

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

В. В. Трухачев, М. Б. Сергеев

ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ДЕНЕЖНЫХ ЗНАКОВ И ЦЕННЫХ БУМАГ

Учебное пособие



Санкт-Петербург
2012

УДК 336.7(075.8)

ББК 65.262

Т77

Рецензенты:

зав. кафедрой информационного права и правоведения
доктор юридических наук, профессор *В. М. Воер* (ГУАП);

зав. кафедрой комплексной защиты информации
доктор технических наук, профессор *Е. А. Крук* (ГУАП)

Утверждено

редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия

Трухачев, В. В.

Т77 Технологии защиты денежных знаков и ценных бумаг: учеб.
пособие / В. В. Трухачев, М. Б. Сергеев. – СПб.: ГУАП, 2012. –
110 с.: ил.
ISBN 978-5-8088-0780-8

В учебном пособии рассматриваются способы защиты и контроля ценных бумаг и банкнот различных государств от подделки. Вводится классификация защитных признаков по видам их реализации при изготовлении бумажной основы, выполнении печати и т. п. Приводятся не только способы, известные с момента возникновения денег, но и современные виды защиты, такие как голография, микроизображения, УФ-, ИК-, АС-люминесценция и др. Кроме того, в пособии раскрываются физико-химические механизмы реализации элементов защиты.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям «Информатика и вычислительная техника», «Юриспруденция», «Финансы и кредит».

Пособие будет полезно широкому кругу читателей, поскольку все мы в той или иной степени пользуемся наличными деньгами, ценными бумагами, документами государственного образца.

УДК 336.7(075.8)

ББК 65.262

ISBN 978-5-8088-0780-8

© Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического
приборостроения (ГУАП), 2012
© В. В. Трухачев, М. Б. Сергеев, 2012

Список условных сокращений

АС – антистоксовский

ИК – инфракрасный

ПО – программное обеспечение

ССМ – счетно-сортировальная машина

УФ – ультрафиолетовый

RUR – российские рубли

USD – доллары США

EUR – евро

GBP – английские фунты стерлингов

FIM – финские марки

ВВЕДЕНИЕ

Очевидная необходимость предотвращения попыток несанкционированной репродукции важных документов, удостоверяющих личность или право; ценных бумаг; денежных знаков; специальных и акцизных марок и т. п. специальной продукции, которые далее с целью сокращения будут именоваться защищенными документами, подразумевает использование при их создании особо сложных технологий, которые не могут быть воспроизведены в «домашних условиях» и кустарными методами. С учетом этого технологическими средствами защиты данной специфичной продукции будут являться такие защитные элементы, которые при воспроизведении всей их совокупности потребуют закупки специального оборудования на общую сумму, которая по определению должна многократно превышать возможный доход от незаконной (а, следовательно, и недолгой) реализации. Число таких защитных элементов, содержащихся в бумаге, красителях и воплощенных в дизайне наиболее защищенных денежных знаков (RUR, EUR и др.), достигает нескольких сотен. Поэтому история еще не знала таких случаев, когда бы относительно немногочисленная группа злоумышленников ставила перед собой задачу полного воспроизведения всех защитных элементов специальной печатной продукции и характеризующих их защитных признаков подлинности. В таком случае между выпускаемыми государством денежными знаками и поддельной продукцией всегда будет присутствовать существенная разница, возрастающая при увеличении количества и сложности вводимых в них защитных элементов.

Естественно, что значительная часть информации о защитных признаках подлинности документов и денежных знаков должна быть доведена до широкого круга пользователей, что и является основной целью издания настоящего пособия.

Технологические процессы реализации защитных признаков защищенных документов делятся на несколько различных видов, причем основными из них являются:

- защитные признаки, реализуемые при производстве бумаги документов;
- защитные признаки, заключающиеся в специфичности красителей и способов их нанесения;
- защитные признаки, воплощенные в дизайне изображений на документах и денежных знаках.

1. ОСНОВНЫЕ ПРИЗНАКИ ЗАЩИЩЕННЫХ ДОКУМЕНТОВ, РЕАЛИЗУЕМЫЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БУМАГИ

Процесс изготовления бумаги

Бумагой, используемой для изготовления защищенных документов и денежных знаков, является листовая волокнистый материал, изготавливаемый с помощью бумагоделательных машин. В качестве исходных материалов при этом используются растительные волокна, основную часть которых составляет древесная целлюлоза с добавками хлопковых, льняных и т. п. волокон. Процесс изготовления бумаги состоит из следующих стадий производства [1]:

- варка и отбелка древесной целлюлозы;
- размол и составление бумажной композиции;
- отлив полотна бумаги на бумагоделательной машине;
- отделка, контроль и резка бумаги.

В процессе первой стадии исходное сырье (древесная щепка) очищается, проваривается и отбеливается. Далее производится размол и перетирание щепы в водной среде до получения измельченной однородной массы. В нее добавляются хлопковые и льняные волокна, а также другие составляющие для придания бумаге особой прочности и износостойчивости. В последнее время для существенно увеличения прочности и износостойчивости специальных видов бумаги практикуется введение в исходный состав и синтетических волокон. Кроме того, в композицию вводятся клеевые компоненты, наполнители (мел и др.), красители и отбеливающие вещества, которые в совокупности выполняют задачи по обеспечению заданных параметров бумаги: необходимой прочности, плотности, адгезии красителей, белизны, заданного цветового оттенка и оптической плотности, а также (что особенно важно) резкого уменьшения исходного уровня фоновой люминесценции бумаги при воздействии ультрафиолетового (УФ) излучения.

В состав бумажной композиции могут входить и **защитные волокна** различных видов: растительного происхождения или синтетические; бесцветные и окрашенные; с пропиткой люминофорами или без нее; двуцветные с переменным сечением, а также металлические с магнитными свойствами.

Обычно длина защитных волокон не превышает 10 мм, а диаметр – десятков микрон. Так как защитные волокна вводятся в состав композиции, которая затем подвергается тщательному пере-

а)



б)

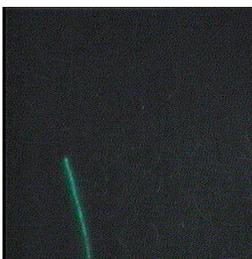


Рис. 1.1. Примеры защитных волокон в составе бумаги денежных знаков РФ: а – двуцветные с переменным сечением; б – люминесцирующие в УФ-излучении

мешиванию, они имеют хаотическое (случайное) расположение на отлитом полотне и в значительном количестве находятся в толще бумажного листа. Некоторая часть волокон непосредственно выходит на поверхность листа, что и используется затем для визуального определения подлинности специальной бумаги по данной группе критериев или определения их наличия, магнитных и других свойств с помощью специальных приборов. Типовые примеры защитных волокон в составе бумаги денежных знаков приведены на рис. 1.1.

Приготовленная водная взвесь бумажной массы непрерывно подается в ванну бумагоделательной машины с полупогруженным в нее сетчатым цилиндром – основным узлом формирования бумажного полотна. Обычно данный цилиндр представляет собой жесткую несущую конструкцию значительных размеров с натянутой на него металлической сеткой, устойчивой к коррозии. Длина цилиндра (следовательно, и ширина полотна) может превышать 3 м, при диаметре цилиндра около одного метра.

Металлическая сетка имеет строго ориентированную структуру ячеек с размером шага около миллиметра. При увеличении размера ячеек увеличивается различие в количестве бумажной массы, связанной непосредственно с проволочным профилем сетки, и массы волокон в свободном пространстве внутри ячеек. Вследствие этого, сошедшее с цилиндра бумажное полотно также будет иметь **сетчатую структуру**, повторяющую рисунок плетения проволочной сетки («маркировка от сетки»). При уменьшении шага сетки цилиндра за-



Рис. 1.2. Типовые примеры сетчатой структуры бумаги с ромбическим расположением маркировки от «сетки»

метность сетчатой структуры бумаги будет соответственно уменьшаться вплоть до исчезновения. Таким образом, наличие или отсутствие сетчатой структуры бумаги, контролируемой на просвет, направление и размер шага маркировки от сетки является одним из важных защитных признаков.

Сетчатый цилиндр с момента технологического запуска начинает вращаться и подавать наложенное на его цилиндрической поверхности относительно рыхлое бумажное полотно на несущее технологическое полотно съема, движущееся с линейной скоростью около 1 м/с. Далее в техпроцессе изготовления бумаги происходит обезвоживание бумажного полотна, обрезка его неровных краев, многократная прессовка между валами, промывка, дополнительная пропитка укрепляющим составом, высушивание, многофакторный контроль качества и намотка в рулоны. Типовые примеры сетчатой структуры бумаги приведены на рис. 1.2.

Общая длина траектории бумажного полотна внутри бумагоделательной машины от схода с сетчатого цилиндра до намотки в рулоны готовой продукции составляет несколько сотен метров, причем линейная скорость транспортировки полотна на ведущих валах каждого из последовательных агрегатов бумагоделательной машины поддерживается и регулируется с очень высокой точностью. Это предотвращает как образование провисающих петель, так и растяжение или обрыв бумажного полотна.

Для придания бумажной подложке защищенных документов других качественных отличий от обычной бумаги в ее состав могут также вводиться защитные нити и формироваться водяные знаки.

Водяные знаки

Водяные знаки – это элементы защиты бумаги, образованные вариациями ее толщины за счет локализованных изменений рельефа сетчатого цилиндра, т. е. его выпуклостями и углублениями. При этом на участках сетки с выпуклой штамповкой бумажное полотно имеет меньшую толщину, в углубленных местах – большую. За счет этого изменяется и оптическая плотность бумаги, достигая максимума в местах утолщений, что на просвет воспринимается в виде более темных участков относительно среднего фона. И наоборот, светопропускание бумаги увеличивается на участках уменьшенной толщины, а их изображение на просвет является более светлым, чем фон. С учетом этого водяные знаки могут быть двутоновыми (светлыми и темными с резкими границами переходов) или многотоновыми, т. е. имеющими плавные переходы от темных участков к светлым. Как правило, многотоновые водяные знаки являются локальными – расположенными на широком купонном (незапечатанном) поле банкнот, и представляют собой стилизованные изображения основного рисунка ее дизайна (портреты, сооружения и т. п.). Двутоновые водяные знаки в свою очередь могут быть реализованы в виде общего рисунка из линий и символов, многократно повторяющихся на большей части площади поля, или локального изображения достоинства денежного знака.

Водяные знаки исторически являются наиболее распространенными и одновременно весьма надежными элементами защиты бумаги документов и банкнот. Основным видом проверки подлинности данных защитных признаков специальной бумаги является

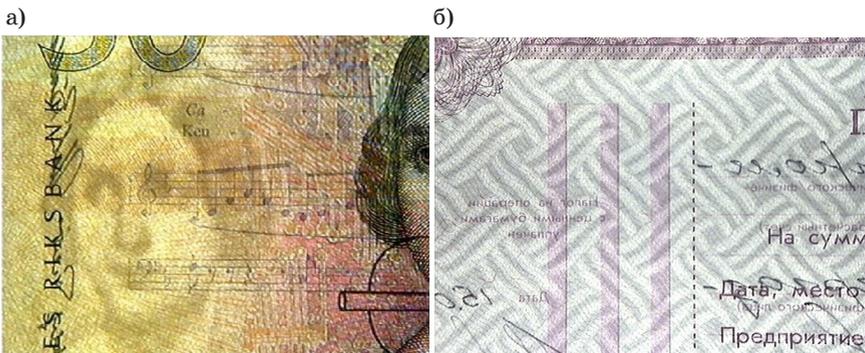


Рис. 1.3. Просветное изображение водяных знаков: а – локальных многотоновых; б – общих (распределенных) двутоновых

а)



б)



Рис. 1.4. Двухтоновый общий водяной знак:

а – изображение на просвет;

б – вид изменений толщины бумаги в косопадющем свете

ся исследование на просвет, т. е. в проходящем через толщину бумаги излучении источника, когда между ним и глазом проверяющего (объективом телевизионного прибора) расположен сам объект исследования. Типовые примеры просветного изображения водяных знаков и изменения толщины бумаги на участках их расположения приведены на рис. 1.3 и 1.4.

Косвенным признаком подлинности бумажной подложки является также ее локальный глянец на участках повышенной толщины водяного знака, обусловленный более высокой силой сжатия в результате воздействия валов при прессовании бумаги.

Защитные нити

Не менее важным средством защиты от несанкционированной репродукции являются защитные нити, которые вводятся в состав специальной бумаги при ее формировании [2]. Основным видом проверки подлинности этих разновидностей защитных признаков также является исследование на просвет. Защитные нити, как правило, имеют ширину от 1 до 5 мм, толщину до 30 мкм и подразделяются по видам:

- на полупрозрачные (синтетические) и непрозрачные (металлизированные);
- с повторяющимися надписями (в том числе негативными) и без них;
- на одноцветные и многоцветные;
- на люминесцирующие и не люминесцирующие;

- с содержанием ферромагнетиков и без магнитных свойств;
- с нанесением псевдоголографического слоя и т. д.;
- с вариациями комбинаций перечисленных защитных признаков.

В силу конечной толщины защитная нить в массе бумаги образует утолщение в виде протяженной рельефной полосы, которая в явном виде должна наблюдаться в косопадающем свете, т. е. при организации такой подсветки, когда ее плоский луч скользит по поверхности бумаги с углом наклона от 3–7 угл. град.

В зависимости от места примыкания нитей к сетчатому цилиндру в ванне (ниже уровня бумажной массы или до него при наличии выступающих накладок на цилиндре) защитные нити также подразделяются на полностью встроенные в структуру бумаги и, соответственно, так называемые «ныряющие» нити, частично выходящие на поверхность лицевой или оборотной стороны бумажного полотна (рис. 1.5). Места выходов ныряющих защитных нитей на поверхность полотна определяются положением и формой сплошных выступающих накладок прямоугольной формы на сетчатом цилиндре и называются «оконными выходами» нити. В месте контакта с накладками нить прилегает к ним, а в промежутках висит над сетчатым цилиндром, покрываясь с двух сторон бумажной массой. Таким образом, участки полотна, на которых ныряющая нить укрыта бумажной массой с двух сторон, имеют существенно большую толщину и, следовательно – большую оптическую плотность, а потому просвет выглядят как затемненные прямоугольные объекты, отстоящие друг от друга по широкой стороне на определенное расстояние по всей линии протяженности нити (рис. 1.7, б).

Оконные выходы защитной нити при реализации данного способа защиты бумаги в отраженном видимом свете и при большом увеличении (под лупой) имеют в основном форму, отличающуюся от идеальной. Это обусловлено тем, что отдельные волокна бумажной массы неизбежно частично проникают в промежуток между нитью и выступающими накладками сетчатого цилиндра, поэтому они *обязательно* искажают идеальное очертания границ открытого участка нити. Данное отклонение от идеальности (ворсистость по периметру оконных выходов) невозможно имитировать, например, при наклейке кусочков фольги, поэтому данный технологический эффект также является своеобразным защитным признаком.

Количество защитных нитей, одновременно вводимых в бумажное полотно при отливе, определяется длиной сетчатого цилиндра по оси и соответствующей протяженностью документа или денежного знака, т. е. фактически их количеством, укладываемым на

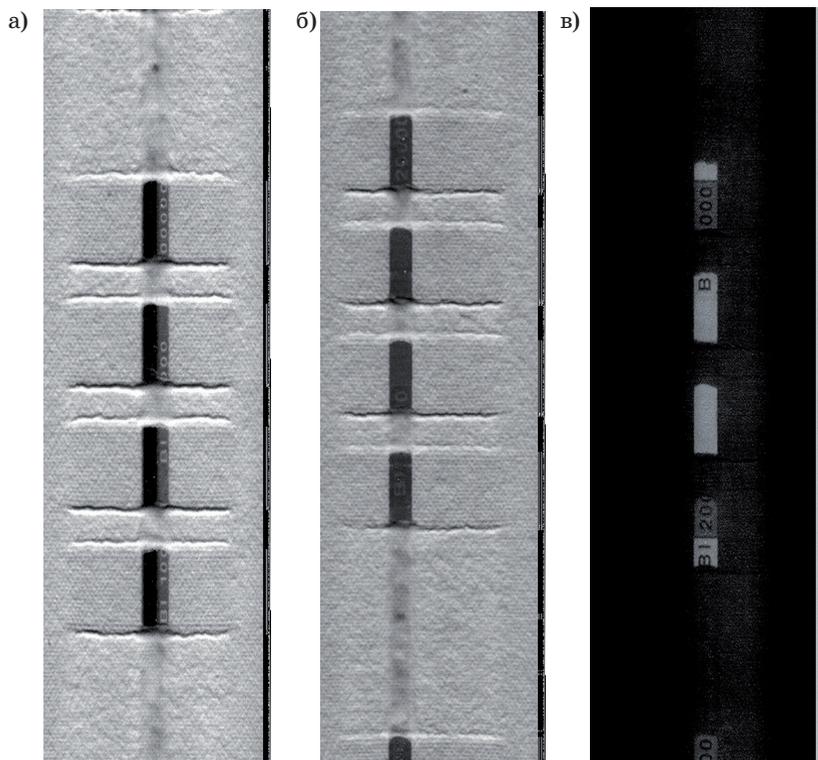


Рис. 1.5. Ныряющие защитные нити в структуре бумажного полотна непосредственно на сходе с сетчатого цилиндра: а и б – оконные выходы нити с надписями, структура бумаги и изменение ее рельефа в местах расположения накладок на сетчатом цилиндре; в – УФ-люминесценция защитной нити

ширине полотна. При этом периодичность повторения общего рисунка бумаги по длине полотна определяется в свою очередь длиной окружности сетчатого цилиндра. В конце технологического цикла изготовления бумага, как правило, разрезается на прямоугольные листы с учетом периодичности следования рисунка документов по длине и ширине, которые затем укладываются в стопки.

