N... Такие переходы сопровождаются испусканием рентгеновских квантов и возникновением спектральных линий K-серии: $K\alpha$ ($L \rightarrow K$), $K\beta$ ($M \rightarrow K$), $K\gamma$ ($N \rightarrow K$) и т. д.

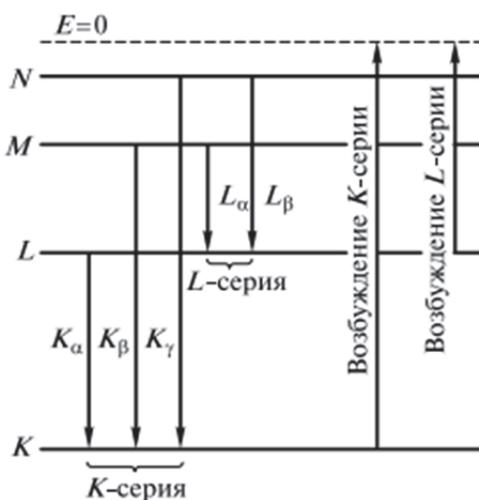


Рис. 30. Серии РФА-спектра

Внешний вид и схема энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного спектрометра приведены на рис. 31, 32.



Рис. 31. Внешний вид РФА-спектрометра

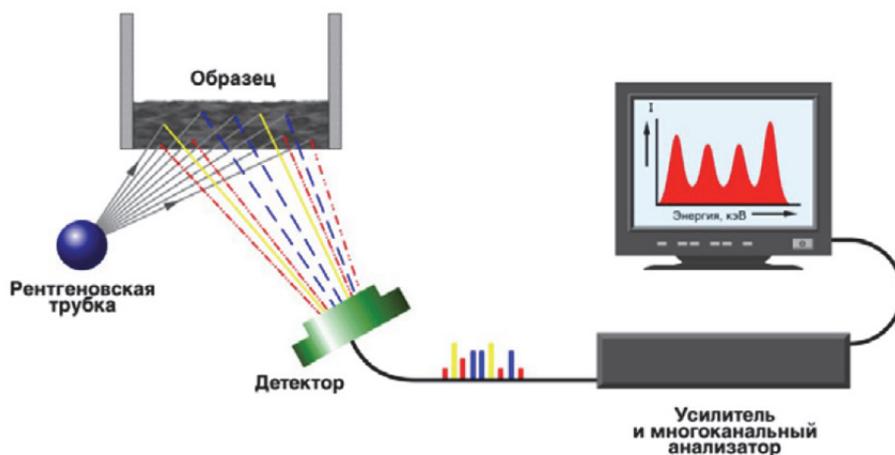


Рис. 32. Принципиальная схема рентгенофлуоресцентного анализатора

Для решения задач судебно-экспертной практики эффективно использование систем рентгенофлуоресцентного микроанализа в сочетании с электронным микроскопом. Элементный анализ в этом случае осуществляется с помощью встроенного энергодисперсионного спектрометра. На рис. 33, 34 приведены примеры обнаружения частиц металла и определения их элементного состава, выполненных в рамках судебно-экспертного исследования огнестрельного повреждения с применением микроскопа Hitachi TM 4000 Plus (рис. 35). Подобного рода приборы позволяют получить информацию о морфологической структуре объектов с большим увеличением с одновременной фиксацией данных об их элементном составе, что, безусловно, открывает широкие перспективы. В приведенном примере детальный анализ с большими увеличениями позволил обнаружить, измерить и проанализировать отдельные частицы (рис. 33). Энергодисперсионный спектральный анализ показал (рис. 34), что такая частица имеет в составе большое количество сурьмы, что позволяет отнести ее к продуктам выстрела. Исходя из сведений о количественном содержании металла в продуктах выстрела можно сделать предположение о дальности его производства.



Рис. 33. Огнестрельное повреждение тканевой мишени в поле микроскопа 18 000-кратное увеличение

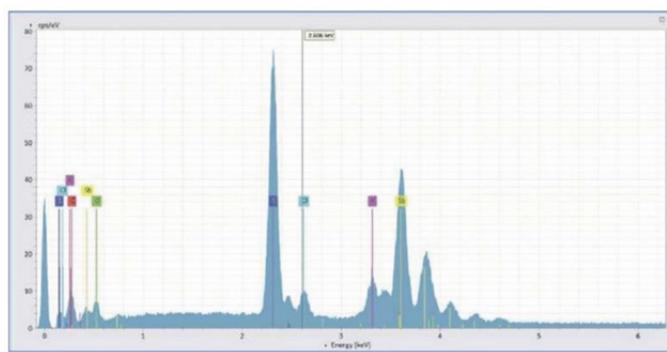


Рис. 34. Элементный состав микрочастицы, определенный с помощью встроенного рентгенофлуоресцентного детектора



Рис. 35. Сканирующий электронный микроскоп со встроенной системой рентгенофлуоресцентного микроанализа

1.8. Хромато-масс-спектрометрия в судебно-экспертной практике

Хромато-масс-спектрометрия – метод анализа смесей главным образом органических веществ, и определения следовых количеств веществ в объеме жидкости. Метод основан на комбинации двух самостоятельных методов – *хроматографии* и *масс-спектрометрии*. С помощью первого осуществляют разделение смеси на компоненты, с помощью второго – идентификацию и определение строения вещества.

Масс-спектрометрия основана на получении ионов из нейтральных молекул и способности потока ионов в газообразном состоянии разделяться под действием электромагнитного поля.

При масс-спектральном анализе вещество, переведенное в газообразное состояние, ионизируется и распадается на «осколки» (например, электронным ударом или лучом лазера).

При энергиях бомбардирующих электронов порядка 30–100 эВ происходит ионизация и разрыв химических связей в бомбардируемой молекуле с образованием положительно заряженных ионов и нейтральных осколков (рис. 36).

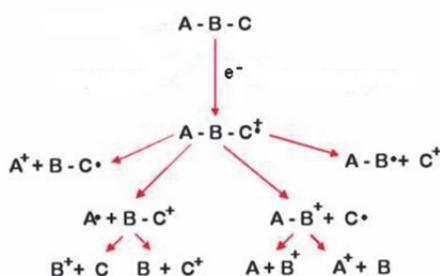


Рис. 36. Принцип получения ионов при электронном ударе

Образовавшиеся положительно заряженные ионы поступают в электромагнитное поле, где разделяются (сепарируются) в зависимости от соотношения их массы к заряду m/z . Далее происходит регистрация потока ионов с одинаковым значением m/z , что фиксируется в виде *масс-спектра* – зависимости ионного тока от значения m/z (рис. 37).

Масс-спектр для каждой молекулы индивидуален и является ее идентификационной характеристикой.

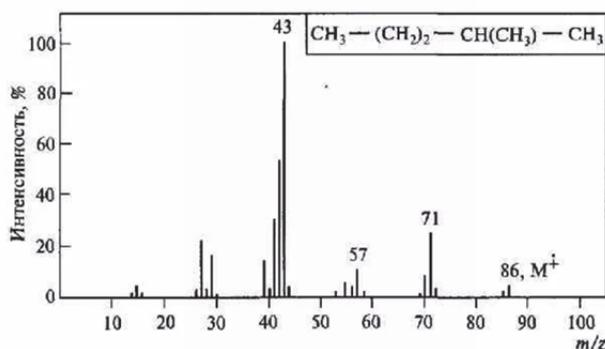


Рис. 37. Масс-спектр 2-метилпентана

Известны два варианта хромато-масс-спектрометрии, представляющие собой комбинацию масс-спектрометрии либо с газожидкостной хроматографией (ГЖХ), либо с высокоэффективной жидкостной хроматографией.