Варианты различных защитных нитей в составах бумаг денежных знаков трех государств приведены на рис. 1.6–1.8.

Следует отметить, что если защитные волокна присутствуют в составе бумаги совершенно хаотично, то местоположение водяных знаков, защитных нитей (в том числе и их оконных выходов) стро-

го задано структурой рельефных элементов и накладок на сетчатом цилиндре, а также положением направляющего ролика каждой из защитных нитей. Поэтому расположение данных защитных элементов на каждом бумажном листе выпускаемой бумажной фабрикой продукции в конечном итоге нормировано с достаточно высокой точностью (как говорят, имеет «точную приводку» к реперным отметкам размеров каждого документа, которые в свою очередь также нормируются с высокой точностью).

Дополнительные элементы защиты

На бумажной подложке документов могут воспроизводиться и другие дополнительные элементы защиты, к которым относятся конфетти и кинеграммы.

Конфетти – цветные включения в бумагу в форме многоугольников или кружков, имеющих размеры протяженности в единицы миллиметров и толщину менее 20 мкм. Данные защитные элементы также могут быть выполнены из металлизированной пленки, в том числе с радужным покрытием. Они вводятся в бумагу, как правило, на сходе полотна с сетчатого цилиндра, поэтому имеют приповерхностное расположение. Конфетти могут быть локализованы в определенном месте листа благодаря способу управляемого вброса, однако их количество и расположение в пределах заданной зоны остается, как правило, относительно хаотичным.

Кинеграммы – элементы сложной формы из фольги, которые припрессовываются к бумаге защищенных документов на финишных этапах ее изготовления. Как правило, кинеграммы выполняются в виде полос, розеток или иных фигур и имеют размеры протяженностью более 15 мм. При прессовании кинеграмм их местоположение и ориентация имеют достаточно точную приводку к полю бумаги, причем в данной технологической операции бумаге одновременно может придаваться и рельеф (тиснение). В последнее время для защиты специальной продукции широкое применение получило использование кинеграмм с голографическим эффектом [3], которые реализуются на металлизированных пленках чаще всего методами горячего тиснения с помощью рельефного микроклише. Нанесенный на металлизированную пленку рисунок в зависимости от направления рельефной штриховки будет виден только при определенном сочетании направления источника света и угла просмотра. Это дает возможность реализации на одной кинеграмме двух и более изображений с разными направлениями микроштриховки, обеспечивающими направлен-

а)



б)

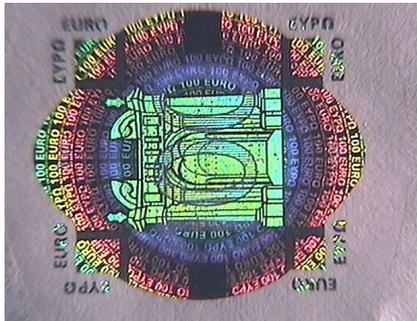


Рис. 1.9. Типовые варианты исполнения кинеграмм с голографическим эффектом на бумажной подложке банкнот: а – 500 FIM; б – 100 EUR

ное светоотражение, в силу чего они наблюдаются независимо друг от друга при различных углах просмотра (рис. 1.9).

Вариациями шага следования рельефных микроштрихов можно добиться существенных различий в цветовых оттенках рисунков светоотражения в соответствии с законами дифракции и интерференции. Основным видом проверки подлинности данного вида защиты является визуальный контроль соответствия каждого из слов изображений эталонному при соответствующем угле просмотра и достаточном увеличении.

Микроперфорация

К технологическим операциям с бумажной основой документов и денег можно отнести и реализацию на них **микроперфораций**, т. е. сквозных отверстий малого диаметра (менее 100 мкм). Данная операция выполняется с листовым материалом, собранным в стопки, с помощью мощного импульсного лазера, причем при воздействии сфокусированного лазерного пучка происходит быстрое испарение бумаги в заданных координатах без обугливания и продавливания краев образующихся отверстий. Типовой вариант выполнения микроперфораций на бумажной основе денежных знаков РФ приведен на рис. 1.10.

Совокупность микроотверстий может отображать набор цифр или символов и имеет относительно точную приводку к полю документа. Распределение отверстий, образующих каждый символ, является строго упорядоченным с регулярным шагом их повторе-

а)



б)



*Рис. 1.10. Микроперфорации на бумажной основе денежных знаков РФ:
а – изображение на просвет, б – изображение в отраженном свете*

ния. Контроль наличия микроперфораций выполняется визуально на просвет. Проверка качества их выполнения может производиться также тактильно – на отсутствие рельефных шероховатостей (например, от выдавливания иглой при кустарном прокалывании) в месте расположения данных защитных элементов. Углубленный контроль по этому критерию может выполняться также в косопадющем свете при большом увеличении как на лицевой, так и на оборотной стороне документа.

Фоновая люминесценция

Отдельно в качестве защитного признака следует выделить такое свойство бумаги защищенных документов, как низкий уровень ее фоновой люминесценции при воздействии УФ-излучения.

Физическая природа люминесценции состоит в излучательных переходах молекул люминофоров из возбужденного состояния в основное. Причиной первоначального их возбуждения являются такие факторы, как внешнее энергетическое излучение и др. При этом в молекулах люминофоров реализуются разрешенные квантованные переходы валентных электронов с более высокоэнергетических орбиталей на низшие – основные. Выделяющаяся энергия при этом уносится фотонами (квантами электромагнитного поля), имеющими энергию W .

Освобожденная в форме излучения энергия W характеризуется длиной волны λ [4]:

$$W = hc/\lambda,$$

где $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с – постоянная Планка, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света.

Это означает, что длина волны излучения обратно пропорциональна энергии, выделившейся при излучательном переходе. На основании этого (правило Стокса – Ломмеля) длина волны переизлучения возбужденного вещества (люминофора) всегда больше, чем длина волны единичных возбуждающих фотонов, так как некоторая часть энергии последних затрачивается на тепловое (в том числе колебательно-вращательное) движение молекул. Таким образом, спектр люминесценции сдвинут относительно спектра поглощения возбуждающего потока в сторону более длинных волн. Поэтому при воздействии на целлюлозу (основной компонент обычной бумаги) или хлопок невидимого УФ-излучения с длиной волны 365 нм формируется выраженное фоновое свечение в видимой области спектра со средней длиной волны около 450–470 нм, что соответствует голубым оттенкам цвета переизлучения.

Для многократного уменьшения светимости бумаги под воздействием УФ-лучей в ее состав вводят специальные наполнители, молекулы которых образуют химические и иные соединения с молекулами целлюлозы, что и приводит к образованию неизлучающих продуктов в составе специальной бумаги, т. е. реализуется тушение люминесценции ее исходного компонента – целлюлозы. Поэтому одним из самых распространенных видов проверок защищенных документов на подлинность является визуальный контроль уровня светимости бумажной основы при воздействии интенсивного УФ-излучения.

2. ЗАЩИТНЫЕ ПРИЗНАКИ, ЗАКЛЮЧАЮЩИЕСЯ В СПЕЦИФИЧНОСТИ КРАСИТЕЛЕЙ И СПОСОБОВ ПЕЧАТИ

Печатные краски являются основными полиграфическими материалами воспроизведения изображений на запечатываемой поверхности бумаги, которые обладают необходимыми для этого оптическими и технологическими свойствами. Краски, используемые для печати защищенных документов, состоят из пигментов, связующих жидкостей и наполнителей. Пигментами являются тонко измельченные цветные порошки, которые и определяют колориметрические характеристики красителя, связующими – жидкие вещества на основе различных растворителей, олиф, смол, лаков и других компонентов, благодаря которым краски приобретают основные печатно-технологические свойства:

- адгезивность,
- смачиваемость,
- растекание и т. д.

Наполнители (добавки) вводятся в состав красок для изменения (ускорения или замедления) времени их закрепления, для придания красителям особых свойств в ультрафиолетовом или инфракрасном диапазонах спектра, а также для придания краскам оптически переменных УФ-, ИК- или магнитных свойств.

Печатные краски должны отвечать следующим основным требованиям [1]:

- обладать комплексом оптических свойств, к которым относятся цветовые (колориметрические) характеристики, цветовая интенсивность, глянец, прозрачность и другие полезные качества;
- равномерно распределяться в красочном аппарате печатной машины и равномерно наноситься на печатную форму;
- хорошо переходить с формы на запечатываемую поверхность бумаги и создавать на ней четкое изображение с минимальными графическими искажениями;
- прочно и быстро закрепляться на оттиске без отмарывания, т. е. без перехода краски на другие листы в стопе готовой бумаги;
- обладать химической стойкостью к воздействию растворителей и механической – к изгибам основы и стиранию;
- обладать светостойкостью, т. е. способностью сохранять первоначальный цвет и интенсивность при длительном световом воздействии.

Кроме полиграфических красителей общего назначения для защиты документов широко используются **специальные краски и бесцветные пропитки**, обладающие особыми свойствами.

К ним относятся:

- люминесцентные (флюоресцирующие и фосфоресцирующие) краски, в том числе на основе антистоксового люминофора;
- краски, обладающие ферромагнитными свойствами;
- метамерные красители;
- краски с оптически переменными свойствами;
- краски, содержащие металлизированные вкрапления;
- средства нанесения надписей на документах (чернила и пропитки).

Обобщенные свойства люминофоров, применяемых в печати

Как уже описывалось ранее, существует достаточно широкая группа **люминесцирующих веществ**, которые при облучении высокоэнергетическим (жестким, например, в диапазоне УФ) излучением инициируют вторичное излучение, средняя длина волны которого расположена существенно правее первичного спектра возбуждения. Поэтому в состав красителей или бесцветных надпечаток часто вводят подобные люминофоры, которые при возбуждении излучением УФ-диапазона (длины волн типовых излучателей – 254, 333 и 365 нм) вызывают переизлучение в видимом диапазоне сине-голубых, желто-зеленых или оранжево-красных оттенков. Для справки (см. Прил. 1): весь диапазон электромагнитных волн спектра видимого света располагается от 400 (фиолетовые цвета излучения) до 700 нм (красная граница возможностей человеческого зрения). Цвет свечения люминофоров (фосфоров) определяется в основном их химической структурой и практически не зависит от вариаций длины волны возбуждающего излучения в пределах ближнего УФ-диапазона.

Флуоресцентными красками наносят такие элементы защиты, как фрагменты фоновых (подкладных) сеток, отдельные фрагментарные рисунки, розетки, символы, узоры, иногда серийные номера (рис. 2.1). Люминофоры также часто используются для пропитки защитных волокон и защитных нитей или их участков. Следует отметить, что частота вероятностных событий люминесцентного взаимодействия на несколько порядков меньше частоты бомбардировки соответствующей поверхности фотонами, поэтому и световой поток люминесцентного переизлучения многократно меньше мощности возбуждающего воздействия. Иначе это можно интерпретировать так: эффективность процессов флуоресценции для сложных многоатомных молекул люминофоров невелика в силу высокой ве-

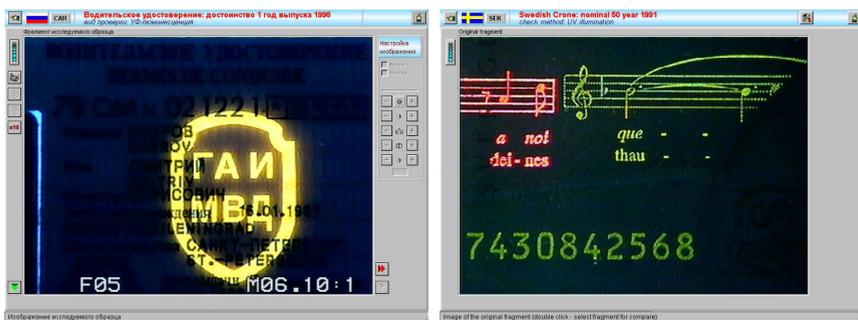


Рис. 2.1. Типовые примеры нанесения на бумагу защищенных документов цветных и бесцветных красителей, люминесцирующих при воздействии УФ-излучения

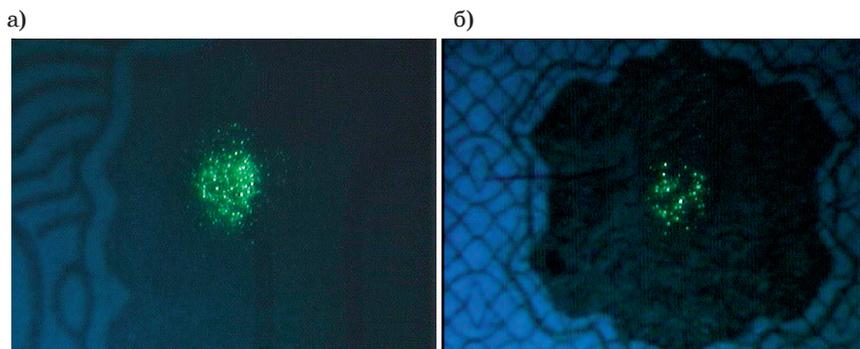
роятности безызлучательной релаксации, характерной для систем с большим числом степеней свободы. Поэтому для визуализации выраженной люминесценции необходимо создать возбуждающий поток УФ-излучения с мощностью, на порядки превышающей наблюдаемый люминесцентный отклик в видимой области спектра.

Фосфоресцентные составляющие (вещества с задержанной относительно времени возбуждения люминесценцией на интервал, превышающий единицы наносекунд) вводят в красители или бесцветные пропитки с целью скрытой дополнительной защиты. Данный защитный признак относится исключительно к машиночитаемым, так как определение его наличия и визуализация местоположения возможна только с помощью специального (в том числе телевизионного) оборудования, которое обеспечивает необходимую (как правило, более 10 мкс) задержку времени экспозиции относительно интервалов импульсного излучения возбуждения.

Отдельно следует рассмотреть применение для защиты документов и денежных знаков веществ, получивших условное название **антистоксовые (антистоксовские) люминофоры**. Данные вещества, открытые в России во второй половине прошлого века, обладают свойствами многофотонного взаимодействия молекул с сверхинтенсивным возбуждающим излучением. В этом случае из-за высокой концентрации потока падающих фотонов существует вероятность взаимодействия молекул антистоксовых люминофоров одновременно с двумя квантами возбуждающего излучения с приобретением молекулами соответственно удвоенной энергии фотонов. Освобожденная молекулой антистоксового люминофора энергия переизлучения при этом также приближается к удвоенной, следовательно,

перенос спектра переизлучения будет произведен не в сторону увеличения длин волн, а в более коротковолновый диапазон. На практике это означает, что при облучении антистоксовых люминофоров инфракрасным потоком с длиной волны, выбранной в поддиапазоне 950–980 нм (формируется соответствующим мощным монохроматическим лазерным ИК-диодом), переизлучение возникает в желто-зеленой части видимого спектра со средней длиной волны около 540 нм (см. Прил. 1). Мощность данного отклика на несколько порядков ниже мощности возбуждающего излучения и нисходит к нулю при недостаточных (пороговых) концентрациях фотонов из-за ничтожно малой вероятности многофотонных взаимодействий с молекулами люминофора. На рис. 2.2 приведены образцы визуализации антистоксовой люминесценции на защитных фрагментах денежных знаков и акцизных марок РФ. Фрагменты фигурных плашек люминесцируют желто-зеленым светом. Характерная картина АС-люминесценции представляет собой совокупность светящихся зёрен, отличающихся по размеру, плотности упаковки и интенсивности свечения.

Краски, обладающие ферромагнитными свойствами, также применяются в специальной полиграфии как дополнительные элементы защиты документов. Кроме собственно цветowych пигментов они содержат в своем составе мелкодисперсные порошки ферромагнетиков, к которым относятся карбонильное железо, ферриты и т. п. Как правило, красители заданного цветового оттенка содержат в своем составе ферромагнетики лишь фрагментарно (например, на



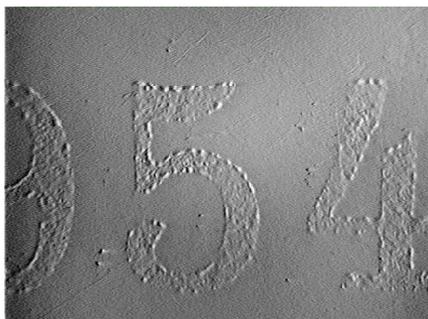
*Рис. 2.2. Типовые варианты визуализации АС-люминесценции:
а – на защитных фрагментах денежных знаков РФ;
б – на фрагментах акцизных марок РФ*

определенных участках металлографской печати), что может обеспечиваться дополнительным использованием средств трафаретной печати.

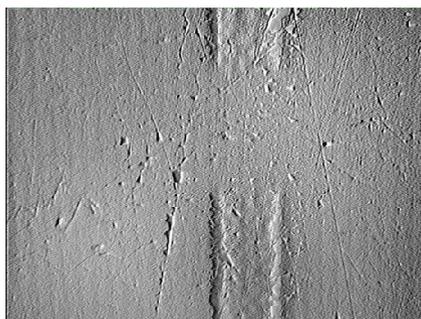
Приповерхностное расположение красителей с ферромагнетиками на бумажной основе позволяет выявить их наличие при сканировании (линейном перемещении прибора) с помощью магниточувствительных датчиков (на основе магнитных головок и других сенсоров). Однако эти простейшие приборы не в состоянии дать ответа на вопрос, содержатся ли ферромагнетики в составе красителей на данном участке изначально или нанесены широким мазком поверх красителя, что часто используется злоумышленниками для имитации данного вида защиты.

Более тонкая структура распределения ферромагнетиков в составе красителей (на уровне конгломератов магнитных доменов) может быть визуализирована с помощью телевизионных приборов, получивших условное название «магнитоскопы». Благодаря воспроизведению растрового изображения картины распределения ферромагнетиков на плоской поверхности исследуемых документов данные приборы позволяют строго визуализировать их локализацию с привязкой к контурам нанесения красителей и тем самым подтвердить эквивалентность данного вида печати подлинной. На рис. 2.3, а приведен пример визуализированных ферромагнетиков в составе краски серийного номера банкноты РФ, выполненного способом высокой печати, что подтверждается наблюдаемым выдавливанием краски к краям печати. На рис. 2.3, б – визуализация

а)



б)



*Рис. 2.3. Примеры визуализации ферромагнетиков в составе:
а – краски серийных номеров на банкнотах RUR;
б – защитной нити GBP*

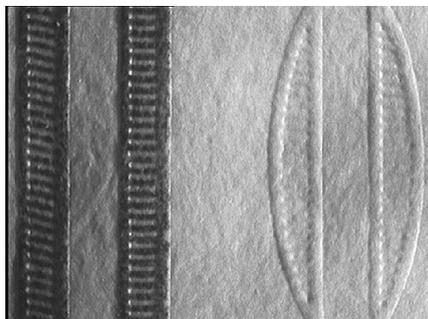


Рис. 2.4. Пример распределения ферромагнитной компоненты в составе краски на лицевой стороне банкноты 50 USD (1996 г.)

магнитной составляющей на защитной нити банкнот Великобритании в виде циклического кода. На рис. 2.4 приведена картина локализованного распределения ферромагнитной компоненты в составе краски, нанесенной металлографским способом, на лицевую сторону банкноты США.

Метамерными излучениями называются световые потоки с существенно отличающимися спектрами излучений, но зрительно воспринимаемые как совпадающие по цветовым оттенкам. По аналогии с данным определением **метамерными красителями** допустимо называть краски, имеющие различные характеристики спектрального отражения, но зрительно близкие по наблюдаемому цвету. Здесь речь идет о таких парах красителей, различие которых при обычном зрительном восприятии в отраженном видимом свете практически минимально. Максимальные же отличия подобных пар красок друг от друга проявляются в ближнем ИК-поддиапазоне (800–1000 нм), который глазом человека не воспринимается. Причем в середине этого поддиапазона один вид красок может полностью поглощать ИК-излучение, а второй – быть практически прозрачным для него с коэффициентом пропускания, близким к единице. Поэтому в первом случае такой краситель воспринимается телевизионными растровыми датчиками (ТВ-камерами) с указанным диапазоном спектральной чувствительности как темный (поглощающий ИК-излучение) объект, во втором – как прозрачный объект, через который в явном виде наблюдается структура и рельеф бумажной основы. В связи с этим контроль подлинности защищенного документа по данному критерию производится путем визуально-

а)



б)

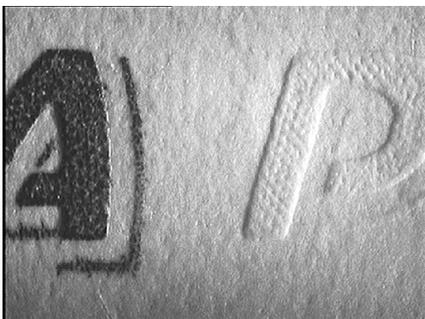


Рис. 2.5. Визуализация метамерности и рельефа оттисков красителей в косопадющем ИК-освещении: а – на странице паспорта РФ; б – на денежных знаках РФ

го сопоставления картины распределения поглощающих (темных) и обесцвеченных (светлых) фрагментов с эталонным их распределением на подлинном документе.

В наиболее полном (экспертном) варианте контроля с помощью последовательной смены узкополосных светофильтров становится возможным и тонкое исследование спектрального поглощения красителей в ИК-диапазоне от 700 до 1000 нм. Защитные признаки данного вида являются исключительно машиночитаемыми, т. е. требуют для их выявления специального спектрального оборудования. На рис. 2.5 приведен пример визуализации метамерности изображения и рельефа красителей при освещении источником с длиной волны 860 нм.

Краски с оптически переменными свойствами (OVI – Optically Variable Ink) проявляют себя как изменяющие цвет зрительного восприятия при изменении угла просмотра оттиска. Данные краски имеют металлический отблеск и могут выпускаться в широкой цветовой гамме. Их основное свойство изменения цвета обусловлено сложной внутренней структурой специальных включений. Из-за этого их наполнители имеют размеры, существенно превышающие размеры частиц обычных цветковых пигментов, поэтому эффект изменения цвета достигается только при увеличенной толщине красочного слоя. Это в свою очередь предполагает нанесение OVI только с помощью металлографской или трафаретной печати. Типовые варианты реализации перемены цвета красок: пурпурный – золотистый; темный – зеленый; желто-зеленый – оранжево-красный; зеленый – темно-синий и др. [1].

а)



б)



Рис. 2.6. Зрительное восприятие: а – краски OVI в изображении герба Ярославля на банкноте 1000 RUR модификации 2010 г.; б – сочетания краски OVI с решетчатой печатью на фрагменте банкноты 5000 RUR

Другой разновидностью красок OVI являются красители, изменяющие и цветовой оттенок, и положение полосы интенсивного отражения в пределах запечатанной области при изменении угла наклонного просмотра.

К данному виду защиты можно условно отнести и сочетание OVI при ее нанесении поверх участка с рельефным периодическим тиснением (одна из разновидностей решетчатой печати). Примером использования подобной защиты могут быть соответствующие фрагменты на лицевой стороне денежных знаков РФ: на участках визуализации радужной гаммы наклонных цветных полос при просмотре они смещаются с изменением угла наклона банкноты.

Существенным преимуществом данных видов защиты является простой визуальный способ контроля их наличия на поле документа (рис. 2.6).

Краски, содержащие металлизированные вкрапления (иначе – металлизированные краски) содержат в своем составе мелкодисперсные порошки металлов, что обуславливает повышенный уровень блеска (зеркального отражения) вкраплений. В отличие от красок с оптически переменными свойствами цвет подобных красителей при изменении угла просмотра в этом случае не меняется.

Типовым примером применения подобных красителей является нанесение краски с включением наполнителей серебристого цвета. Контроль присутствия данного вида защиты производится визуально (рис. 2.7). Как правило, данные красители ферромагнитными свойствами не обладают. Существуют и комплексные примене-

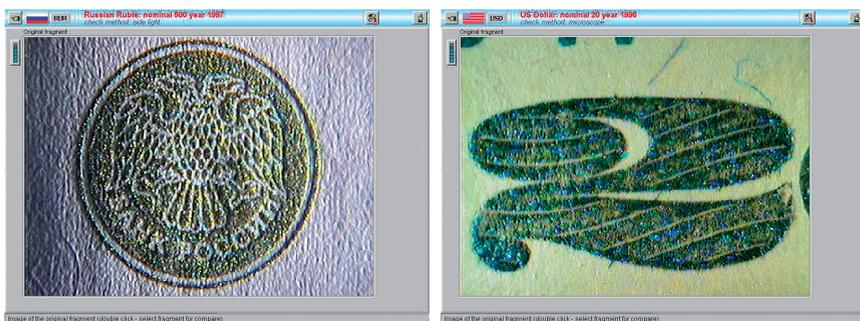


Рис. 2.7. Типовые примеры металлизированных красок на банкнотах РФ и США

ния данных видов красок с включением в их состав антистоксовых люминофоров. Кроме того, защитные свойства краски данного вида значительно усиливаются, если частично поверх нее произведена печать другого изображения металлографией, трафаретной или высокой печатью.

Средства нанесения надписей на таких документах, как удостоверения, векселя, долговые расписки, ценные бумаги и т. п., не являются чем-то исключительным, так как обычно для этого применяются чернила на спиртовой или иной основе. Однако в силу значимости и ценности часто возникает необходимость проверки данных документов на наличие в них дописок, исправлений или вытравлений надписей, сделанных чернилами. Наиболее достоверным методом для этого является использование технических средств контроля **ИК-люминесценции**. Следует отметить не совсем корректное (но уже устоявшееся) использование этого наименования. Если УФ-люминесценция вызывается возбуждением УФ-потокотом излучения с наблюдением результата в видимой области спектра, то в данном случае ИК-люминесценция возбуждается интенсивным сине-зеленым светом (450–540 нм), но наблюдается с помощью технических средств в ближней области ИК-диапазона (750–950 нм). При этом люминофорами выступают не пигменты и наполнители чернил, а молекулы собственно растворителя, пропитывающие волокна бумаги и безотрывно связанные с ее основой при высыхании.

В зависимости от химического состава растворителя (спирты, бензолы и т. п.) слабый отклик вторичного переизлучения будет присутствовать в виде узкополосного спектра в той или иной части указанного ИК-поддиапазона. Таким образом, задача выявления дописок на документах может быть сведена к наблюдению объ-

екта исследования при интенсивном его облучении сине-зеленым светом и при использовании отрезающих или узкополосных ИК-светофильтров с заданным шагом изменения длин волн среза, устанавливаемых перед телевизионным датчиком. При выборе такого светофильтра, длина волны среза которого приходится на участок, разделяющий ИК-спектры люминесценции основного текста и дописки, ее наличие будет доказано по существенной разнице интенсивности их свечения (см. Прил. 1). Максимальная разница в интенсивностях при данном виде сравнительного спектрального ана-

а)



б)

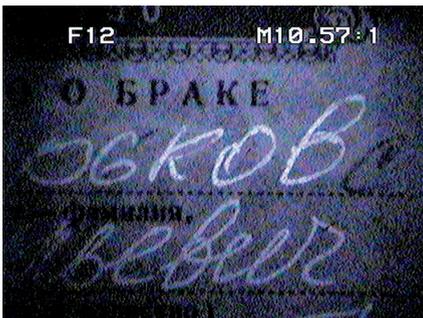


Рис. 2.8. Иллюстрация выявления дописок в документах: а – вид исследуемого документа; б – ИК-люминесценция чернил, где уровень светимости букв «ков» существенно превышает ее показатель для остальных букв фамилии и отчества, в то время как буква «с» (справа) дописана не люминесцирующими чернилами

а)



б)

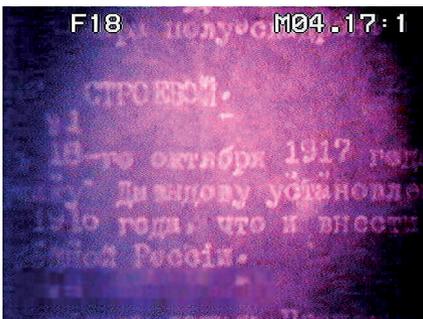
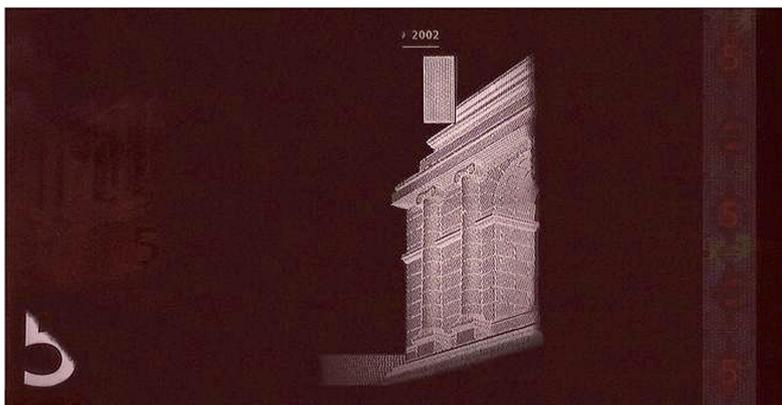


Рис. 2.9. Исследование «угасшего» документа: а – исходный вид документа; б – визуализация текста с помощью ИК-люминесценции

лиза будет зарегистрирована в том случае, когда одна из надписей выполнена чернилами на водном или ином растворе, которые свойствами ИК-люминесценции не обладают (рис. 2.8).

Аналогичные средства используются и для выявления следов воздействия растворителей при вытравлении надписей, а также для восстановления текстов «угасших» документов, т. е. тех надписей, пигмент которых полностью выцвел в результате многолетнего воздействия светового излучения, но молекулы бесцветного растворителя остались в составе волокон бумаги (рис. 2.9).

а)



б)



в)



Рис. 2.10. Типовые примеры ИК-люминесценции красителей денежных знаков и документов: а – на лицевой стороне банкноты 5 EUR; б и в – красителей и защитных волокон на различных листах паспорта гражданина РФ

Использование люминесцирующих красителей в составе полиграфических красок, которыми выполняются отдельные фрагменты основных изображений защищенных документов, может дополнительно повысить уровень их защиты. При этом выявление ИК-люминесценции этих фрагментов (как отдельного вида защиты) также производится с помощью спектральных просмотровых приборов при воздействии интенсивного сине-зеленого излучения (рис. 2.10).

3. ПРОЦЕСС ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА И СПОСОБЫ ПЕЧАТИ

Сам процесс полиграфического производства в обобщенном виде можно разделить на четыре этапа [1]:

1) фотографический, где реализуются варианты сканирования дизайнерских оригиналов для каждого из видов последующей печати, а также собственно изготовление фотоформ (штриховых или растровых негативов или диапозитивов) по количеству красок данных видов исполнения;

2) фотомеханический, т. е. процесс изготовления печатных форм – пластин или печатных валов из металла или фотополимерных материалов. Причем элементы печатной формы, покрываемые краской, называют печатными, а не покрываемые – пробельными. Несмотря на специфичность технологий изготовления форм для каждого из видов печати, общим фактором для них является перенос изображения с фотоформы методами фотолитографии или им подобными с последующим травлением поверхности печатной формы для придания ей заданных свойств или рельефа;

3) собственно процесс печати заключается в переносе красителей с печатных форм на бумагу в следующей последовательности:

- а) нанесение краски на печатную форму,
- б) подача бумаги к печатной форме,
- в) передача краски под заданным давлением с формы на бумагу (запечатывание),
- г) отвод готового оттиска и укладка листа в приемник.

При этом процесс собственно печати защищенных документов является многоэтапным. Он реализуется не только на лицевой и оборотной сторонах листа, но и выполняется как различными видами печати: высокая, глубокая, офсетная (см. ниже), так и разными по цвету красками с высокой точностью приводки изображения данного слоя красителя к реперным отметкам каждого документа;

4) завершающий этап – отделочные процессы: резка запечатанных листов на отдельные экземпляры документов, финишный контроль качества, пересчет количества, при необходимости учет серийных номеров и упаковка готовых изделий.

Основными полиграфическими способами печати являются [5]: высокая печать, глубокая печать и офсетная печать (здесь данная последовательность перечисления видов обусловлена историей их изобретения). Эти виды печати существенно различаются по взаимному расположению печатных и пробельных элементов на поверх-

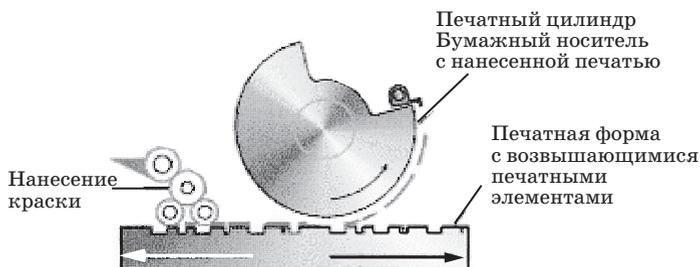


Рис. 3.1. Пример реализации технологического процесса высокой печати

ности печатной формы, а также способам переноса краски на бумагу. Остальные виды печати являются либо их разновидностями и комбинациями основных видов с другими, либо специфическими способами формирования красочных изображений.

Высокая печать

Высокая печать характеризуется тем, что печатающие элементы печатной формы возвышаются над пробельными. На возвышающиеся элементы формы (например, с помощью полуэластичного красочного валика) равномерным слоем наносится краска, которая затем в виде оттиска под заданным давлением переносится на бумагу (рис. 3.1).