Любой хромато-масс-спектрометр можно разделить на следующие блоки (рис. 38):

- хроматограф: разделение введенной смеси веществ на индивидуальные компоненты;
- ионный источник превращает определяемые вещества и заряженные ионы;
- разделение ионов в соответствии их массой посредством электрических или магнитных полей;
- детектирование ионов;
- обработка полученных данных;
- достаточно высокий вакуум поддерживается в масс-анализаторе и детекторе, в некоторых системах и в ионном источнике.



Рис. 38. Схема основных узлов хромато-масс-спектрометра

Анализ веществ с использованием метода хромато-масс-спектрометрии можно разделить на следующие стадии (рис. 39):

- 1) ввод пробы;
- 2) хроматографическое разделение смеси на отдельные компоненты;
- 3) масс-спектрометрическое детектирование каждого разделенного компонента с получением индивидуального масс-спектра.

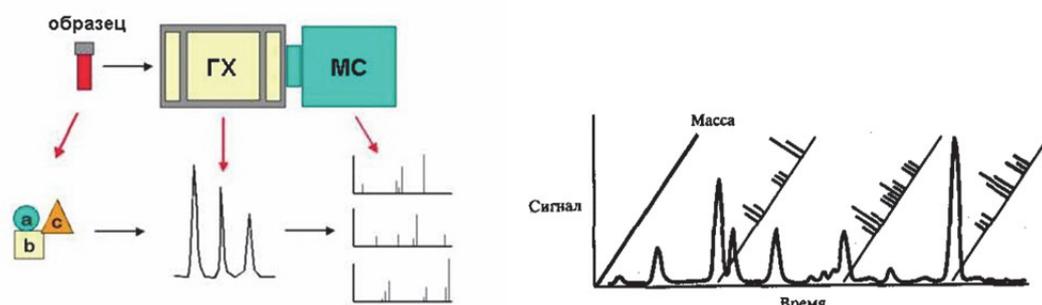


Рис. 39. Принцип хромато-масс-спектрометрии

Таким образом, в методе ГХ/МС каждое вещество характеризуется хроматографическими параметрами пика на хроматограмме и масс-спектром, что является мощным инструментом идентификации веществ в смеси. Идентификацию проводят по времени удерживания хроматографических пиков и результатам интерпретации масс-спектра. Количественное определение компонента производят по площади соответствующего ему хроматографического пика.

Масс-спектр выделенного компонента сравнивают с масс-спектрами известных веществ, хранящихся в специализированной базе данных – *библиотеке масс-спектров*.

2. Практические работы

Изучение влияния степени дисперсности на следовыявляющую способность дактилоскопических порошков

Цель: исследование влияния структуры дактилоскопических порошков на их следовыявляющую способность.

Материалы и оборудование: образцы следоносящих поверхностей для нанесения модельных следов рук; образцы дактилоскопических порошков различной дисперсности; кисти дактилоскопические, лупы, микроскоп.

Ход работы

Задание 1. Получите ПЖС рук на различных видах поверхностей по заданию преподавателя.

Задание 2. Изучите возможность выявления ПЖС рук с помощью дактилоскопических порошков различной степени дисперсности.

Задание 3. Результаты практической работы оформите в таблице:

Исследуемый объект	Название дактилоскопического порошка	Характеристики дактилоскопического порошка	Наблюдаемый эффект

Задание 4. По результатам работы сформулируйте выводы.

Изучение влияния физико-химических свойств материалов письма на морфологические признаки образованных ими штрихов

Цель: исследовать отражение свойств материалов письма в морфологических признаках выполняемых ими штрихов.

Материалы и оборудование: пишущие устройства (ручки гелевые, шариковые, роллерные, капиллярные, перьевые, простой карандаш); образцы офисной и писчей бумаги; лупы, микроскоп.

Ход работы

Задание 1. Получите модельные штрихи на офисной бумаге, бланках с использованием шариковых, гелевых, роллерных и перьевых ручек, простого карандаша.

Задание 2. Рассмотрите морфологические особенности полученных штрихов с использованием лупы и микроскопа.

Задание 3. Объясните, какие свойства вещества обуславливают морфологические признаки штрихов, выполненных чернилами шариковой, гелевой и чернильной ручек.

Задание 4. Заполните таблицу:

Наименование пишущего устройства	Тип материала письма	Особенности морфологического строения штрихов	Свойства веществ, обуславливающие выявленные морфологические признаки

Задание 5. По результатам работы сформулируйте выводы.

Изучение способности к экстракции материалов письма в штрихах документов

Цель: исследование экстракции красящего вещества в штрихах в зависимости от свойств материала письма и природы растворителя-экстрагента.

Материалы, реактивы, оборудование: стаканы химические 25 мл, пинцеты, мерный цилиндр 10 мл, вода дистиллированная, ацетон, этиловый спирт, нашатырный спирт, гексан, образцы бумаги для письма, пишущие устройства (шариковые, гелевые, перьевые, роллерные, капиллярные ручки, карандаши простые).

Ход работы

Задание 1. Получите модельные реквизиты на офисной бумаге с использованием шариковой, гелевой, чернильной ручек, штемпельной краски, копировальной бумаги.

Задание 2. Исследуйте экстракцию материалов письма в системе «штрихи – растворитель». В качестве растворителей используйте: дистиллированную воду, ацетон, спирт этиловый, спирт нашатырный, гексан.

Для изучения экстракции красящего вещества в штрихах 5 мл растворителя помещают в химический стакан, затем погружают полоску бумаги размером 1x5 см на время, необходимое для вымывания красителя в растворитель.

Задание 4. Объясните полученные результаты с позиции представлений о свойствах веществ.

Задание 5. По результатам работы сформулируйте выводы.

Люминесцентные свойства материалов документов

Цель: изучение условий и характера люминесценции объектов технико-криминалистической экспертизы документов.

Материалы и оборудование: образцы материалов документов, образцы бланков паспортов, образцы акцизных марок; видеоспектральный компаратор; прибор для определения подлинности банкнот, ценных бумаг, документов, акцизных и специальных марок; источник экспертного света.

Ход работы

Задание 1. Изучите люминесцентные свойства объектов судебно-экспертных исследований с применением УФ-источников различных длин волн (254, 315, 365, 400, 475 нм, 530 нм). В качестве объектов рассмотрите:

- образцы офисной бумаги;
- образцы писчей бумаги;
- образцы бланков платежных документов;
- образцы бланков паспортов.

Задание 2. По результатам работы сформулируйте выводы.

Люминесцентные свойства дактилоскопических порошков

Цель: изучение условий возникновения и характера люминесценции дактилоскопических порошков.

Материалы и оборудование: источники экспертного света, флуоресцентные дактилоскопические порошки.

Ход работы

Задание 1. Образцы исследуемых люминесцентных дактилоскопических порошков поместите на предметное стекло.

Задание 2. Подготовленные образцы подвергните облучению при различных длинах волн УФ-диапазона: 365 нм, 254 нм. Зафиксируйте возникающий при этом визуальный эффект.

Задание 3. Результаты эксперимента оформите в виде таблицы:

Образец	Цвет при видимом свете	Длина волны электромагнитного излучения, нм	Наблюдаемый эффект	Фотоиллюстрация

Задание 4. По результатам работы сделайте выводы.

Люминесцентные свойства специальных химических веществ

Цель: изучить условия возникновения и наблюдения люминесцентного свечения специальных химических веществ на примере СХС «Орлюм 365».

Материалы и оборудование: источники экспертного света с длиной волны 254, 313, 365, 475 нм; СХС «Орлюм 365», кисти дактилоскопические, образцы предметов для нанесения метки с помощью СХВ.

Ход работы

Задание 1. Образец исследуемого СХВ «Орлюм 365» поместите на предметное стекло.

Задание 2. Подготовленный образец подвергните облучению при различных длинах волн УФ-диапазона: 365 нм, 313 нм, 254 нм. Зафиксируйте возникающий при этом визуальный эффект.

Задание 3. Результаты эксперимента оформите в виде таблицы:

Длина волны облучающего источника света, нм	Наблюдаемый эффект	Фотоиллюстрация

Задание 4. С помощью дактилоскопической кисти нанесите СХВ «Орлюм 365» на поверхность исследуемого предмета, контроль степени нанесения порошка производите под воздействием УФ-излучения. Прикоснитесь к обработанному предмету, поместите руки после контакта под действие экспертного источника света. Зафиксируйте наблюдаемый эффект.

Задание 5. По результатам работы сформулируйте выводы.

Приготовление растворов реактивов для проведения экспертных исследований

Цель: получить практический навык приготовления растворов химических реагентов различной концентрации для выявления скрытых следов рук.

Реактивы, материалы, оборудование: азотнокислое серебро (х. ч.), кислота лимонная (ч. д. а.), концентрированная азотная кислота (х. ч.), вода дистиллированная, шпатель, бюксы, цилиндр мерный, стакан химический, весы лабораторные.

Ход работы

Приготовьте 1% и 5% растворов азотнокислого серебра. Для этого смешайте в следующей последовательности реактивы:

- вода дистиллированная 100 мл;
- серебро азотнокислое 1 и 5 г соответственно;
- лимонная кислота 1 г;
- концентрированная азотная кислота 3–5 капель.

Изучение возможности выявления скрытых следов рук с помощью растворов нитрата серебра

Цель: рассмотреть особенности выявления скрытых следов рук посредством химической реакции потожирового вещества с ионами серебра.

Реактивы, материалы, оборудование: раствор азотнокислого серебра, источник УФ-света, стакан химический, распылитель, образцы различных типов поверхностей для нанесения модельных следов рук.

Ход работы

Задание 1. Подготовьте модельные образцы следов рук на деревянной поверхности, картоне.

Задание 2. Обработайте полученные следы рук 1% и 5% раствором нитрата серебра, после чего поместите образцы на некоторое время в темное место для протекания реакции образования хлоридов серебра на поверхности папиллярного узора.

Задание 3. Подвергните образцы облучению источником УФ-света до появления папиллярного узора, окрашенного в характерный цвет.

Задание 4. Зафиксируйте полученный результат и оформите фотоотчет в таблице:

Тип и характеристики поверхности	Концентрация и состав раствора реагента	Фотоиллюстрация выявленных следов рук

Задание 5. Сформулируйте вывод:

ВЫВОД

Раствор нитрата серебра ___% позволил выявить пригодные для идентификации следы рук на _____ поверхности.

Изучение возможности выявления скрытых следов рук на бумажных поверхностях с использованием раствора нингидрина

Цель: изучить особенности выявления скрытых следов рук с использованием химической реакции потожирового вещества с нингидрином.

Реактивы, материалы, оборудование: раствор нингидрина в виде аэрозоля, печь электрическая, перчатки резиновые, пинцеты, образцы поверхностей для нанесения модельных следов рук (бумага различных видов).

Ход работы

Задание 1. Подготовьте модельные образцы следов рук на бумажных поверхностях: офисная бумага, писчая бумага, картон, термобумага, бумажная поверхность, содержащая рукописные записи, выполненные современными материалами письма (паста шариковой ручки, чернила, чернила гелевых ручек, простой карандаш).

Задание 2. Полученные образцы обработайте раствором нингидрина в виде аэрозоли согласно инструкции.

Задание 3. После испарения растворителя обработанные образцы подвергните термическому воздействию. Для этого поверх обработанного и высохшего следа положите чистый лист бумаги и прогладьте утюгом при высокой температуре или выдержите объект над нагретой электрической печью.

Задание 4. Зафиксируйте полученные результаты до и после термообработки, оформите фотоотчет в таблице:

Тип и характеристики поверхности	Состав раствора реагента	Фотоиллюстрация выявленных следов рук

Задание 4. Сформулируйте вывод:

ВЫВОД

Положительный:

Раствор нингидрина, содержащий _____, позволил выявить пригодные для идентификации следы рук на _____ поверхности.

Отрицательный:

Раствор нингидрина, содержащий _____, не выявил пригодные для идентификации следы рук на _____ поверхности ввиду _____.

Изучение возможности предварительного отнесения следов к пятнам крови с помощью перекиси водорода

Цель: получить представления об особенностях предварительного исследования пятен крови с использованием химической пробы с перекисью водорода.

Реактивы и материалы: раствор перекиси водорода 3%, образцы пятен крови на тканевых носителях, чашки Петри.

Ход работы

Задание 1. Рассмотрите образцы с пятнами, предположительно образованными кровью. В чем их особенности?

Задание 2. Поместите образец ткани с исследуемым пятном на чашку Петри. Проведите предварительные пробы на кровь с 3% перекисью водорода: 1–2 капли перекиси водорода стеклянной палочкой или пипеткой нанесите на край подозрительных пятен.

Задание 3. Отметьте наблюдаемый эффект, зафиксируйте полученные результаты с помощью фотосъемки, составьте фотоотчет:

 ФОТО	 ФОТО
Рис. 1. Внешний вид объекта, представленного на исследование	Рис. 2. Результат исследования (описать визуальный эффект или отметить его отсутствие)

Изучение возможности обнаружения пятен крови с использованием химических тест-методов

Цель: получить представления о возможностях предварительного исследования объектов судебной экспертизы с помощью химических тест-методов.

Материалы и реагенты: тест-полоски Немофан, образцы пятен крови на тканевой поверхности, чашки Петри.

Тест-система Немофан основана на способности гемоглобина катализировать окисление индикатора, нанесенного на твердофазную подложку (зона индикации). В результате протекания химических процессов индикатор окрашивается в синий цвет.

Ход работы

Задание 1. На исследуемое пятно нанесите несколько капель дистиллированной воды.

Задание 2. К увлажненному месту пробы прижмите индикаторный участок тест-полоски Немофан на 2–3 с.

Задание 3. Приблизительно через 60 с. сопоставьте окраску зон индикации с цветовой шкалой.

Задание 4. Зафиксируйте полученные результаты с помощью фотосъемки и составьте фотоотчет:

 <p>ФОТО</p>	 <p>ФОТО</p>
<p>Рис. 1. Внешний вид объекта, представленного на исследование</p>	<p>Рис. 2. Результат исследования (описать визуальный эффект или отметить его отсутствие)</p>

Выявление скрытых следов крови с применением фотохимической реакции окисления люминола в присутствии гемоглобина

Цель: получить представление о возможностях предварительного криминалистического исследования следов крови с использованием фотохимической реакции окисления люминола в присутствии гемоглобина.

Реактивы и материалы: образцы следов крови на различных поверхностях, люминол в составе набора «Хищник» для выявления скрытых следов крови на различных поверхностях, дистиллированная вода, пульверизатор.

В основе метода лежит способность производных гемоглобина инициировать фотохимическую реакцию окисления люминола. Интенсивность возникающей хемилюминесценции определяется содержанием гемоглобина в следе. При попадании в контакт с железом, содержащимся в гемоглобине, реагент испускает насыщенное синее свечение (430 нм), видимое в темноте.