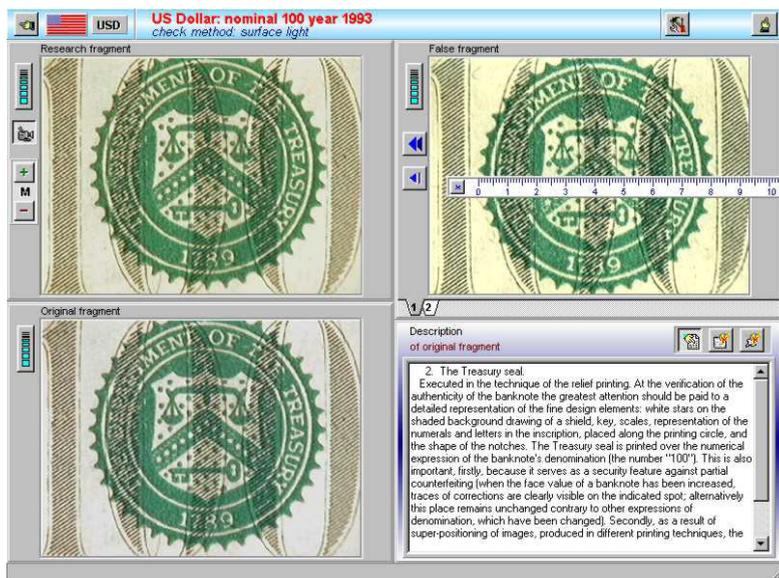
Основным признаком высокой печати являются следы выдавливания избытка краски от середины элемента оттиска к его периферийным краям. Поэтому каждый отдельно взятый элемент высокой печати как бы окаймлен буртиком из сгустков краски, который визуально отличается от центральной части запечатанного элемента по цветовой интенсивности (буртик выглядит темнее и насыщеннее из-за большей толщины красочного слоя).

Вторичным проявлением при исследовании высокой печати является также слабо выраженная остаточная локальная деформация бумажной подложки в местах нанесения красителя, обусловленная необходимым давлением печатной формы на бумагу при переносе краски. Данная деформация, называемая *натиском*, в целом повторяет конфигурацию печатающих элементов в виде соответствующего вдавленного рельефа бумаги, который выявляется при коспадающем освещении. Третьим характерным проявлением высокой печати могут быть отдельные непропечатки внутри запечатанных элементов, наличие которых становится не исключением, а правилом при увеличении вязкости красителя, а также рельефности бу-

маги (особенно при высокой печати поверх штрихового рельефного металлографического изображения).

Высокую печать для защиты документов чаще всего используют для нанесения одноцветных надписей (например, серийных номеров на ценных бумагах и денежных знаках) или однорядных по со-

а)



б)



в)

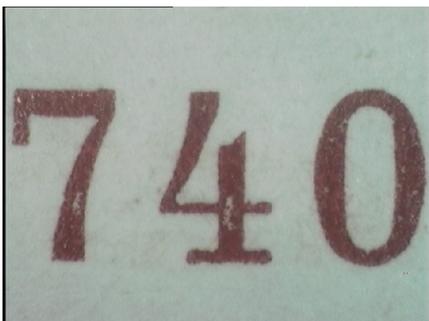


Рис. 3.2. Фрагменты, выполненные техникой высокой печати: а – печать казначейства на денежных знаках США; б – серийные номера банкнот Великобритании; в – серийные номера банкнот РФ с непропечатками

ставу краски элементов. Примеры исполнения фрагментов изображений высокой печатью на банкнотах приведены на рис. 3.2, где на цифрах номеров банкнот просматриваются характерные **непроечки**, свойственные печати данного вида.

Разновидностью высокой печати является *флексографическая печать*, отличающаяся применением эластичных резиновых или фотополимерных форм и анилиновых быстросохнущих красок. Фотополимеры способны селективно затвердевать под воздействием интенсивного света, что позволяет упростить и ускорить изготовление рельефных печатных форм с использованием жидких проявителей (растворителей полимеров).

Глубокая печать

Глубокая печать (*intaglio*), напротив, характеризуется тем, что печатающие элементы на печатной форме находятся ниже пробельных, т. е. углублены по сравнению с последними (рис. 3.3). Различная глубина печатающих элементов, заполненных краской, предполагает и различную толщину перенесенного на бумажную основу красочного слоя, а следовательно, и различную насыщенность (интенсивность) тех или иных участков воспроизводимого изображения [1].

При глубокой печати краска изначально наносится на всю поверхность печатной формы, а затем удаляется с вышерасположенных пробельных поверхностей ракелем (полуэластичной плотно прижимаемой к форме ножевой планкой), реже – стирающим валиком. Сам процесс глубокой печати по сравнению с другими ви-

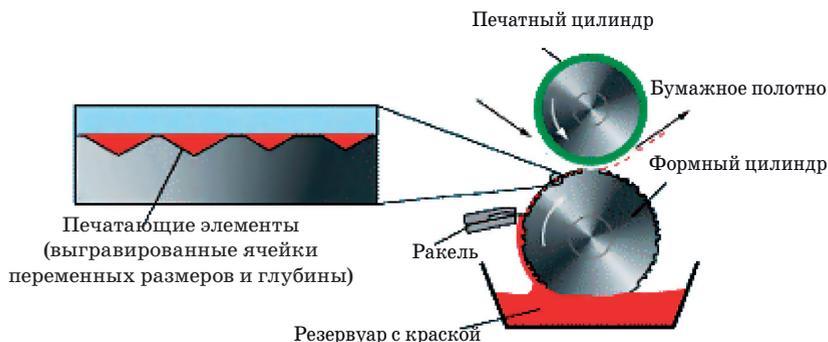


Рис. 3.3. Пример реализации технологического процесса глубокой печати

дами характерен большим давлением на печатную форму, при котором бумага вдавливается полуэластичным печатным цилиндром в углубленные элементы печатной формы с переходом на основу красочного слоя из углублений формы.

Печатная форма в данном процессе может быть как плоской (разновидность глубокой металлографской печати), так и цилиндрической. В последнем случае способ нанесения краски на бумажную основу называется глубокой ракельной *ротационной печатью*, который, в силу непрерывного процесса подачи краски на цилиндрическую печатную форму и ее переноса на бумажную основу, обладает высокоскоростными свойствами.

В силу того, что печатная форма в данном случае представляет собой стальной цилиндр (пластину) [5], покрытый слоем меди с вытравленными на глубину до 25–30 мкм или выгравированными на большую глубину печатными элементами, данный способ также часто называют *металлографской печатью (металлографией)*, т. е. печатью с гравюры. Металлографской печатью на защищенных документах выполняются, как правило, основные изображения, надписи, в том числе микротесты с высотой символов менее 0,25 мм.

Отличительными признаками данного вида печати являются:

- расчлененность общего изображения на малые фрагменты (в том числе гильоширные и штриховые элементы);
- существенная высота выпуклого рельефа запечатанных фрагментов;
- характерные выдавливания краски игольчатой формы за границы оттиска.

При этом расчленение (фрагментное растривание) изображения на малоразмерные элементы в данном виде печати необходимо для устойчивого (без скатывания) удержания краски в углублениях печатной формы и для обеспечения выравнивания линии съема краски с формы лезвием ракеля. Оно в этом случае не подвержено провисанию, так как получает опору на множественные, периодически выступающие до исходного уровня пробельные элементы формы, расположенные в виде перемычек между печатными углубленными элементами. Универсальность применения металлографского способа печати заключается в широком диапазоне передачи красочных тонов (градаций интенсивности), который обеспечивается не только за счет вариаций ширины и частоты следования штриховых элементов, но и за счет толщины нанесения красочного слоя, обусловленной глубиной гравировки. Оттиски с металлографских форм, выполненных в соответствии с правилами этих вариаций,

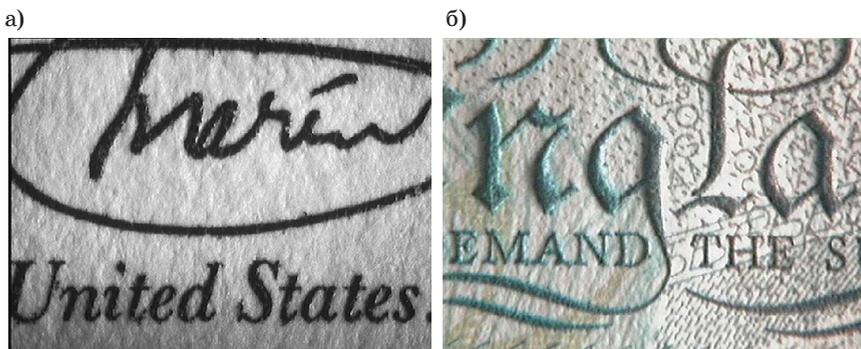


Рис. 3.4. Вид глубокой печати в косопадающем свете на банкнотах:
а – США; б – Великобритании

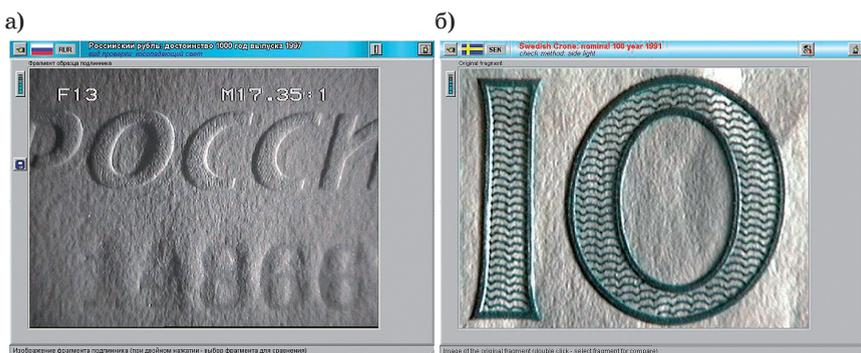


Рис. 3.5. Рельефы оттисков металлографской печати:
а – в косопадающем ИК-освещении (вверху) и высокой печати (внизу);
б – в видимом освещении

имеют существенно больше градаций интенсивности (полутонов от самого темного до самого светлого оттенка в одном оттиске).

Существенная высота выпуклого рельефа фрагментов металлографской печати обусловлена большим давлением на печатную форму (около 1000 кг на 1 см²), что приводит к значительной остаточной деформации бумажной основы с точным повторением оттисков, строго соответствующих рельефу углублений печатной формы. При исследовании оттисков с помощью телевизионных приборов в косопадающем ИК-излучении (рис. 3.4–3.5) это позволяет отличать подлинную металлографскую печать от попыток имитации рельефа примитивным выдавливанием бумаги по месту ранее нанесенного красителя. Следует отметить, что тактильно определить отклоне-



Рис. 3.6. Типичные формы выдавливания краски в виде иголок и усиков за края оттисков при металлографской печати

ния формы и контура рельефа тиснения от формы и контуров красочного слоя весьма затруднительно.

Характерные выдавливания краски за границы металлографского оттиска (рис. 3.6) также связаны с высоким давлением, прилагаемым к печатной форме, при которых часть красителя выдавливается из углублений по капиллярным каналам, существующим между волокнами, образующими саму бумажную основу. Эти выдавливания имеют относительно хаотичный характер, связанный с изначальной неопределенностью взаимного расположения волокон в бумажной массе при литье и прессовании бумажного полотна. Однако их типичная форма в виде иголок, изогнутых усиков и т. п. при соответствующем увеличении изображения фрагментов позволяет уверенно отличить подлинную металлографскую печать от ее имитации иными способами, в том числе с использованием вторичного тиснения.

Офсетная печать

Офсетная печать была изобретена позже описанных выше способов, но за короткое время вышла на первое место по качеству передаваемого изображения (в том числе по разрешающей способности), меньшей трудоемкости изготовления печатных форм, а также по скорости печати и устойчивости к многократному тиражированию [1].

Существенным отличием разновидностей данного вида печати от ранее перечисленных является двухэтапный процесс переноса красочного слоя, который с формного цилиндра (или плоской формы) сначала переносится на офсетный эластичный цилиндр, а с него на бумажное полотно (рис. 3.7). При этом печатающие и пробель-

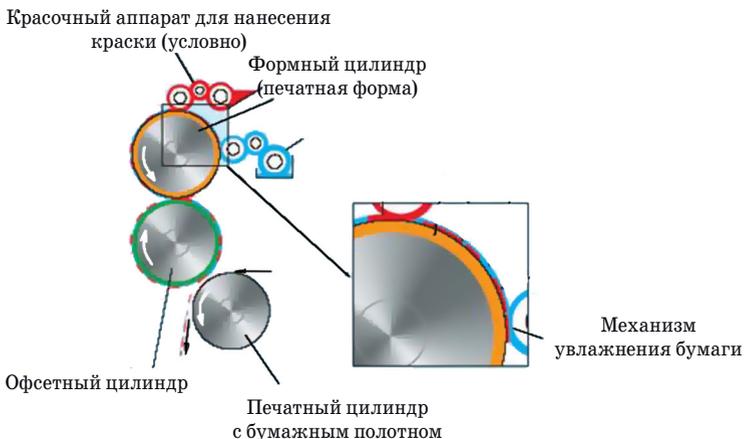


Рис. 3.7. Пример реализации технологического процесса плоской печати

ные элементы на печатной форме лежат на одном уровне, из-за чего данный вид и получил название плоской печати. Из-за соприкосновения формного цилиндра не с жесткой (абразивной) бумагой, а с эластичной промежуточной формой происходит уменьшение износа дорогостоящей печатной формы, т. е. обеспечивается ее долговечность. Для данного вида печати используют краски повышенной интенсивности цветовых тонов, так как при двукратной передаче красителя (с формы на промежуточный вал, а с него на бумагу) происходит существенное уменьшение толщины красочного слоя отиска. Существует две разновидности офсетной печати: *плоская и типоофсетная*.

В плоской печати печатные и пробельные элементы на форме имеют различные физико-химические свойства по отношению к растворам: первые – олеофильны, вторые – гидрофильны. В этом варианте процесс печатания выполняется на основе первоначального смачивания пробельных элементов печатной формы специальными (в том числе водными) растворами, а затем печатных – соответствующими красками, которые прилипают только к участкам с олеофильными свойствами. Благодаря такой печати в отисках отсутствует натиск, а краска на бумаге распределяется равномерно, т. е. без сгустков и выдавливания по краям, что дополнительно обеспечивает увеличение разрешающей способности печати при воспроизведении тонких линий и штрихов.

В типоофсетной печати используется следующая комбинация методов: красочный слой первоначально наносится на форму вы-

сокой печати, с нее – на промежуточный эластичный цилиндр (полотно) и лишь затем на бумагу. В данном варианте воспроизведения изображений с целью уменьшения натиска и растекания краски часто используется растрирование. *Растрирование полутонового изображения* – это его воспроизведение в виде набора систематически расположенных точек разных размеров и цветовых оттенков (регулярный растр с использованием красок четырех основных цветов: голубого, желтого, пурпурного и черного). Частота упорядоченных рядов (линий) данных точек называется линиатурой растра и измеряется в LPI (Lines per Inch – количество линий на дюйм). Для высококачественного воспроизведения изображений выбирается линиатура с разрешением не менее 133 LPI [1]. Сам процесс разделения изображения на совокупность растрированных точек каждого из основных цветов, наносимых на бумажное полотно отдельными печатными формами с высокой точностью взаимной приводки, называется *цветоделением*. При этом печатные элементы каждой из форм системно разносятся друг от друга на определенные расстояния, образуя узлы растра, в которых присутствуют точки всех основных цветов. В зависимости от сочетания размеров каждой из цветочных точек узла, его цветовой оттенок и интенсивность в данном месте изображения также будет различным, что и обеспечивает данному виду печати воспроизведение задуманного фрагмента (рисунка), который при наблюдении с привычного при чтении расстояния зрительно выглядит целостным.

Существует большое количество способов создания растрированных изображений с использованием регулярных и нерегулярных растров. Формы каждого из их печатных элементов также могут быть круглыми, эллипсовидными, квадратными, крестообразными и пр. Применение растрирования может обеспечить авторскому замыслу соответствующую выразительность рисунка. Однако основные различия вариантов построения растрированных изображений будут проявляться лишь при таком увеличении исследуемых изображений, когда появляется возможность рассмотрения мелких элементов структуры растра.

Таким образом, выше рассматривались основные (классические) способы нанесения красителей на бумажную основу. Наряду с этим следует отметить и использование комбинированных способов печати (металлографская с нанесением магнитных красителей через трафарет, т. е. с помощью разновидности **трафаретной печати** – шелкографии), а также некоторые специфические виды печати (ор-

ловская, ирисовая и т. п.), применяемые в практике изготовления защищенных документов.

Орловская печать

Главной особенностью данного вида печати [5], изобретенного в России, являются *резкие переходы цвета* фрагментов, запечатанных разными красками, при очень точном совмещении (приводке) элементов изображения без разрывов и смещений на границах наложения красок.

Данная печать предусматривает нанесение нескольких красок за один печатный цикл и основана на применении специального оборудования, которое включает в себя промежуточные формы – отдельные шаблоны с рисунками для каждого цвета краски и сборный эластичный вал, на который переносится весь многокрасочный рисунок с этих шаблонов.

Дальнейшие технологические операции переноса красителей на бумагу определяются видом собственно печати. Строгое позиционирование в данном оборудовании промежуточных форм и сборного вала обеспечивает высокую точность приводки разнокрасочных изображений в едином цикле печатного процесса. Орловский эффект используется, как правило, в типоофсетной или металлографской печати для реализации многоцветных фоновых сеток или основных изображений. Примеры орнаментальных узоров и фоновых сеток с использованием орловской печати приведены на рис. 3.8.