Ход работы

Задание 1. Процедура приготовления раствора люминола:

- добавить в емкость с распылителем 125 мл дистиллированной воды;
- открыть специализированный металлизированный пакет в составе набора «Хищник», достать 2 пробирки;
- добавить содержимое двух пробирок в воду, смешать, встряхнув бутылку;
- подождать 1–2 мин. для полного растворения и смешения химических веществ, после чего раствор можно использовать (раствор рекомендуется использовать в течение 3 ч. после приготовления).

Задание 2. Распылить содержимое приготовленного раствора люминола над поверхностью с исследуемыми следами.

Задание 3. Наблюдать в условиях затемнения появление характерного свечения.

Задание 4. Зафиксируйте полученные результаты с помощью фотосъемки и составьте фотоотчет:

 ФОТО	 ФОТО
Рис. 1. Внешний вид объекта, представленного на исследование	Рис. 2. Результат исследования (описать визуальный эффект или отметить его отсутствие)

Физические методы исследования для установления факта дописки

Цель: показать возможности метода влажного копирования и исследования в ИК-лучах для установления факта подлога документа путем дорисовки и установления первоначального текста документа, подвергнутого внесению изменений путем дорисовки.

Материалы и оборудование: образец документа, содержащий штамп с фрагментом, выполненным путем дорисовки, ПВХ-пленка, ацетон, источник экспертного света «Ультрамаг- С6ВМ»,

Фабула: на экспертизу поступил фрагмент документа с нанесенным штампом, выполненным штемпельной краской черного цвета, содержащим запись: «ЗАКАЗАНО-МАР 2008».

Экспертная задача: установить, подвергался ли представленный фрагмент документа подлогу путем дописки, если да, то каково его первоначальное содержание.

Ход работы

Задание 1. Рассмотрите исследуемый объект в условиях естественного освещения, в проходящем белом свете, в отраженных ИК- и УФ-лучах.

Задание 2. Смочите участок ПВХ-пленки ацетоном. С помощью полученного таким образом адсорбента методом влажного копирования проведите исследование участков документа, имеющих признаки дописки.

Задание 3. Зафиксируйте наблюдаемые результаты и составьте фотоотчет:

Метод исследования	Условия проведения эксперимента	Фотоиллюстрация наблюдаемых результатов

Задание 4. Сформулируйте вывод:

ВЫВОД

На представленном на экспертизу объекте выявлены следующие признаки внесения в документ изменений путем _____ (указать способ внесения изменений в содержание) _____ (указать признаки).

Первоначальное содержание документа соответствует тексту: « _____ ».

Физические методы выявления скрытых следов рук

Цель: изучить физические основы процесса визуализации потожировых следов с применением дактилоскопических порошков, суспензий, электромагнитного излучения.

Материалы и оборудование: образцы поверхностей для нанесения модельных следов рук, порошки дактилоскопические, суспензия сульфида молибдена (МДР черный), раствор для визуализации ПЖС на клейких поверхностях, кисти дактилоскопические, лупы, микроскоп, источник экспертного света «Ультрамаг-С6ВМ».

Ход исследования по выявлению скрытых следов рук дактилоскопическими порошками

Задание 1. Получите ПЖС рук на различных поверхностях: бумаге, стекле, оптическом диске, металле, отшлифованном деревянном бруске, целлофановом пакете, упаковочном материале.

Задание 2. Модельные образцы следов рук обработайте дактилоскопическими порошками.

Задание 3. Зафиксируйте полученные результаты и составьте фотоотчет:

Характеристики поверхности	Дактилоскопический порошок (название/физико-химические характеристики)	Фотоиллюстрация выявленных следов рук

Задание 4. Сформулируйте вывод:

ВЫВОД

Дактилоскопический порошок _____ (указать наименование порошка, цвет, магнитные свойства) выявил следы пальцев рук, пригодные для идентификации, на _____ (указать вид и характеристики следоносящей поверхности).

Ход исследования по выявлению следов рук на клейких поверхностях

Задание 1. Получите ПЖС рук на клейкой поверхности различных видов клейких лент: скотч, изолента их ПВХ, малярный скотч.

Задание 2. Обработайте модельные потожировые следы с помощью специального состава для выявления латентных следов рук на клейких поверхностях лент.

Задание 3. Зафиксируйте полученные результаты и оформите фотоотчет:

Вид клейкой ленты	Фотоиллюстрация выявленных следов рук

Ход исследования по выявлению следов рук на влажных поверхностях

Задание 1. Получите ПЖС рук на различных видах поверхностей: стекло, алюминиевая фольга, глянцевая бумага. Опустите подготовленные поверхности в емкость с водой.

Задание 2. Обработайте модельные потожировые следы с помощью специального состава для выявления латентных следов рук на влажных поверхностях.

Задание 3. Зафиксируйте полученные результаты и оформите фотоотчет:

Вид влажной поверхности	Фотоиллюстрация выявленных следов рук

***Физико-химические методы
в дактилоскопических исследованиях***

Цель: изучение физико-химических процессов, лежащих в основе выявления следов рук с применением паров эфиров цианакриловой кислоты.

Материалы, реагенты и оборудование: образцы поверхностей для нанесения модельных ПЖС, эфир цианакриловой кислоты, йодные трубки для окуривания объектов, цианакрилатная камера.

Ход работы

Задание 1. Получите модельные ПЖС на различных типах поверхностей: стекле, металле, пластике, глянцевой бумаге, фольге.

Задание 2. Проведите процедуру выявления невидимых следов рук с помощью паров эфиров цианакриловой кислоты.

Задание 3. По результатам эксперимента оформите фотоотчет:

Характеристики поверхности	Условия обработки парами цианакрилата	Фотоиллюстрация выявленных следов рук

Задание 4. Сформулируйте вывод:

ВЫВОД

Пары цианакрилата выявили следы рук, пригодные для идентификации, на _____ (указать тип и характеристики поверхности) при соблюдении следующих условий окуривания _____.

***Возможности физико-химических методов для установления
последовательности нанесения пересекающихся штрихов,
выполненных чернилами шариковой ручки
и штемпельными красками***

Цель: изучение физико-химических основ исследования объектов технико-криминалистической экспертизы документов методом влажного копирования.

Материалы и оборудование: образец документа, содержащего пересекающиеся реквизиты, выполненные в заданной последовательности; ПВХ-пленка, ватман, дистиллированная вода, органические растворители (ацетон, этилацетат, хлороформ).

Фабула. Для разрешения вопроса о подлоге документов требуются исследования пересекающихся штрихов, образованных подписью, выполненной пастой шариковой ручки синего цвета, и печатью, выполненной штемпельной краской синего цвета.

Экспертная задача: определить хронологическую последовательность выполнения реквизитов (подписи и печати) на представленном на экспертизу документе.

Ход работы

Для установления последовательности нанесения пересекающихся штрихов применяется метод влажного копирования на адсорбент.

Задание 1. Подбор условий копирования включает:

- подбор системы растворителей;
- подбор адсорбента;
- подбор времени контакта.

На первом этапе необходимо изучить условия копирования материалов письма на модельных образцах:

– определить вид материалов письма, которыми были выполнены реквизиты (например, печать – штемпельными красками, подпись – чернилами шариковой ручки, печать – штемпельными красками, подпись – чернилами гелевой ручки и т. п.);

– с помощью аналогичных материалов письма создать модельные реквизиты без зон пересечения и исследовать условия их копирования на влажный адсорбент: изучить возможность копирования модельных реквизитов различными растворителями, нанесенными на определенный вид подложки; подобрать оптимальное время контакта фаз;

– выбрать подходящий растворитель, который хорошо копирует материал одного реквизита, но не копирует материал другого, т. е. дифференцирует материалы письма по их способности к копированию;

– создать модельные образцы пересекающихся зон реквизитов в двух вариантах (подпись-печать, печать-подпись) и изучить возможность установления последовательности их нанесения подобранной ранее адсорбционной системой (подложка, растворитель, время контакта фаз).