а)



б)



Рис. 3.8. Примеры орнаментальных узоров и фоновых сеток:
а – на денежных знаках; б – на документах РФ, выполненных
с использованием орловской печати

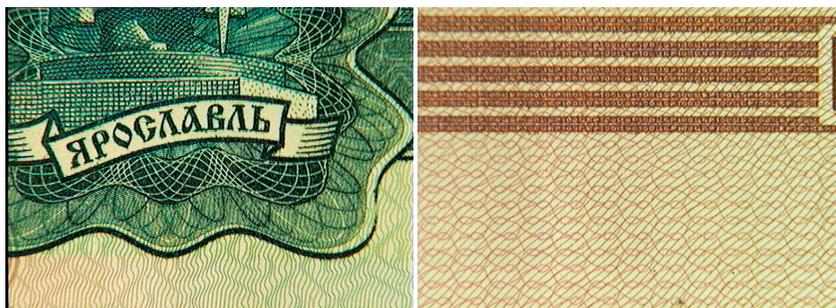


Рис. 3.9. Плавное изменение оттенка цвета на участках фоновых сеток с рисовыми раскатами вдоль верхнего и нижнего краев банкнот РФ

Попытки воспроизведения данного эффекта путем последовательной печати с нескольких печатных форм приводят к смещениям и разрывам разноокрашенных фрагментов, что наблюдается визуально при соответствующем увеличении.

Визуальным антиподом орловской печати является **рисовая печать** с эффектом **рисовых раскатов**. Этот прием печати также направлен на усиление защиты документов от репрографии и повышение выразительности их художественного оформления. На оттисках (как правило, на фоновых сетках и мелких штриховых рисунках) при этом наблюдаются *плавные переходы* линий одного цвета краски в другой на протяжении десятков миллиметров без видимых границ перехода, смещений и наложений, при этом печать выполняется с одной печатной формы.

Прием воспроизведения рисовых раскатов реализуется, как правило, по отношению к способам высокой, офсетной и типоофсетной печати. Особо надежной формой защиты документов является также одновременное выполнение приемов орловской и рисовой печати.

Контроль подлинности этого вида защитных признаков осуществляется визуально на соответствие плавности перехода и цветовых оттенков участков фоновой сетки, а также при большом увеличении на отсутствие смещений и наложений ее линий (рис. 3.9).

4. ЗАЩИТНЫЕ ПРИЗНАКИ, РЕАЛИЗУЕМЫЕ В ДИЗАЙНЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЗАЩИЩЕННЫХ ДОКУМЕНТОВ, И ЛАТЕНТНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ЛОВУШКИ

Основной задачей создателей дизайна защищенных документов является не только воспроизведение общего замысла (смыслового, художественного, исторического и др.), но и обеспечение их надежной защиты от несанкционированной репрографии. Кроме использования специальной бумаги и комбинаций перечисленных выше способов печати и красителей это обеспечивается также реализацией особо сложных для выполнения изображений и специальных графических элементов, существенно усложняющих их копирование и воспроизведение с применением кустарных средств.

Краткий перечень подобных элементов включает в себя:

- портреты и гравюры сложных сооружений;
- совмещающиеся изображения;
- гильоширные и подобные элементы;
- фоновые сетки;
- текстовые реквизиты;
- графические ловушки и другие средства защиты от сканирования;
- скрытые изображения, символы и т. п.

Оттиски с металлографских форм (гравюр), выполненных настоящими мастерами дизайна, имеют оригинальное, единственное в своем роде изображение, при попытках несанкционированного воспроизведения которого неизбежно возникают отличия в штриховых элементах по параметрам интенсивности, которая зависит от глубины гравировки, а также различий в их форме и линейных размерах.

Особенно ярко эти отличия проявляются при попытках воспроизведения **портретов** – малейшее отклонение в ширине или глубине штрихов формы может существенно изменить выражение лица изображенного человека (рис. 4.1). Эта разница без особых затруднений улавливается профессиональными контролерами, поэтому реализация художественных портретных изображений на защищенных документах издавна считается эффективным средством их защиты от копирования.

Совмещающиеся изображения – это фрагменты дополняющих друг друга незавершенных рисунков одного объекта, расположенные на двух сторонах бумажного листа документа с высокой точностью взаимной приводки, обеспечиваемой технологическими па-

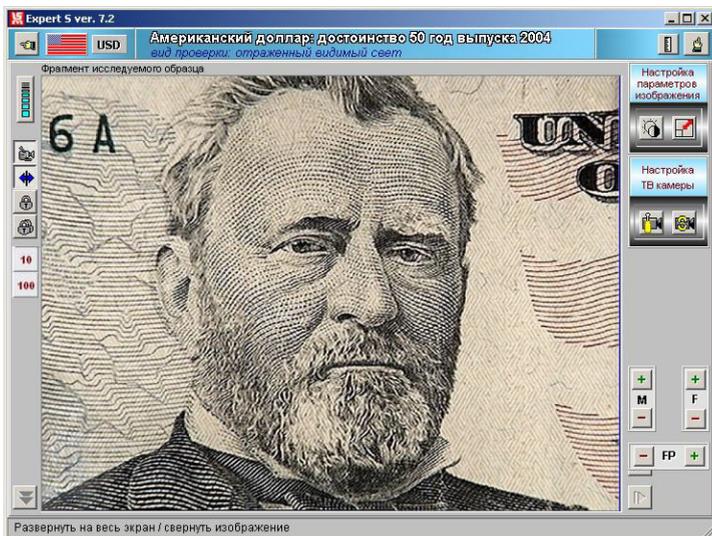


Рис. 4.1. Металлография: портрет Улисса Симпсона Гранта на банкноте 50 USD

раметрами специального печатного оборудования. Печать данных изображений для достижения цели их совмещения происходит за один технологический цикл (проход листа). При исследовании данного вида защиты на просвет фрагменты изображений, расположенные на лицевой и оборотной сторонах, с высокой точностью совпадают на разделительных границах, образуя цельный рисунок, в котором отсутствуют разрывы, смещения и наложения [6]. Типовые примеры совмещающихся изображений на банкнотах ФРГ и Евросоюза приведены на рис. 4.2. Здесь элементы одного цвета на

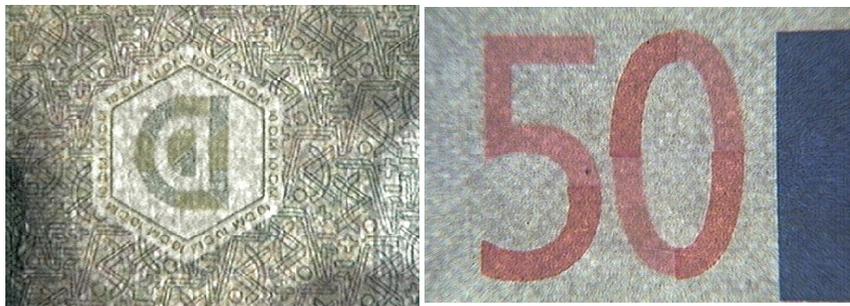


Рис. 4.2. Типовые примеры совмещающихся изображений

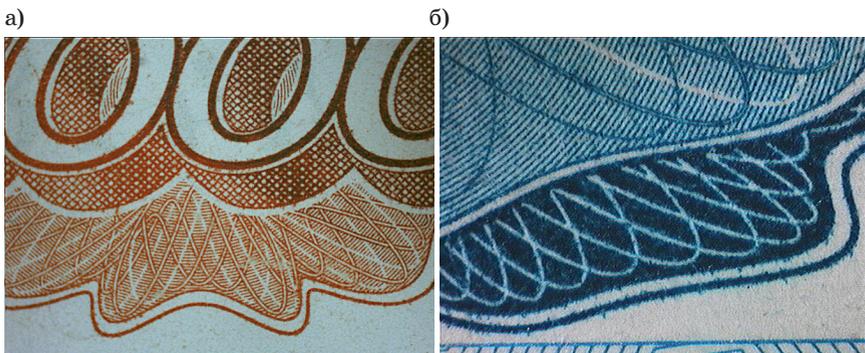


Рис. 4.3. Элементы гильюша на банкнотах РФ: а – позитивные (5000 RUR); б – позитивные и негативные (1000 RUR)

лицевой стороне дополняются элементами другого на оборотной без разрывов и смещений.

Особый позитивный эффект данный вид защиты обеспечивает при использовании в качестве совмещающихся изображений сложных орнаментальных узоров и многоцветных полос. Совмещающиеся изображения, как правило, наносят с помощью одного из вариантов офсетной печати. Цвета красок на разных сторонах документа могут различаться или полностью совпадать.

Гильюширные элементы (узоры, розетки, рамки, сетки, ассюре – многократно повторяющиеся прямые или волнистые непересекающиеся линии, корро – пересекающиеся под углом плотно упакованные линии ассюре, виньетки и другие элементы декора) основаны на графических построениях из повторяющихся линий, форма которых определяется математическими закономерностями. Элементы гильюша могут выполняться в виде позитивных или негативных изображений сложных узоров, а также в виде их комбинаций (рис. 4.3). Особую проблему для несанкционированной репродукции создают негативные (пересечение светлых линий на темном фоне) гильюширные узоры, так как в местах пересечения линий при этом часто образуются заметные светлые узлы и скругления углов ромбовидных элементов гильюша, которые выявляются при визуальном контроле под большим увеличением (с помощью оптической или телевизионной лупы). Гильюширные элементы выполняются, как правило, с помощью металлографии.

Фоновые сетки являются распространенным средством декора, служащим для повышения художественной выразительности ос-

а)



б)

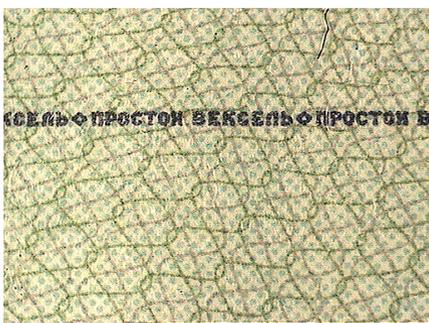


Рис. 4.4. Примеры фоновых сеток: а – сетка с использованием линий ассюре и корро в варианте орловской печати; б – раппортная сетка из двуцветных линий корро

новых изображений. Для защиты документов применяются фоновые сетки с различным дизайном:

- простые, образованные непрерывными линиями ассюре;
- раппортные – с повторяющимся рисунком;
- нераппортные – с изменяющимся рисунком, а также комбинированные с использованием виньеток, орнаментов, розеток и других элементов.

Сетки наносятся обычно разными красками с нескольких печатных форм (кроме сеток с использованием орловской печати), а также с применением ирисовых раскатов. На рис. 4.4 приведены примеры фоновых сеток, нанесенных на банкноты и бланки векселя.

В качестве элементов защиты также широко используется применение **микротекстов**, т. е. микропечать *текстовых* или *цифровых реквизитов* с помощью оригинальных рисованных шрифтов с высотой знаков не более 0,3 мм. Это существенно усложняет репрографию данного вида защиты, так как чем мельче текст, тем сложнее его качественно воспроизвести полиграфическими или иными средствами.

Сочетание множественных строк повторяющихся надписей, выполненных способами офсетной или глубокой печати, художественно объединенных в полосы или поля воспроизведения (рис. 4.5), также призвано существенно усложнить задачи злоумышленников. При этом разработчиками оригинального дизайна могут быть использованы и варианты выполнения микротекстов как в позитивном изображении (прямом, контурном), так и в негативном (выворотном) – светлом на темном фоне строки. Исполнение микротек-

а)



б)



Рис. 4.5. Типовые примеры: а – выполнение негативного микротекста металлографией; б – выполнение микротекста офсетной печатью

стов возможно также в виде перехода прямого в выворотное изображение символов; с использованием плавного перехода цвета надписи (ирисовый раскат), а также с использованием в одной строке знаков с отличающимися размерами, шрифтом или наклоном.

Однострочный микротекст часто используют в качестве линий, подчеркивающих основную текстовую надпись, или в качестве рамки, обрамляющей портрет или рисунок. Микротексты наносят металлографской или офсетной печатью. Контроль качества воспроизведения данных защитных элементов на документах выполняют визуально при достаточно большом увеличении. При проверке следует обращать внимание не только на читаемость надписи, выполненной микротекстом, но и контролировать качество оттисков сравнением с заведомо подлинными образцами.

Графические ловушки и другие средства защиты от сканирования призваны обеспечивать дополнительные свойства защиты документов от репрографии с помощью копировальной техники или цветных принтеров с предварительным сканированием и графическим редактированием изображений. Применение данных методов основано на следующих приемах:

- на сложности воспроизведения плотно упакованных параллельных линий различного наклона (т. е. вариаций частоты повторения) с помощью множительной техники с ограниченной разрешающей способностью;

- на преднамеренном использовании асимметрии или незавершенности различных элементов рисунка или текстовых реквизитов в надежде на то, что злоумышленник при создании графической ко-

а)



б)



Рис. 4.6. Фрагменты изображений с графическими ловушками на денежных знаках: а – RUR; б - GBP

пии не обратит внимания на эти намеренные, но малозаметные отклонения.

В первом случае (рис. 4.6) при попытках воспроизведения копий на участках расположения частых параллельных линий, concentрических окружностей или многоугольников образуется муар, вызванный пространственными биениями частоты повторения этих линий и частоты следования отсчетов сканирующего или печатающего устройств. Муар выражается в появлении на копии заметной неравномерности контраста поля данных линий относительно однородного по интенсивности запечатанного поля оригинала, т. е. возникновения повторяющихся полос биений, следующих с периодом, соответствующим разности указанных пространственных частот. Эта неравномерность при внимательном рассмотрении может быть уверенно выявлена невооруженным глазом или обнаружена при использовании увеличительных приборов.

Во втором случае создателями дизайна могут использоваться различные уловки: малозаметные разрывы в окантовках графических орнаментов; намеренное нарушение локальной симметрии при воспроизведении одного из нескольких повторяющихся элементов орнамента; применение в текстовых реквизитах одиночных знаков, отличающихся от остальных по размеру, шрифту или наклону и т. п. На рис. 4.7 приведен пример скрытой ловушки «на внимательность», используемой при производстве банкноты номиналом 50 USD.

Кроме того, изготовитель может вводить в орнаменты и другие сложные рисунки, фрагменты из повторяющихся штрихов с за-

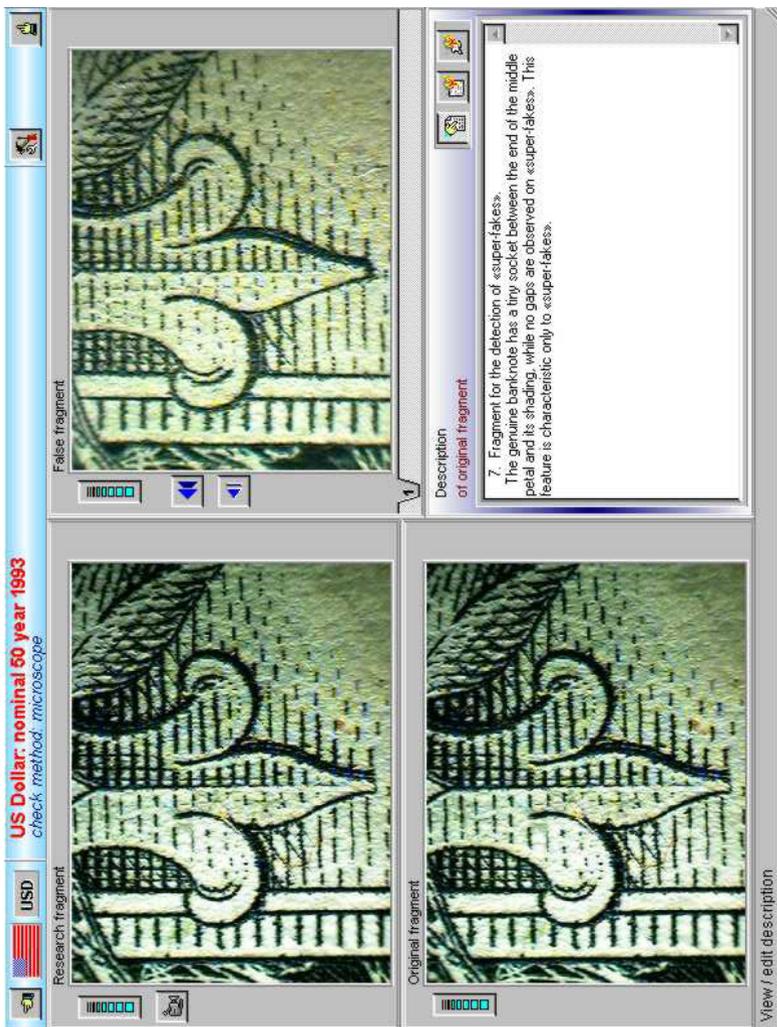


Рис. 4.7. Скрытая ловушка: окаймление нижнего края среднего лепестка на подлиннике (см. фрагменты слева и внизу) резко обрывается, т. е. намеренно пропущено, на подделке (справа) – присутствует

данной толщиной и периодом. Одновременно для идентификации данной структуры легальному пользователю передается специальная оснастка в виде прозрачной пластины – трафарета с набором цилиндрических линз, расположенных с тем же периодом следования. При наложении пластины на указанный фрагмент так, чтобы оси линз и направления штрихов совпадали, и параллельном перемещении пластины пользователь будет наблюдать частую последовательную смену цвета всей пластины с темного на светлый. При несовпадении периода следования штрихов с периодом размещения цилиндрических линз на трафарете данный эффект наблюдаться не будет.

Естественно, что изготовитель защищенной продукции предоставляет информацию о заложенных в оригинал скрытых ловушках ограниченному кругу экспертов. Исследование подлинности по данному виду защитных признаков выполняется при большом увеличении визуальным сравнением с оригинальными элементами на заведомо заданных участках изображений или микротекстов, а также при использовании специальной оснастки (трафаретов).

Скрытые (латентные) изображения и символы получили свое смысловое (достаточно условное) название в силу того, что их визуальное рассмотрение возможно либо при большом оптическом увеличении, либо при использовании источников косопадающего освещения или других технических приемов просмотра. Они вводятся в дизайн защищенных документов в качестве основных элементов защиты.

К этим элементам защиты документов можно отнести [5]:

- микроизображения;
- Кипп-эффект;
- РЕАК-эффект;
- конгревная печать;
- ретрорефлективная защита (технологии ЗМ) и пр.

Микроизображения, включаемые в поля фоновых сеток и составляющие с ними единое (целостное) запечатанное поле, представляют собой рисунки животных, геометрических фигур, стилизованных символов и пр. с размерами менее 1 мм (рис. 4.8). Эти фигурки с заданной формой, расположением и толщиной контурных линий вместе с линиями фоновой сетки обычно образуют многотонный макрорисунок сетки, в котором микроизображения являются элементами условного растра. Микроизображения наносятся на бумагу обычно с помощью офсетной печати или металлогравии и визуализируются при большом увеличении.



Рис. 4.8. Микроизображения в виде фигурок животных и т. п. на фоновой сетке банкноты 5000 RUR

Кипп-эффект реализуется металлографской печатью с усиленным рельефом благодаря нанесению контрастной штриховой структуры, в которой присутствуют участки с взаимно перпендикулярными направлениями часто следующих штрихов (рис. 4.9). Краситель, нанесенный на гребни штриховой структуры, изменяет интенсивность его зрительного восприятия в зависимости от направления просмотра этой структуры под острыми (косыми) углами. Если направление просмотра на конкретном участке совпадает с направлением штрихов, то зрительное восприятие усредняет интенсивность темного красителя на гребнях рельефа и светлой (незапечатанной) бумаги в глубине канавок рельефной структуры. Если направление просмотра под косым углом направлено перпендикулярно расположению штрихов, то зрительно наблюдаются только гребни и, частично, прилегающие склоны рельефа, имеющие практически темный цвет. Таким образом, при просмотре описанной структуры с разных направлений участки с разнонаправленной штриховкой воспринимаются в первом случае – более светлыми, во втором – более темными.

Чаще всего данные элементы защиты реализуются на гильоширных полосах и узорах, причем основная часть штрихов составляет фон, а участки с перпендикулярной штриховкой образуют внутри него изображения цифр, символов или других фрагментарных рисунков. Эффективность применения кипп-эффекта заключается в невозможности воспроизведения подобного эффекта другими способами печати, а также в простоте непосредственного визуального контроля наличия данного защитного признака.

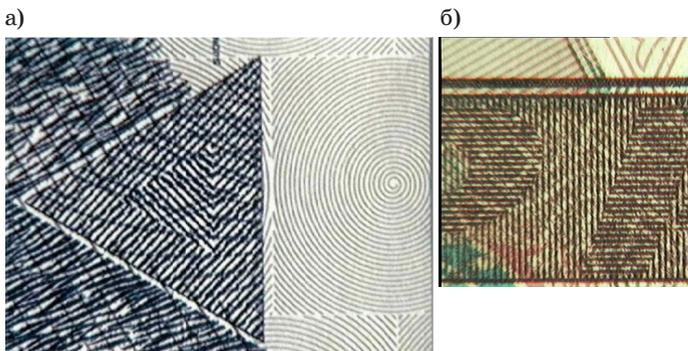


Рис. 4.9. Примеры фрагментов изображений на банкнотах с применением киип-эффекта: а – на шведских кронах (вписанные треугольники с перпендикулярной штриховкой); б – на российских рублях (буквы РР на гильоширной полосе)

РЕАК-эффект (Printing and Embossed Anticopy Key) является близким по реализации к киип-эффекту элементом защиты. Основное их отличие заключается в том, что киип-эффект реализуется с помощью одного вида печати – металлографии, а РЕАК-эффект – при помощи двух: офсетной печати подкладной сетки и последующего бескрасочного рельефного тиснения бумажного носителя на ее поле с помощью штрихового штампа (рис. 4.10). При этом бескра-

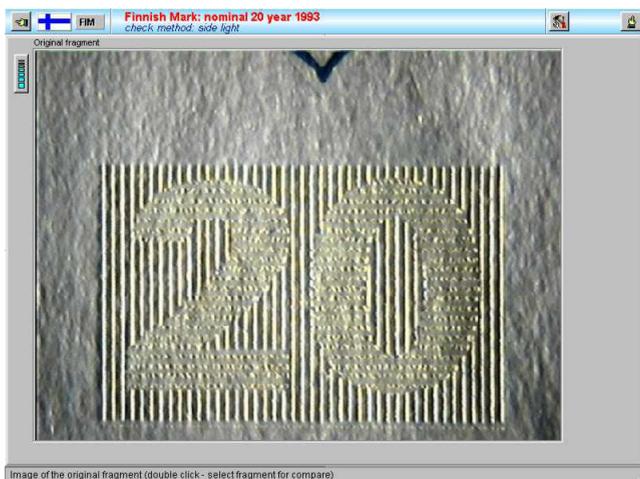


Рис. 4.10. Участок с РЕАК-эффектом на банкноте 20 марок Финляндии

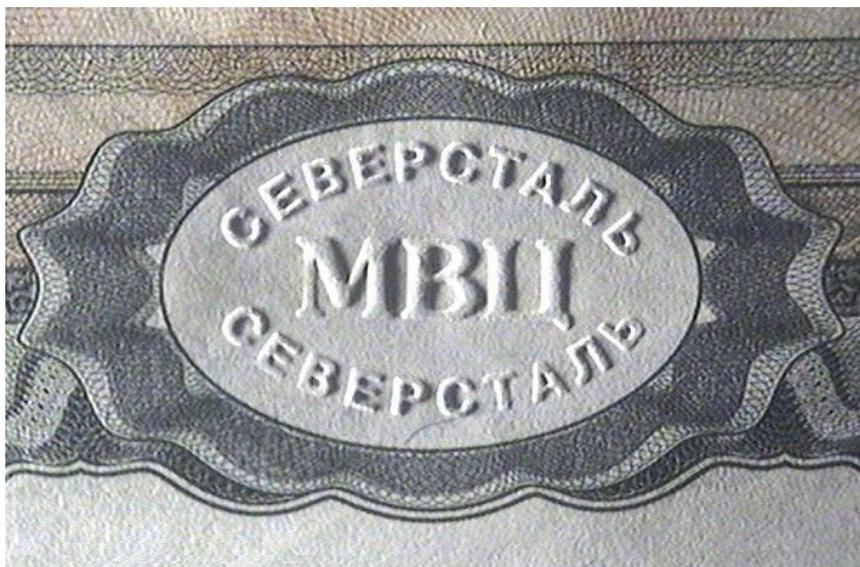


Рис. 4.11. Бескрасочное глубокое тиснение на ценной бумаге в косопадющем свете

сочное тиснение в виде частой структуры параллельных штрихов в пределах подкладной сетки реализуется обычно как фон, а стилизованные рисунки или символы тиснения не имеют. За счет существенных отличий в отражении света рифлеными и нерифлеными участками на поле данного защитного элемента под острыми углами зрения наблюдаются заложенные в сюжет изображения символы. При этом условия для зрительного наблюдения РЕАК-эффекта (обеспечение необходимых углов освещения и просмотра) выполняются значительно проще, чем в предыдущем случае.

Конгревная печать (конгрев) представляет собой рельефное изображение надписей, элементов декора и других символов, реализуемое бескрасочным тиснением бумажной основы. При воздействии фигурного штампа под большим давлением на бумаге образуется остаточное выпуклое тиснение, наблюдаемое при косопадющем освещении невооруженным глазом (рис. 4.11).

Элементы **ретрорефлективной защиты**, выполненные по технологии ЗМ [8], предусматривают нанесение на бумажный или пластиковый носитель полупрозрачных световозвращающих покрытий с использованием микроуголковых отражателей или микролинз. Для наблюдения символов, выполненных на защищенных

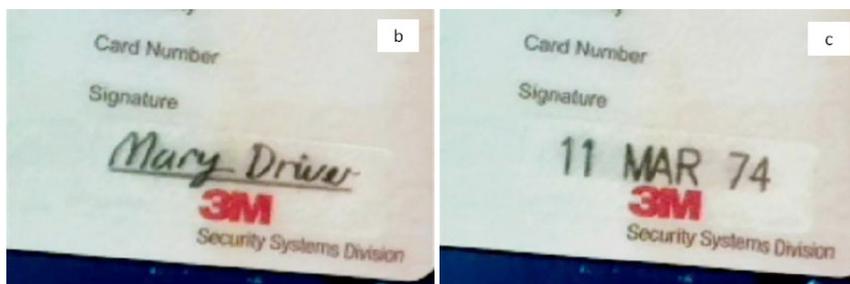


Рис. 4.12. Элементы защиты, выполненные по технологии 3М с использованием микролинз при разных углах просмотра

документах по технологии с использованием уголкового отражателя, необходимо специальное оборудование, обеспечивающее коаксиальное освещение исследуемого участка и соосный с ним возврат отраженного светового потока к глазу наблюдателя. Таким образом, для визуализации данных покрытий следует выполнить условие, при котором коаксиальный свет как бы исходит из глаза наблюдателя. На практике это условие обеспечивается эффективно и просто – установкой на пути коаксиального света полупрозрачного зеркала, расположенного под углом 45° к оси освещения. При этом отраженная от покрытия элементов защиты и рабочей поверхности зеркала информационная часть светового потока отклоняется на угол 90° и благодаря этому непосредственно воспринимается глазом наблюдателя.

При использовании микролинзовой 3М-технологии защиты с шагом следования линз в матрице не более 100 мкм вид воспроизводимых символов или надписей будет зависеть от угла просмотра проверяемого участка документа наблюдателем (рис. 4.12).

Все перечисленные в данном разделе виды защиты документов могут быть реализованы только с помощью описанных технологических приемов печати. Они заведомо не могут быть воспроизведены в полном объеме непосредственным копированием с оригинала (подлинника) кустарными средствами.

Таким образом, многообразие защитных элементов на бумажных носителях, видов красок, способов и приемов выполнения красочной печати на защищенных документах делает неосуществимым замысел их полного воспроизведения с применением широко распространенного и недорогого оборудования.

5. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ПОДЛИННОСТИ И ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ ЗАЩИЩЕННЫХ ДОКУМЕНТОВ

Для защиты от попыток обмана и мошенничества в последнее время особую актуальность стали приобретать технические средства, т. е. приборы и устройства, позволяющие с высокой степенью вероятности гарантировать выявление фальсифицированных (полностью или частично) документов [7]. С учетом многообразия видов и физико-химических свойств элементов защиты документов данные технические средства можно условно разделить на автономные приборы контроля отдельных видов защитных признаков, средства контроля машиночитаемых признаков, входящие в состав счетно-сортировальных машин, и технические комплексы для проведения всесторонней экспертизы подлинности документов и денежных знаков.

К приборам первой группы можно отнести:

- оптические и телевизионные лупы, предназначенные для непосредственной визуализации малоразмерных защитных признаков в отраженном видимом свете;
- излучатели ультрафиолетовых потоков для наблюдения УФ-люминесценции;
- оборудование для исследования наличия фосфоресцирующих веществ;
- инфракрасные телевизионные приборы для визуализации метамерных красителей;
- осветительные приборы, формирующие потоки косопадающих излучений;
- осветительные приборы, формирующие диффузно рассеянные потоки для исследования документов на просвет;
- магниточувствительных датчики, а также оптические и телевизионные приборы для визуализации ферромагнитных компонентов в составе красителей и металлических защитных волокон с магнитными свойствами;
- оборудование для исследования наличия антистоксовских люминофоров;
- оптические детекторы скрытых символов (специализированные трафареты в виде определенного набора штампованных на пластиковой основе цилиндрических линз);
- приборы ЗМ для визуализации элементов ретрорефлективной защиты и т. п.

Приборы данной группы, как правило, содержат в своем составе сразу несколько средств, позволяющих исследовать разнотипные защитные признаки.

Типовыми представителями портативного оптического оборудования, предназначенного для исследования нескольких видов защиты документов, являются компактные лупы фирмы «Регула». В зависимости от модификаций (модели 1010, 1011, 1013, 1019) они позволяют производить визуальную проверку документов в коспадающем свете, УФ-люминесценции, а также контролировать наличие ретрорефлективной защиты и антистоксовой люминесценции.

На рис. 5.1 показан образец такого прибора. Приборы всех приведенных выше модификаций имеют минимальные размеры и питаются от встроенных аккумуляторных батарей. Следует отметить, что использование данного оборудования требует некоторых навыков, так как малые размеры поля просмотра каждой из луп ограничивают ориентацию пользователя на большой площади исследуемого документа. Оптические приборы контроля имеют привлекательные ценовые характеристики, однако их возможности ограничены диапазоном спектральной чувствительности человеческого зрения.

Значительно большими возможностями в ИК-диапазоне обладают телевизионные приборы контроля подлинности документов, например, просмотровый прибор фирмы «Вилдис» «Ультрамаг-С6 Видео» (внешний вид прибора приведен на рис. 5.2). Он предназначен для углубленной проверки подлинности банкнот, ценных бумаг, до-



Рис. 5.1. Прибор компактный фирмы «Регула», модель 1019



Рис. 5.2. Телевизионный просмотровый прибор «Ультрамаг-С6 Видео»

кументов, акцизных и специальных марок и рекомендуется для банков, касс пересчёта, расчетно-кассовых центров и банковских хранилищ. Прибор обеспечивает режимы проверки документов в отраженном рассеянном, проходящем и косоппадающем свете, визуализацию ИК-метамерных красок и УФ-люминесценции на экране встроенного монитора. Это позволяет определять основные виды печати, которые использованы при изготовлении защищенных документов, устанавливать наличие или отсутствие основных защитных признаков бумажной основы и красителей. Размеры основного блока составляют $285 \times 160 \times 260$ мм, размещение – стационарное. Напряжение питания – 220 В от сети переменного тока.

До недавнего времени самыми распространенными приборами контроля защищенных документов были ультрафиолетовые просмотровые приборы, предназначенные для проверки уровня фоновой люминесценции бумажной основы и наличия люминофоров в красителях данных документов. Одним из самых распространенных представителей подобных технических средств является просмотровый прибор «Ультрамаг 225СЛ» (рис. 5.3), который кроме режима УФ-облучения может использоваться также для работы в отраженном и проходящем видимом свете. Прибор имеет ударопрочный металлический корпус с настольным стационарным расположением и питанием от сети переменного тока.

Однако работа кассира с постоянно включенным излучателем УФ-потока приводит к быстрой утомляемости глаз оператора, и в конечном итоге – к ухудшению его зрения, так как значительная часть излучаемого УФ-потока отражается от проверяемых объектов и поверхности рабочего стола и направляется к его глазам. Анализ практики работы кассового работника показывает, что лишь

5–10 % рабочего времени он занят непосредственной проверкой документов на подлинность. Остальное время уходит на заполнение документов, работу с клиентом и т. п.

Это означает, что включение источника УФ-излучения следует производить автоматически и только в тот момент, когда оператор вносит объекты проверки в зону контроля прибора. На данном принципе основан автоматический просмотровый прибор «MV-14A», выпу-



Рис. 5.3. Внешний вид просмотрового прибора «Ультрамаг 225СЛ»



Рис. 5.4. Изображение лицевой стороны банкноты 1000 RUR модификации 2004 г. в отраженном ИК-освещении

скаемый ООО «ЭВС». Блок автоматике прибора не вносит большого вклада в его конечную стоимость, однако пользователям предоставляется возможность по достоинству оценить многократное снижение нагрузки на зрение оператора.

В настоящее время, в связи с существенным уменьшением стоимости телевизионных приборов в целом, отсутствием жестких излучений при эксплуатации и невозможностью воспроизведения метамерной защиты документов кустарными методами, широкое распространение в кассовой практике получили автономные просмотровые приборы ИК-диапазона. Они содержат в своем составе как инфракрасные телевизионные камеры, укомплектованные фильтрами с длинами волн пропускания 860–950 нм, так и ЖК-дисплеи, непосредственно визуализирующие изображение защищенных документов в отраженном ИК-освещении. Поэтому их использование в кассовой работе приобретает массовый характер.

Следует отметить, что для уверенной работы с защищенными документами операторы должны зрительно помнить образы всех проверяемых документов в данном виде проверки. На рис. 5.4 приведен пример получаемого при отраженном ИК-освещении изображения банкноты РФ.

Одним из наиболее распространенных приборов контроля защищенных документов в отраженном ИК-освещении является автономный прибор «DORS 1100» (рис. 5.5), производимый фирмой «Система», который предназначен для визуального определения подлинности банкнот, ценных бумаг, документов, акцизных и специальных марок по наличию и расположению элементов ИК-защиты.



Рис. 5.5. Внешний вид инфракрасного просмотрового прибора «DORS 1100»

Следует также отметить наличие на рынке и многих других производителей оборудования данного назначения с сопоставимыми ценовыми и техническими характеристиками.