После отработки условий копирования на экспериментальных пересечениях и получения на поверхности адсорбента четкой картины последовательности нанесения пересекающихся штрихов, соответствующих их истинному расположению, следует переходить к копированию исследуемых участков пересечения, т. е. к получению оттисков (реплик) с поступившего на экспертизу образца.

Задание 2. Зафиксируйте наблюдаемые результаты и оформите фотоотчет:

Модель пересекающихся штрихов	Условия процесса копирования	Фотоиллюстрация полученных реплик

Задание 3. Сформулируйте вывод. Вывод формулируется на основании совпадения картины, отобразившейся на поверхности тонкослойного сорбента, смоченного растворителем, и аналогичной картины, полученной для одного из двух вариантов экспериментальных пересечений.

Задание 4. Сформулируйте вывод:

ВЫВОД

На представленном на экспертизе документе выявлены признаки, свидетельствующие о нанесении реквизитов в следующей последовательности:

1) _____ 2) _____.

Возможности экспертного исследования в различных зонах электромагнитного спектра для восстановления первоначального содержания текста, залитого посторонним веществом

Цель: изучение физических основ методов восстановления содержания текста, залитого посторонним веществом.

Материалы и оборудование: образцы текстов, содержащих залитые посторонним веществом записи, подлежащие восстановлению; видеоспектральный компаратор; прибор для определения подлинности банкнот, ценных бумаг, документов, акцизных и специальных марок «Ультрамаг», цифровой фотоаппарат, криминалистическая линейка.

Фабула № 1. В мае 2020 г. из одной районной прокуратуры в криминалистическую лабораторию на исследование было при-слано письмо, найденное при трупe потерпевшей гражданки И. Письмо было залито кровью, закрывавшими большую часть текста документа, выполненного карандашом.

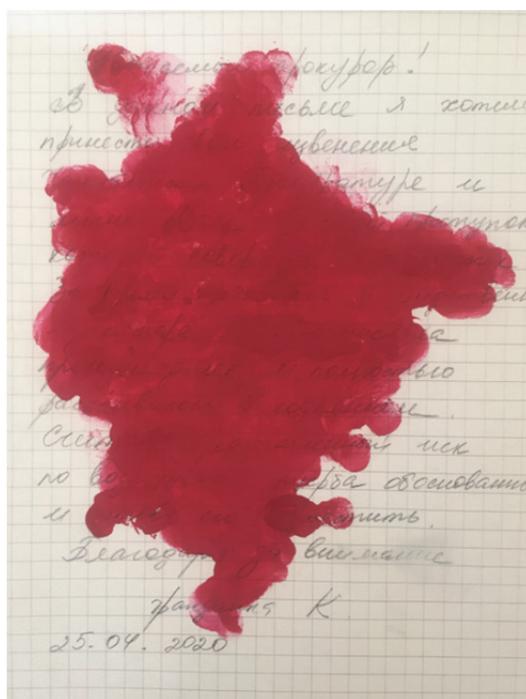
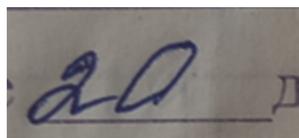


Рис. 40. Письмо, залитое красящим веществом

Экспертная задача № 1: выявить и прочесть текст обнаруженного при трупe гражданки И. письма.

Фабула № 2. Гражданин К. представил отчет в израсходовании аванса с приложением оправдательных документов. Отчет был написан через копировальную бумагу в двух экземплярах. Один из них поступил в бухгалтерию данного учреждения, второй остался на руках у гражданина К. с распиской бухгалтера в принятии отчета и оправдательных к нему документов. В дальнейшем возник спор о количестве сданных К. при отчете денежных расписок и счетов. По данным бухгалтерии, К. предоставил 20 документов. Это количество было обозначено цифрами в экземпляре отчета, находившемся в бухгалтерии (рис. 41, а). Между тем К. заявил, что он сдал не 20, а 21 документ; по его словам, в тексте составленного им авансового отчета стояла именно эта цифра, сотрудники же бухгалтерии, по-видимому, утратили один из полученных документов и, чтобы скрыть это упущение, переделали в отчете цифру 1 на цифру 0. При осмотре соответствующего места отчета действительно создается впечатление, что здесь ранее стояла цифра 1, к которой впоследствии был добавлен слева новый штрих, чтобы превратить ее в цифру 0, а бухгалтер опровергал его утверждение, заявляя, что здесь должна быть цифра 20.

Однако бухгалтерия потребовала от К. предъявления второго экземпляра счета. К. предоставил этот экземпляр, но в том месте, где должна была находиться спорная цифра, имелось большое чернильное пятно (рис. 41, б). К. утверждал, что под этой кляксой находится цифра «21».



а



б

Рис. 41. Фрагменты документов, представленных на исследование

Экспертная задача №2: установить содержание текста отчета в месте, замазанном чернилами, выявить факты изменения первоначального содержания документа (путем травления, подчистки, дописки).

Ход работы

Задание 1. Документ осматривается, составляется представление о его содержании и состоянии, определяются участки, где на поверхности документа имеются пятна, загрязнения, а также красящие вещества, не относящиеся к основному тексту; решается вопрос об объекте исследования с учетом вероятности наличия под пятнами записей, их фрагментов, пометок и др.

Задание 2. Затем проводится оценка свойств документа, значимых для выявления невидимых записей: осматриваются границы локализации пятен; отмечается наличие (отсутствие) не перекрытых пятнами штрихов текста; определяется род, вид красящих веществ, которыми образованы скрытый текст и мешающие его прочитать пятна; оценивается качество бумаги (ее целостность, структура, цвет и т. д.).

Задание 3. Для выявления залитых, замазанных и зачеркнутых текстов может использоваться комплекс методов в следующей последовательности:

- исследование обеих сторон документа в косопадающем и проходящем свете;
- микроскопическое исследование;
- исследование в различных зонах спектра (видимой, ультрафиолетовой, инфракрасной).

Задание 3. Наблюдаемые результаты исследования зафиксируйте с помощью фотосъемки. Оформите фотоотчет в виде таблицы:

Режим освещения	Фотоиллюстрация
<i>Описание объекта</i>	

Задание 4. Сформулируйте выводы:

ВЫВОД № 1

На представленном на экспертизу документе полностью выявлен текст следующего содержания

« _____ ».

ВЫВОД № 2

На представленном на экспертизу документе выявлен фрагмент текста с признаками _____ (указать способ внесения изменений в первоначальное содержание документа), обнаруженный текст представляет собой символ, часть которого отобразилась в виде _____; очертания неразборчивого знака позволяют предположить, что он мог представлять собой цифру __.

Изучение возможностей использования источника экспертного света при работе с вещественными доказательствами в процессе осмотра места происшествия

Цель: получить навык предварительного исследования потенциальных вещественных доказательств с применением экспертного источника света.

Оборудование и материалы: комплект экспертных источников электромагнитного излучения SP-1020 с модулями синего (450 нм), ультрафиолетового (365 нм), белого света (400–700 нм); объекты вещественной обстановки мест совершения противоправных действий; флуоресцентные порошки; спрей ДФО (дизофлуорен); СХВ «Орлюм 365», дистиллированная вода; органические растворители; цифровой фотоаппарат, криминалистическая линейка.