Для проверки банкнот или документов в отраженном ИК-освещении пользователю необходимо разместить исследуемый объект в просмотровой зоне перед прибором, при этом встроенная видеокамера обеспечит воспроизведение его изображения на мониторе прибора. Наблюдая изображение ИК-образа проверяемого объекта, оператор делает вывод о его подлинности по данному критерию, основываясь на знании расположения защитных признаков дан-

ного вида на эталонном образце.

Благодаря наличию в подобных приборах активной ИК-подсветки, проведение инфракрасного контроля возможно при любом наружном освещении. Широкая зона просмотра при этом позволяет проводить визуальный контроль как одной банкноты (документа), так и нескольких образцов одновременно, обеспечивая быстрый просмотр и сравнение их ИК-образов с эталоном.

К оборудованию второй группы – средствам контроля машиночитаемых защитных признаков денежных знаков, входящим в состав счетно-сортировальных машин (ССМ) обработки денежной массы [9,10], относятся специализированные датчики:

- анализа образов лицевой и оборотной сторон банкнот в видимом свете;
- анализа образов лицевой и оборотной сторон банкнот в ИК-освещении;
- анализа образа банкнот в проходящем свете, включая определение относительной площади дыр и надрывов;
- регистрации уровня фоновой УФ-люминесценции бумажной основы;
- определения наличия глянцевых покрытий на лицевой и оборотной сторонах (выявление склеенных «скотчем» участков денежных знаков);
- анализа толщины бумаги денежных знаков;

- анализа ветхости банкнот по уровню их хруста при двухкоординатном изгибе;
- анализа наличия элементов ферромагнитной защиты на участках заданного расположения лицевой или оборотной сторон;
- анализа и определения специальных защитных признаков банкнот, предписанных эмитентами и пр.

Съем информации или двухкоординатное сканирование банкнот с помощью указанных датчиков в данных ССМ осуществляется в процессе последовательного слистывания банкнот из приемных лотков и механического перемещения их по заданной трассе транспортным механизмом. Таким образом, перечисленные датчики, входящие в состав ССМ денежных знаков, вместе с центральным процессором образуют локальную подсистему контроля подлинности банкнот, проходящих обработку и пересчет в банковских учреждениях.

Счетно-сортировальные машины в процессе пересчета позволяют производить высокоскоростную первичную автоматическую отбраковку сомнительных, ветхих и неплатежеспособных банкнот. При необходимости они могут быть дополнены техническими средствами считывания, сравнения и идентификации серийных номеров денежных знаков и устройствами регистрации и обмена этих данных для централизованного ведения национального учета движения денежной наличности.

На рис. 5.6 приведен внешний вид одного из специализированных сканирующих датчиков ССМ, состоящего из видеокамеры и

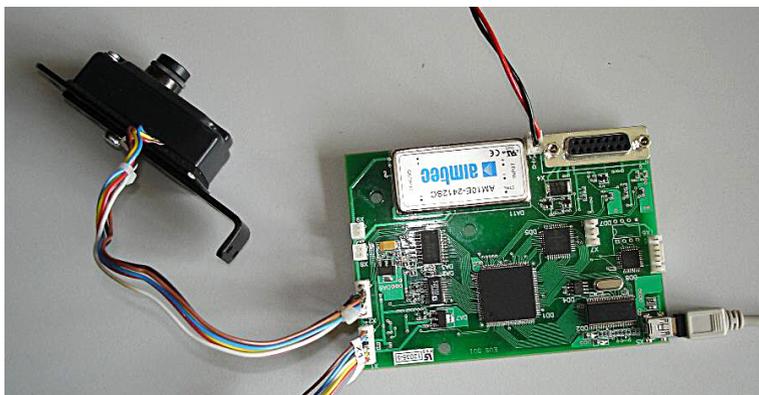


Рис. 5.6. Специализированный сканирующий датчик и микропроцессор, входящие в состав ССМ

микропроцессорного контроллера управления и анализа информации.

Оборудование третьей группы для проведения всесторонней экспертизы подлинности документов и денежных знаков применяется для анализа сомнительных документов, выявленных на ранних стадиях текущего контроля с помощью технических средств описанных выше групп. Оно должно обладать адекватной полнотой видов исследования (проверок), соответствующей сложности поставленных перед экспертом задач. Целью данной экспертизы является не только формирование конечного суждения о наличии или отсутствии в документе всей совокупности защитных признаков, присутствующих в подлиннике, но (при необходимости) и анализ технологических приемов, использованных в каждом конкретном случае для фальсификации документа. Этот анализ и соответствующие знания об использованном злоумышленниками для репродукции оборудовании могут в дальнейшем существенно облегчить их поиск правоохранительными органами.

Основным отличием оборудования данного класса сложности от просмотровых приборов контроля подлинности является наличие *полной линейки сменных высококачественных светофильтров* камеры для разделения спектров ИК-люминесценции красителей и чернил, полного набора интенсивных узкополосных осветителей и оптики с переменным фокусным расстоянием. Именно эти свойства обеспечивают экспертному оборудованию возможность выявления суперподделок и устойчивого определения разницы спектральных характеристик красителей документов в количественных параметрах.

Среди всех классов однотипных технических устройств для криминалистических исследований документов и ценных бумаг наиболее широкие возможности имеют приборы и комплексы на основе телевизионных систем, так как современные датчики изображений (ПЗС- и КМОП-матрицы) сохраняют чувствительность к излучениям в широком спектральном диапазоне от ближней ультрафиолетовой его части до ближней инфракрасной области спектра и предоставляют возможности для непосредственной визуализации защитных признаков. Именно эти возможности телевизионных приборов обеспечивают им в криминалистике явное преимущество перед человеческим глазом, способным воспринимать только излучения видимой области спектра (400–700 нм). Наличие в них оптики с переменным фокусным расстоянием, осветителей с различными направлениями формируемых световых потоков и спектральными

диапазонами излучения, а также оптических (корректирующих, отсекающих и узкополосных) фильтров камеры делает их незаменимыми при исследованиях двумерных объектов (см. Приложение 1). Благодаря этому данные приборы широко используются для получения изображений объектов в отраженном, косопадющем, проходящем видимом и инфракрасном свете, а также при выявлении УФ-, ИК- и АС-люминесценции люминофоров, красителей, чернил и растворителей (вытравливающих растворов).

Основными производителями оборудования данного назначения являются фирмы «Projectina» (Швейцария), «Foster+Freeman» (Великобритания) и «ЭВС» (Россия).

При сопоставимости основных параметров экспертного оборудования перечисленных предприятий следует отметить, что зарубежные фирмы прилагают к нему более разнообразную номенклатуру вспомогательных аксессуаров, а российское предприятие имеет более совершенное программное обеспечение для сравнения исследуемых изображений объектов в каждом из видов проверки и эргономичные возможности для ведения собственной базы данных пользователя.

Внешний вид одной из модификаций экспертного комплекса фирмы «ЭВС» с приборами дооснащения (телевизионная лупа и магнитоскоп) приведен на рис. 5.7.



Рис. 5.7. Одна из модификаций экспертного комплекса фирмы «ЭВС»

Ниже в качестве примера приведены основные технические характеристики базового прибора «Комби-Мега» комплекса «Эксперт-Мега» производства ф. «ЭВС»:

- тип телевизионной камеры – цветная с разрешением 2592 × 1944 элементов (5 Мпкс);
- область спектральной чувствительности – 375–1050 нм;
- кратность изменения фокусного расстояния вариообъектива – 12 раз;
- количество светофильтров камеры на вращающейся турели – 25;
- количество видов спектральных осветителей – 9;
- габаритные размеры базового прибора комплекса – 470 × 290 × 330 мм.

Программно-аппаратный комплекс «Эксперт-Мега» предназначен для исследования документов, денежных знаков, ценных бумаг и других двумерных объектов телевизионными средствами, а также для электронного документирования и формирования базы данных по цветным изображениям и сопровождающим текстовым данным.

Он обеспечивает проведение следующих видов экспертных исследований:

а) исследование документов в отраженном видимом свете (400–700 нм);

б) исследование на просвет в видимом свете;

в) исследование характера и цвета люминесценции объектов в УФ-освещении от встроенных источников с центральной длиной волны 365 нм;

г) спектрональные исследования в узкополосных поддиапазонах длин волн 570, 610, 645, 695, 780, 850 и 950 нм, а также с помощью 11 отрезающих светофильтров;

д) визуальное исследование структуры и характера нанесения ферромагнитных материалов, содержащихся в красителях;

е) исследование документов в проходящем ИК-освещении (860 нм);

ж) исследование структуры бумаги, рельефа печати и тиснения в коспадающем видимом и ИК-освещении;

з) исследование микрофрагментов изображений, структуры материалов (в том числе тканых и волокнистых), характера и последовательности нанесения красителей при средних и больших увеличениях;

и) исследование ИК-люминесценции красителей, вызываемой интенсивными осветителями с длинами волн излучения 470, 530 и 560 нм;

к) исследование антистоксовых люминофоров при возбуждении интенсивным источником с длиной волны 950–970 нм.

В состав программно-аппаратного комплекса «Эксперт-Мега» входят следующие телевизионные приборы и ПК со специализированным программным обеспечением:

- КТП-1341 «Комби-Мега», обеспечивающий проверки по пп. а) – г), е), ж);
- «Магнитоскоп-USB», обеспечивающий проверку по пд);
- БТП-1332 (цветная телелупа), обеспечивающий проверку по пп. в), ж), з) и к);
- БТП-1333 (цветная насадка на микроскоп), обеспечивающий проверку по пз).

При эксплуатации комплекса на экран монитора с целью документирования режимов исследований могут выводиться данные о масштабе изображения, формируемого цветной телекамерой прибора КТП-1341, в виде исследования и рабочем положении каждого из 25 его интерференционных светофильтров (рис. 5.8).

Прибор КТП-1341 имеет режимы автоматической фокусировки, автоматического диафрагмирования и программного управления параметрами цветной цифровой телевизионной камеры (уси-

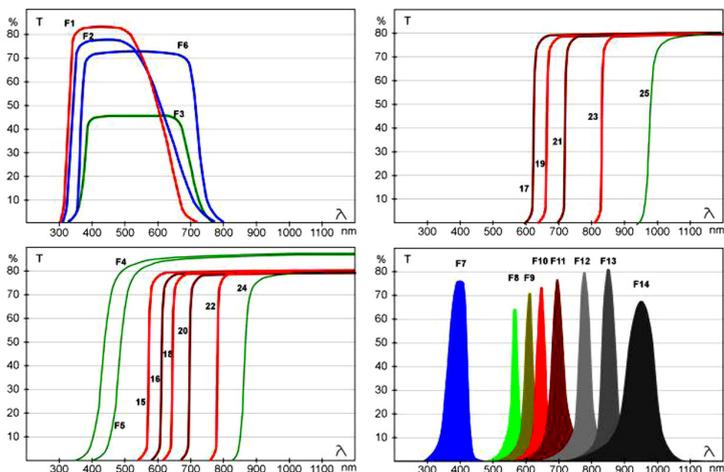


Рис. 5.8. Спектральные характеристики корректирующих, отрезающих и узкополосных интерференционных светофильтров прибора КТП-1341 «Комби-Мега»

лением, накоплением, коэффициентами апертурной, гамма- и цветкоррекции и т. п.). При этом у эксперта, проводящего исследование, появляется возможность адаптировать параметры специализированной ТВ-камеры к характеристикам исследуемого объекта. Максимальный размер поля обзора прибора составляет 120×90 мм, размер предметного стола соответствует формату А4, при этом в приборе имеются откидывающиеся шторки для доступа спереди, сзади и слева к объектам исследования с максимальной высотой исследуемых предметов до 36 мм.

Специализированное прикладное ПО позволяет производить:

- накопление (интегрирование) последовательности кадров изображения с целью выявления слабоконтрастных объектов на фоне шумов;

- дистанционное управление режимами исследования при работе совместно с ПК и изменение реквизитов специализированного прикладного ПО под индивидуальные требования пользователя по ведению собственной базы данных;

- сравнение двух изображений методами наложения, поочередного предъявления или вычитания с предварительным перемещением, масштабированием и поворотом основного изображения с точностью соответственно до одного пиксела, 0,01% и 0,01°, а также дополнительную обработку изображений с помощью стандартных и специализированных графических редакторов.

Комплекс надежно решает задачи обнаружения и визуализации специальных защитных признаков: микропечати, УФ-, АС- и ИК-люминесценции, метамерности красителей, выявления структуры различных материалов, технологических способов печати, слабоконтрастных следов воздействия, сравнения отпечатков пальцев и

др. Кроме того, с его помощью могут быть выявлены и зафиксированы в базе данных различного рода изменения в документах – дописки, исправления, подчистки, вытравления надписей и т. п.

По своим возможностям комплекс «Эксперт-Мега» сопоставим с комплексным прибором «VSC-2000» фирмы «Foster+Freeman», имеющим в несколько раз более высокую стоимость, а по возможности проведения анализа струк-

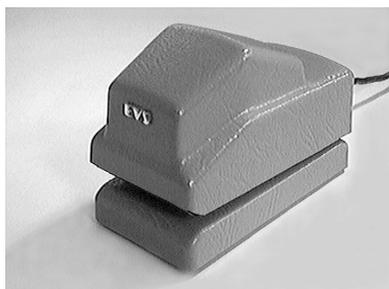


Рис. 5.9. Внешний вид телевизионного прибора «Магнитоскоп-USB»

туры ферромагнитных компонентов в составе красителей с помощью прибора дооснащения «Магнитоскоп-USB» (рис. 5.9) отечественный комплекс вообще не имеет аналогов.

Принцип его работы основан на свойствах магнитооптических кристаллов изменять угол поворота вектора поляризации потока поляризованного света с длиной волны около 555 нм в зависимости от локализованных распределений напряженности магнитного поля плоских объектов, размещенных непосредственно под кристаллом. При использовании вторичного поляризатора, установленного перед объективом ТВ-камеры, данные изменения поляризации преобразуются в локализованную яркостную модуляцию отраженного от кристалла светового потока, что проявляется на растровом телевизионном изображении в виде своеобразного двумерного яркостного рельефа, отображающего распределение элементов разной намагниченности в поле зрения прибора (рис. 5.10–5.11).

Прибор «Docucenter» ф. «Projectina» по сравнению с рассмотренным оборудованием может быть укомплектован расширенным набором аксессуаров: держателей и зажимов исследуемых объектов, позволяющих производить их удобную фиксацию на предметном

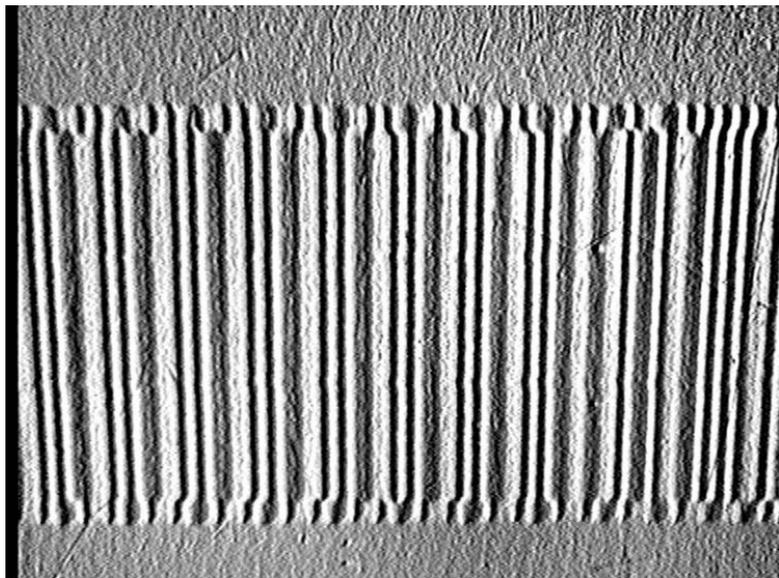


Рис. 5.10. Визуализация намагниченности ферромагнитного материала в виде цифрового кода на проездном документе

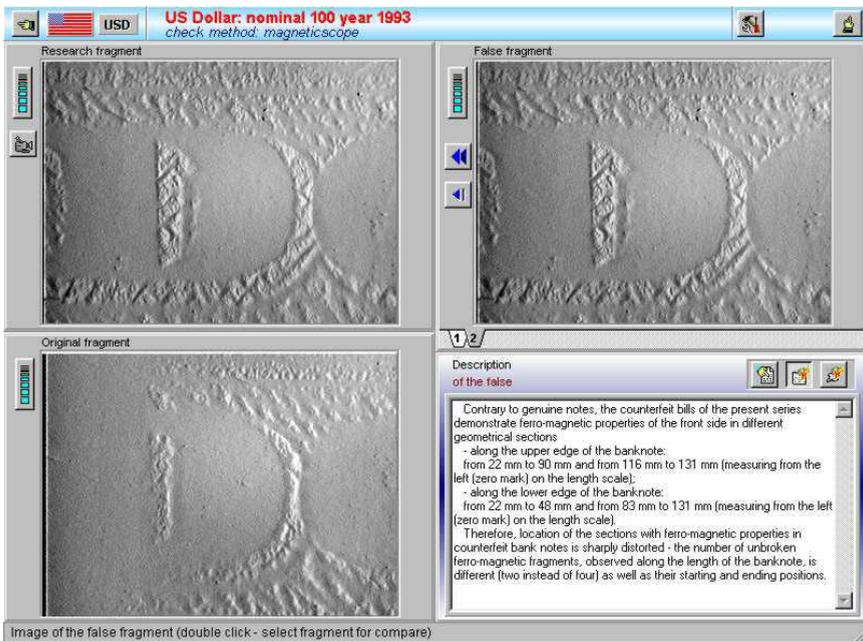


Рис. 5.11. Фрагменты распределения красителей с ферромагнитными свойствами на подлинных банкнотах США (слева внизу) и суперподделках (слева и справа сверху), визуализированные с помощью прибора «Магнитоскоп-USB»

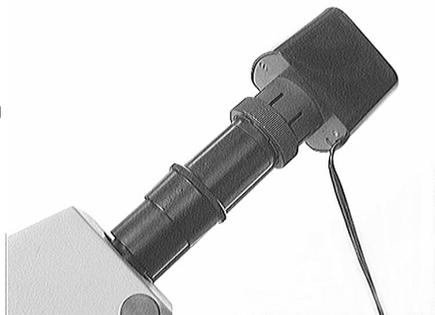
столе; источниками света для выявления отпечатков пальцев и др. Кроме того, в состав данного прибора дополнительно входит источник коаксиального света для визуализации латентных защитных признаков вида «ЗМ». Модификация прибора «Docucenter-3000» отличается от базового прибора наличием дополнительного колориметрического модуля SP-2000 и дополнительной сменной линзы, позволяющей вдвое увеличить масштаб просматриваемого изображения, а также более высокой разрешающей способностью, чем прибор стандартной конфигурации.