Ход работы

Задание 1. Ознакомьтесь с устройством и правилами эксплуатации модулей комплекта экспертных источников света SP-1020.

Задание 2. С использованием электромагнитного излучения, генерируемого модулями ультрафиолетового, синего и белого света, и светофильтров проведите исследование различных объектов, являющихся элементами вещной обстановки при осмотре места происшествия:

- потожировые следы на бумаге, обоях, гипсокартоне;
- подлинные и фальшивые документы (банкноты);
- метки, выполненные СХВ (специальными химическими веществами, химическими ловушками);
- пятна крови на тканевой и бумажной поверхностях;
- микроволокна на одежде;

- следы жидкостей биологического происхождения;
- следы нефтепродуктов;
- следы жидкостей бытового назначения;
- волокна;
- пылевые следы;
- потожировые следы, окрашенные флуоресцентными порошками;
- потожировые следы, обработанные раствором диазофлуорена (ДФО).

Задание 3. Наблюдаемые результаты зафиксируйте посредством фотосъемки.

Задание 4. Результаты исследования отобразите в таблице:

Объект	Излучатель (длина волны или их диапазон экспертного света)	Фотоиллюстрация

Задание 5. По результатам проделанной работы сформулируйте выводы, в которых объясните наблюдаемые явления, назовите области практического применения электромагнитного излучения при поиске следов и работе с вещественными доказательствами в условиях осмотра места происшествия.

Установление факта имитации почерковых объектов путем исследования с применением электромагнитного излучения оптического диапазона

Цель: изучить возможности исследования вещественных доказательств в различных зонах шкалы электромагнитного излучения для установления способа имитации подписи.

Материалы и оборудование: образцы документов, содержащие подделанную подпись (см. фабулу), видеоспектральный компаратор «Регула», детектор «Ультрамаг», лупы, цифровой фотоаппарат, криминалистическая линейка.

Фабула: по делу о хищении денежных средств на экспертизу поступил расходный кассовый ордер на выдачу материальной помощи на имя Ивановой Елены Васильевны. Е.В. Иванова отрицала факт получения материальной помощи по данному доку-

менту. Директор Львов и гражданка Иванова утверждали, что не ставили подписи в расходном кассовом ордере. Почерковедческая экспертиза не выявила признаков нанесения указанных реквизитов другими лицами. В хищении денежных средств подозреваются бухгалтер Глебова и кассир Антипова.

Экспертная задача: определить наличие факта имитации почерковедческих объектов (подписей гражданки Ивановой и директора ООО «Альфа» А.В. Львова) в рамках технико-криимналистической экспертизы документов.

Справочный материал

Способы технической подделки почерковых объектов:

- предварительная подготовка с помощью карандаша с последующей обводкой штрихов красящими веществами;
- копирование через копировальную бумагу с последующей обводкой штрихов;
- передавливание подписи оригинала с последующей обводкой рельефных штрихов;
- копирование на просвет;
- перенесение красящего вещества подписи-оригинала на документ с помощью копирующих материалов;
- электрофотографический способ;
- с помощью струйных копировально-множительных аппаратов.

Ход работы

Задание 1. Применяются методы исследования в невидимой зоне спектра. Объект рассматривается в различных диапазонах длин волн:

- проходящем белом свете;
- косопadaющем свете;
- УФ-свете;
- видимом монохроматическом свете;
- отраженном ИК- и УФ-свете.

Задание 2. Зафиксируйте наблюдаемые результаты с помощью фотосъемки. Составьте фотоотчет, заполнив таблицу:

Режим освещения	Фотоиллюстрация

Задание 3. Дайте интерпретацию отобразившемуся признакам на основе теоретических представлений о свойствах электромагнитного излучения.

Задание 4. Сформулируйте вывод о выполнении подписи (записи) с помощью конкретного способа технической подделки или ее имитации.

Задание 5. Сформулируйте вывод:

ВЫВОД

Подпись _____ (ФИО) выполнена с помощью _____ (указывается конкретный способ технической подделки или ее имитации).

Возможности применения гибридных методов анализа (хромато-масс-спектрометрии) для решения задач судебной экспертизы наркотических средств, психотропных и сильнодействующих веществ синтетического происхождения

Цель: получить представления об интерпретации результатов экспертного исследования наркотических средств синтетического происхождения с применением метода хромато-масс-спектрометрии.

Материалы и оборудование: весы лабораторные, масс-спектры веществ, полимерный пакет с навеской сахарной пудры (имитация наркотического средства).

Фабула: 30 мая 2016 г. в ходе обыска жилища гражданина И.В. Феодосова, проживающего по адресу: Краснодарский край, станция Динская, ул. Революционная, д. 1, обнаружен и изъят прозрачный полимерный пакет с линейным замком-застежкой и красной полосой, в котором находится порошкообразное вещество белого цвета.

На экспертизу представлено: порошкообразное вещество в полимерном пакете с линейным замком-застежкой и красной полосой в опечатанном полимерном пакете.

Упаковка на момент осмотра видимых нарушений целостности не имеет.

Перед экспертом поставлены вопросы: является ли порошкообразное вещество цвета наркотическим средством, психо-

тропным, сильнодействующим или ядовитым веществом; если да, то каким именно и какова его масса? (Вопросы изложены в редакции инициатора исследования).

Содержимое изъятого объекта было исследовано методом хромато-масс-спектрометрии (см. приложение 1).

Учебная задача: составьте фрагмент экспертного заключения, сформулировав вывод по результатам физико-химического исследования

Ход работы

Задание 1. Зафиксируйте объект по правилам криминалистической фотосъемки. Провести процедуру определения массы объекта с использованием образца, имитирующего объект, описанный в фабуле. Результаты отобразить в таблице:

Фотоиллюстрация	Масса, г

Задание 2. Ознакомьтесь с результатом физико-химического исследования поступившего на экспертизу объекта (см. приложение 1).

Задание 3. На основе результатов физико-химического исследования, проведенного методом хромато-масс-спектрометрии, идентифицируйте вещество, содержащееся в изъятом объекте. Результат интерпретации занесите в таблицу:

Метод	Вещество
Хроматография	На полученной хроматограмме экстракта исследуемого объекта обнаружен пик _____ мин, соответствующий по времени удерживания _____
Масс-спектрометрия	Полученный масс-спектр соответствует масс-спектру _____

Задание 4. Сформулировать вывод, ответив на вопросы, поставленные перед экспертом:

ВЫВОД

Порошкообразное вещество белого цвета массой _____ г в прозрачном полимерном пакете с линейным замком-застежкой, изъятое 30 мая 2016 г. в ходе обыска жилища гражданина И.В. Феодосова, проживающего по адресу: Краснодарский край, станица Динская, ул. Революционная, д. 1, содержит в своем составе _____ вещество – _____, включенное в Список ____ Перечня наркотических средств, психотропных веществ и их прекурсоров, подлежащих контролю в Российской Федерации, утвержденный постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июня 1998 г. № 681».

Возможности применения гибридных методов анализа (хромато-масс-спектрометрии) для решения задач судебной экспертизы наркотических средств растительного происхождения

Цель: получить представления об интерпретации результатов экспертного исследования наркотических средств растительного происхождения с применением метода хромато-масс-спектрометрии.

Материалы и оборудование: весы лабораторные, масс-спектры веществ, полимерный пакет с навеской зеленого (имитация наркотического средства).

Фабула. 30 мая 2016 г. в ходе обыска домовладения по адресу: г. Краснодар, ул. Северская, д. 90, обнаружен и изъят бумажный сверток, в котором находится растительная масса серо-зеленого цвета.

На экспертизу представлено: растительная масса в бумажном свертке в опечатанном полимерном пакете.

Упаковка на момент осмотра видимых нарушений целостности не имеет.

Перед экспертом поставлены вопросы: является ли измельченная масса растительного происхождения серо-зеленого цвета наркотическим средством; если да, то каким именно и какова его масса? (Вопросы изложены в редакции инициатора исследования).

Содержимое изъятого объекта было исследовано методом хромато-масс-спектрометрии (см. приложение 2).

Учебная задача: составьте фрагмент экспертного заключения, сформулировав вывод по результатам физико-химического исследования.

Ход работы

Задание 1. Зафиксируйте объект по правилам криминалистической фотосъемки. Проведите процедуру определения массы объекта с использованием образца, имитирующего объект, описанный в фабуле. Результаты отобразите в таблице:

Фотоиллюстрация	Масса, г

Задание 2. Ознакомьтесь с результатом физико-химического исследования поступившего на экспертизу объекта (см. Приложение).

Задание 3. На основе результатов физико-химического исследования, проведенного методом хромато-масс-спектрометрии, идентифицируйте вещество, содержащееся в изъятом объекте. Результат интерпретации занесите в таблицу:

Метод	Вещество
Хроматография	На полученной хроматограмме экстракта исследуемого объекта обнаружен пик _____ мин, соответствующий по времени удерживания _____
Масс-спектрометрия	Полученный масс-спектр соответствует масс-спектру _____

Задание 4. Сформулируйте вывод, ответив на вопросы, поставленные перед экспертом.

Литература

1. Денисов Л.К., Чистяков А.А. Люминесцентный криминалистический комплекс на базе твердотельного мини-лазера на красителях // Электроника: наука, технология, бизнес. 1997. № 4(3). С. 55–56.
2. Казакова С.Е., Соловьева Н.А. Современная модификация адсорбционно-люминесцентного метода в судебно-технической экспертизе документов // Вестник Волгоград. гос. ун-та. Сер. 10: Инновационная деятельность. № 4(19). 2015. С. 53–58.
3. Корнев В.М., Ткаченко И. А. Исследование следов крови при осмотре места происшествия // Вестник АГИУВ. 2013. № 1. С. 40–42.
4. Латышов И.В., Васильев В.А., Кондаков А.В. Оценка эффективности применения дактилоскопических порошков для выявления следов рук // Труды Академии управления МВД России. 2018. № 3(47). С. 142–147.
5. Ломакин М.Ю. Новая методика выявления алюминия на объектах исследования контактно-диффузионным методом // Судебно-медицинская экспертиза. 2016. № 5. С. 51–52.
6. Николаева С.А. Использование диффузно-контактного метода для обнаружения продуктов сгорания бездымного пороха // Теория и практика судебной экспертизы. 2011. № 3(23). С. 150–153.
7. Пакалина Д.И. Современные модификации копировальных методов в технико-криминалистической экспертизе документов // Вестник Московского университета МВД России. 2018. № 4. С. 76–78.
8. Попов В.В. Некоторые особенности работы со следами крови в ходе осмотра места происшествия // Юрист-Правоведь. 2019. № 1(88). С. 175–180.
9. Харламова О.А. Особенности применения современных дактилоскопических порошков для выявления следов пальцев рук на различных поверхностях // Вестник Академии экономической безопасности МВД России. 2015. № 2. С. 61–63.
10. Четверкин П.А., Ефименко А.В. Алгоритм криминалистического исследования документов с рукописными реквизитами, выполненными симпатическими красящими веществами // Теория и практика судебной экспертизы. 2018. № 3(13). С. 99–108.

11. Шведова Н.Н. Краткое руководство по технико-криминалистической экспертизе документов: учеб.-практ. пособие. Волгоград: Волгоградская академия МВД России, 2010. 115 с.

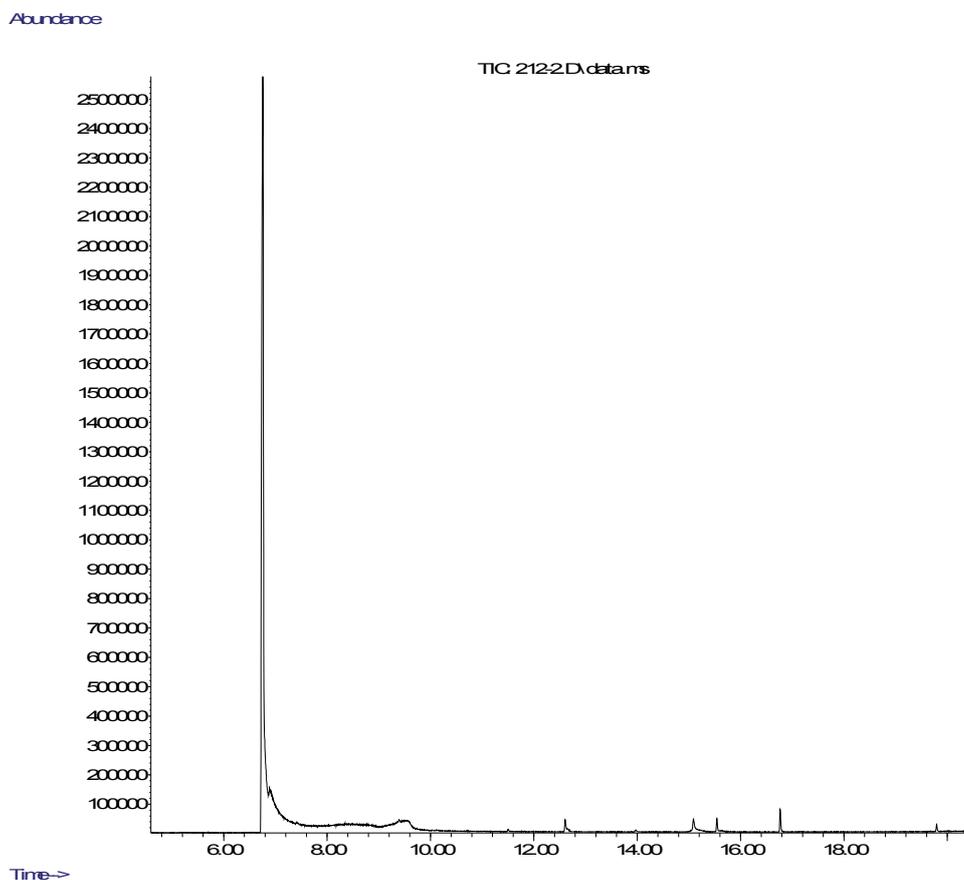
12. Соболевская С.И. Работа с биологическими следами на месте происшествия // Концепт. 2014. № 29. URL: <http://e-koncept.ru/2014/14844.htm> (дата обращения: 30.06.2023).

13. Щелков В.А. Современные методы выявления следов рук // Техника для спецслужб. Бюро научно-технической информации. URL: <http://bnti.ru/showart.asp?aid=325&lvl=01.02.07.&p=1> (дата обращения: 18.04.2023).

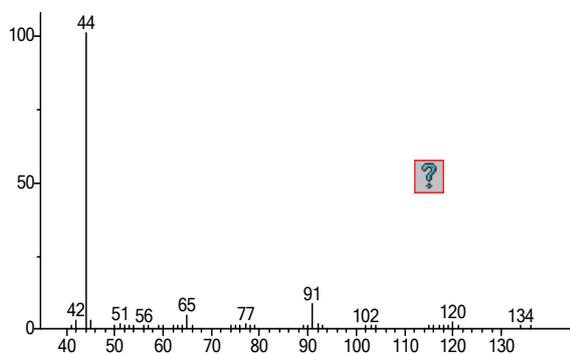
14. Люминол. Применение для поиска следов крови на месте происшествия. URL: <https://www.krim-market.ru/blog/lyuminol-primenenie-dlya-poiska-sledov-krovi-na-meste-proisshestiya> (дата обращения: 30.06.2023).

15. Применение электронного микроскопа Hitachi TM 4000 Plus при исследовании огнестрельных и иных повреждений. URL: <https://www.krim-market.ru/blog/primenenie-nastolnogo-elektronnogo-mikroskopahitachi-tm4000-plus-pri-issledovanii-ognestrelnykh-iinykh-povrezhdenij> (дата обращения: 30.06.2023).

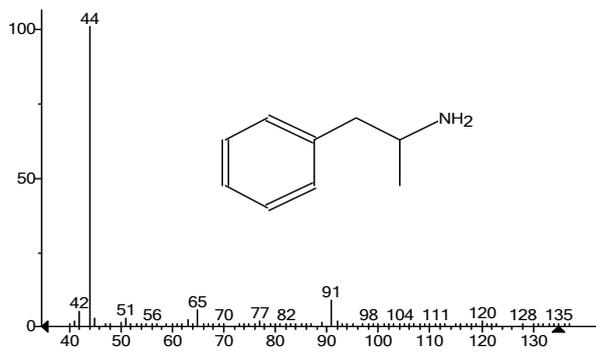
Результаты физико-химического исследования объекта



Хроматограмма экстракта исследуемого объекта
(время удерживания выявленного пика 6,8 мин. – амфетамин)



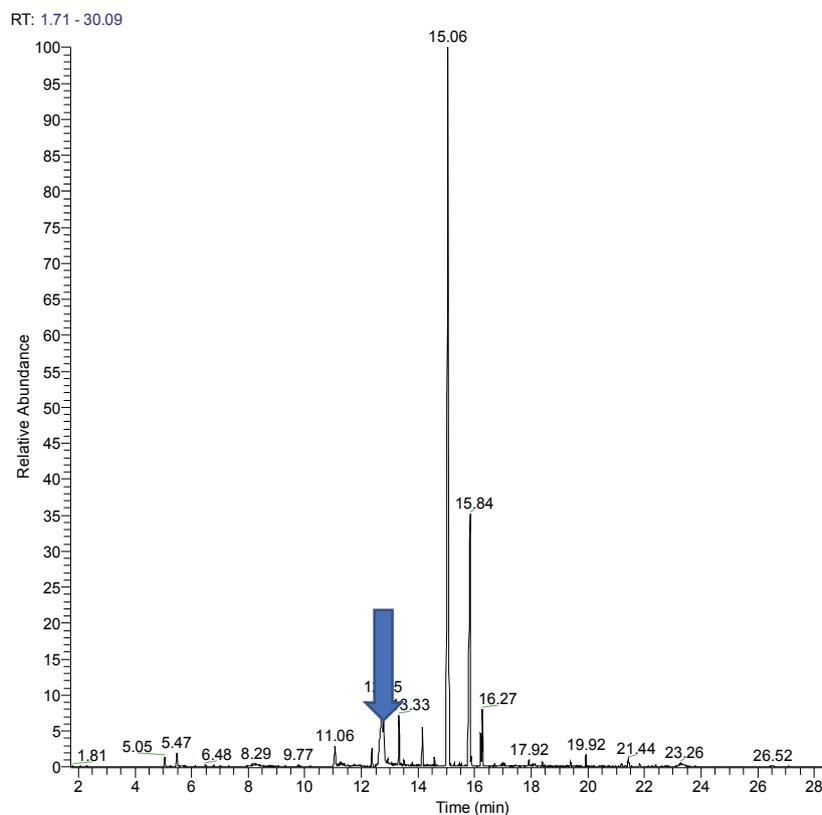
а



б

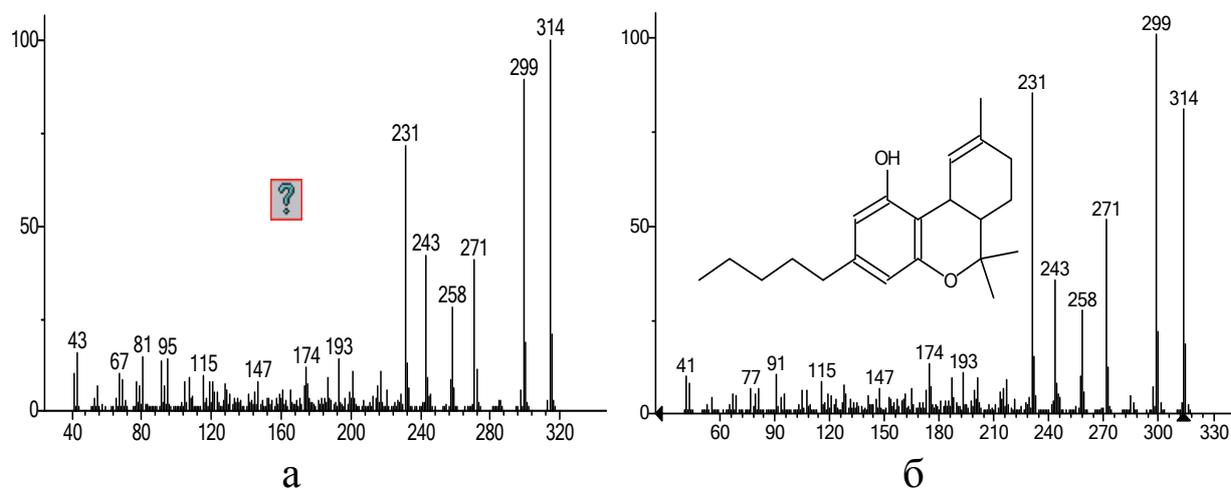
Масс-спектры: а – пика исследуемого объекта;
б – амфетамина из библиотеки масс-спектров Nist 98L

Результаты физико-химического исследования объекта



Хроматограмма экстракта исследуемого объекта
(выявлен пик с временем удерживания – 12,75 мин. ТГК)

:



Масс-спектры: а – пика исследуемого объекта;
б – ТГК из библиотеки масс-спектров Nist 98L

Оглавление

Предисловие	3
1. Теоретические основы естественно-научных методов, применяемых в судебно-экспертной практике...	4
1.1. Понятие о естественно-научных методах в контексте исследования вещественных доказательств.....	4
1.2. Методы исследования вещественных доказательств в различных областях электромагнитного спектра.....	5
1.3. Физико-химические основы методов визуализации следов рук.....	12
1.4. Применение качественных химических реакций для обнаружения следов биологического происхождения...	20
1.5. Химические методы исследования продуктов выстрела.....	23
1.6. Физико-химические основы криминалистического исследования документов методом влажного копирования...	27
1.7. Спектральные методы определения элементного состава.....	30
1.8. Хромато-масс-спектрометрия в судебно-экспертной практике.....	45
2. Практические работы	48
Литература	73
Приложения	75

Учебное издание

Арутюнов Александр Самсонович
Логачёва Екатерина Юрьевна

**ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ МЕТОДЫ
СУДЕБНО-ЭКСПЕРТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Учебное пособие

Редактор *В. С. Ревина*
Компьютерная верстка *С. В. Коноваловой*

ISBN 978-5-9266-2072-3



Подписано в печать 26.07.2024. Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 4,0. Тираж 70 экз. Заказ 275.

Краснодарский университет МВД России.
350005, г. Краснодар, ул. Ярославская, 128.