К некоторому преимуществу комбинированных приборов «VSC-2000» ф. «Foster+Freeman» следует отнести более высокую разрешающую способность оптики, что компенсировано в комплексе «Эксперт-Мега» наличием приборов дооснащения с большим оптическим увеличением БТП-1332 и БТП-1333 (рис. 5.12).

а)



б)



*Рис. 5.12. Внешний вид приборов дооснащения;
а – БТИ-1332 (мультимрежимная телелупа);
б – БТИ-1333 (телевизионная насадка на окуляр микроскопа)*

Рассмотренные экспертные средства исследования подлинности документов обладают универсальным характером применения и имеют широкий выбор их видов, позволяющих оперативно решать поставленные перед криминалистами задачи.

Приведенный анализ показывает, что в настоящее время существует достаточно широкий выбор оборудования для проверки подлинности различных документов, в том числе и денежных знаков, а задача организаций, стремящихся к обеспечению своей экономической безопасности, сводится в основном к квалифицированному выбору данного оборудования по составу, выполняемым функциям (видам проверки) и обоснованной стоимости.

6. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ ИМИТАЦИИ ЗАЩИТНЫХ ПРИЗНАКОВ И КРАТКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОЙ РЕПРОГРАФИИ

Как уже отмечалось ранее, злоумышленники по экономическим соображениям не могут ставить перед собой задачи полного воспроизведения всей совокупности защитных признаков, присущих оригинальным защищенным документам, так как в зависимости от уровня их защищенности количество этих признаков может сводиться к десяткам или даже сотням единичных элементов (например, для денежных знаков ведущих стран-эмитентов). Поэтому их целью часто является лишь имитация признаков подлинности бумаги, красителей и способов печати с той или иной степенью сходства с оригиналами.

В общем случае экспертиза подобных объектов на подлинность включает в себя:

- определение совокупности признаков, характерных для подлинного документа (эталона), технологически сложных при воспроизведении данных элементов;
- установление наличия или отсутствия этих признаков по всей их совокупности на проверяемом документе с помощью технических средств;
- принятие решения о подлинности проверяемого документа с учетом возможных отклонений (брака) по отдельным видам защиты в подлинном документе, допущенных на бумажном или печатном производствах.

Основные правила проведения экспертизы кратко выражаются следующим образом:

1. Не следует делать окончательного заключения о подлинности документа на основании результатов анализа отдельно взятого признака, каким бы надежным он ни казался, так как этот признак может быть связан с производственным браком. Необходимо проверить соответствие защитных элементов эталону как минимум по пяти значимым признакам подлинности. При этом искать следует не сходство по сравнению с ними, а различия.

2. В первую очередь при рассеянном освещении изучается внешний вид документа: размеры, наличие соответствующих реквизитов, цвет и оттенки основных изображений, отсутствие муара на участках защиты от копирования, наличие кинеграмм, защитных волокон и другие признаки. Одновременно на ощупь исследуются качество бумаги, ее плотность, рельефность изображений, выполненных металлографским способом.

3. Далее документ проверяется на просвет для идентификации водяных знаков, совмещенных рисунков, защитных нитей, микроперфораций и т. д. При косопadaющем освещении выявляется рельефность отдельных рисунков, нанесенных глубоким способом печати; кипп-эффект; наличие элементов, выполненных с использованием красок с оптически переменными свойствами.

4. При наличии соответствующих технических средств контроля данные исследования дополняются проверками уровня фоновой УФ-люминесценции бумажной основы, светящихся защитных волокон, нитей, фрагментов изображений, а также контролем отсутствия тушения УФ-люминесценции на участках водяных знаков. Существенный вклад в формирование суждения о подлинности вносят также проверки красителей в отраженном ИК-освещении и другие виды проверок с помощью технических средств.

По отношению к **имитации признаков защищенной бумаги** применяются следующие распространенные способы подделок [1]:

- пропитка обычной бумаги специальными растворами с целью снижения уровня исходной фоновой УФ-люминесценции;
- имитация защитных волокон подрисовкой или подклейкой;
- использование защищенной бумаги с отличающимися рекви-зитами (например, бумага, предназначенная для изготовления документов и ценных бумаг, используется для подделки банкнот);
- имитация встроенных защитных нитей вклейкой полоски фольги между двумя листами, надпечаткой красками, а также «ныряющих» нитей – нанесением краски или приклейкой кусочков фольги;
- имитация водяных знаков увеличением оптической плотности с помощью водоэмульсионных или других красок;
- имитация водяных знаков уменьшением оптической плотности с помощью пропитки бумаги маслоподобными веществами;
- имитация микроперфораций способом механического прокалывания;
- воспроизведение кинегрaмм на типовом промышленном оборудовании.

Рисунок, имитирующий водяной знак с увеличением оптической плотности, часто воспроизводится злоумышленниками при помощи нанесения водоэмульсионных или иных светлых красок с формы высокой или трафаретной печати (реже – кистью). Подобная имитация многотонных знаков на просвет выглядит как плоское упрощенное изображение с резкими границами (без передачи полутонов). В косопadaющем свете нанесенный краской рисунок

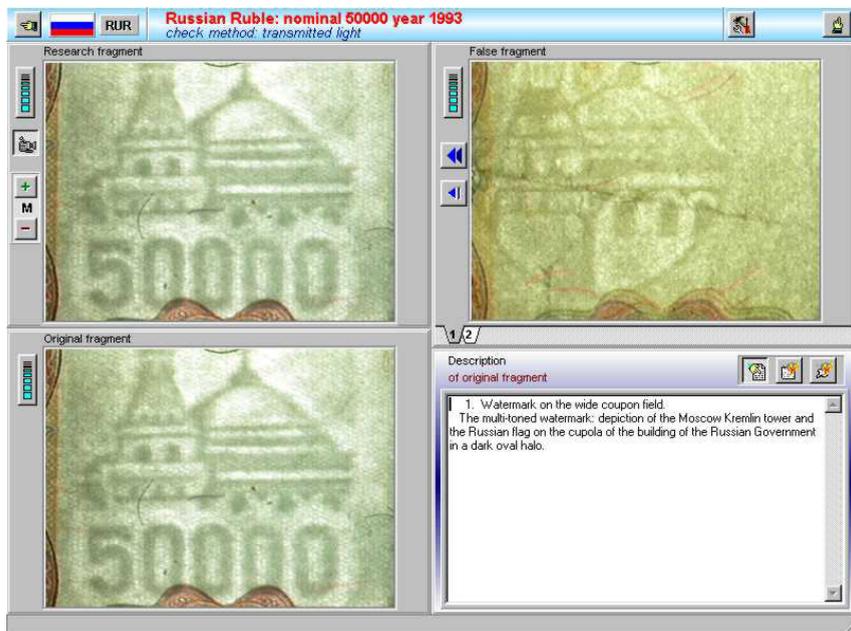


Рис. 6.1. Использование бумаги с отличающимися реквизитами (на подделке отсутствует сетчатая структура бумаги, рисунок локального водяного знака отличается от подлинного, рисунки офсетной печати лицевой и оборотной сторон не совмещены)

имитации может иметь глянцевое отражение, не свойственное бумаге подлинника.

Типовые примеры имитаций защитных признаков бумаги приведены на рис. 6.1–6.8 (слева внизу приводятся фрагменты подлинных изделий, справа – соответствующие фрагменты подделок).

На рис. 6.2 приведен фрагмент подлинника банкноты достоинством в 100 Евро (слева), где четко выражены многотонный водяной знак, светлые цифры достоинства, полосовой код банкноты, характерная сетчатая структура бумаги. На соответствующем фрагменте подделки (справа) имитация знака не имеет полутонового характера, светлые цифры достоинства и полосовой код не выражены, сетчатая структура бумаги полностью отсутствует.

На фрагменте подлинника (рис. 6.3) металлизированная защитная нить в проходящем свете непрозрачна и включена в состав бумаги при ее изготовлении. Линии негативного минитекста на ней имеют минимальную толщину.

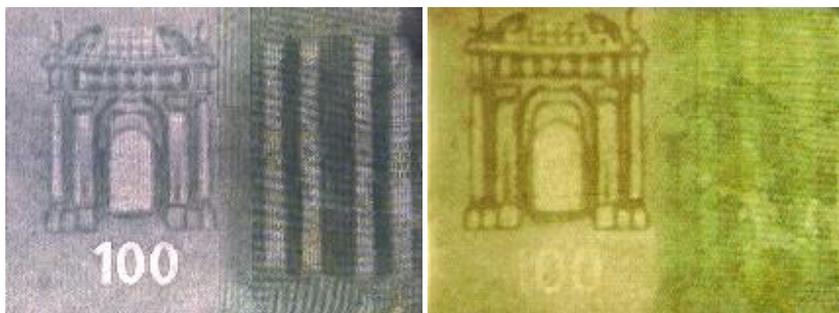


Рис. 6.2. 100 EUR. Справа – имитация водяных знаков увеличением и уменьшением оптической плотности с помощью надпечатки красками и пропитки маслами



Рис. 6.3. 100 EUR. Справа – имитация встроенных защитных нитей надпечаткой красками

На фрагменте фальсификации имеет место имитация защитной нити, так как нанесенный краситель не обладает максимальной оптической плотностью (полупрозрачен, на его фоне видны полутона изображения оборотной стороны).

Однако чаще всего имитации данного вида наглядно проявляются под воздействием УФ-излучения (рис. 6.4). При наличии выраженной фоновой люминесценции собственно бумаги на подделках, как правило, наблюдается тушение УФ-люминесценции на участках нанесения красок, повышающих оптическую плотность рисунка. Это проявляется в виде темного, слабо люминесцирующего изображения имитации на общем явно люминесцирующем фоне. И наоборот, пропитка бумаги маслоподобными веществами часто приводит к усилению УФ-люминесценции на данном участке.

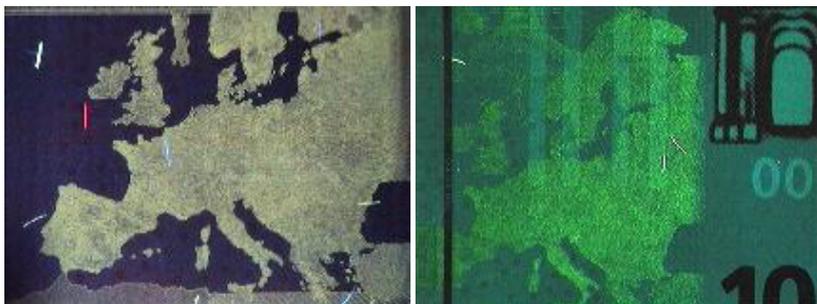


Рис. 6.4. 100 EUR. Справа – проявления имитации защитных признаков в УФ-излучении (тушение и усиление люминесценции на участках нанесения на бумагу красителей и пропитки)

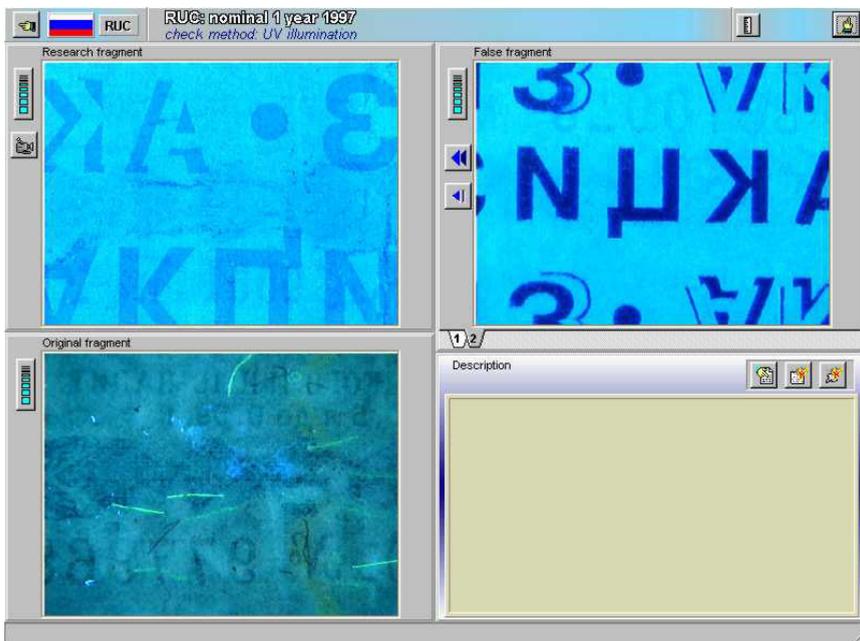
Для подлинного денежного знака собственно бумага имеет очень слабую фоновую люминесценцию. При этом локальных участков тушения и усиления УФ-люминесценции непосредственно на бумаге не наблюдается.

В приведенном примере бумага подделки характеризуется высоким уровнем фоновой люминесценции, явно выраженным уменьшением свечения бумаги и люминофора на участках имитации защитной нити и водяного знака способом нанесения красочного рисунка поверх изображения оборотной стороны. Выражено усиление свечения на участках имитации однотонового знака (число 100) и полосового кода способом пропитки бумаги маслоподобным веществом.

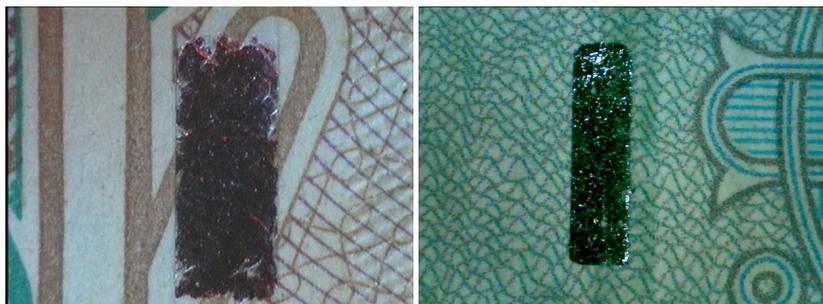
Аналогичные проявления тушения УФ-люминесценции обычной бумаги при нанесении на нее светлых красителей, имитирующих водяные знаки акцизных марок РФ, приведены на рис. 6.5 для двух вариантов их подделок.

Имитация защитных нитей подрисовкой или подклейкой проявляется в первую очередь на просвет: при подрисовке имитация наблюдается как полупрозрачный объект, а при подклейке имеет вид пунктирной полосы. Внимательное изучение ныряющих нитей при рассеянном свете и большом увеличении также позволяет выявить подобную подделку, так как на наклеенных отрезках фольги в отличие от оригинала не наблюдается наплывов волокон бумажной массы по периметру прямоугольников (рис. 6.6).

Попытки воспроизведения микроперфораций кустарными методами, как правило, приводят к нарушению регулярности следования отверстий, их неровной форме, а главное – к появлению ре-



*Рис. 6.5. Акцизные марки РФ.
Вверху слева и справа – фрагменты имитации защитных признаков
в УФ-излучении.
Люминесцирующие волокна в бумаге подделок отсутствуют*



*Рис. 6.6. Имитация ныряющих нитей (справа)
методом подклейки кусочков фольги*

а)



б)



Рис. 6.7. Микроперфорации: а – отверстия, выполненные лазерным испарением; б – вид имитации механическими проколами бумаги в коспадающем освещении

льефных шероховатостей (например, от выдавливания иглой при кустарном прокалывании) в месте расположения данных защитных элементов, что может ощущаться тактильно на оборотной или лицевой сторонах документа (рис. 6.7).

Попытки воспроизведения кинеграмм защищенных документов на промышленном оборудовании (рис. 6.8), как правило, приводят к половинчатому результату: несмотря на кажущийся голографический эффект, наклейки на несанкционированной продукции не повторяют вид защиты подлинника по каждому из слоев изображений при соответствующем угле просмотра.

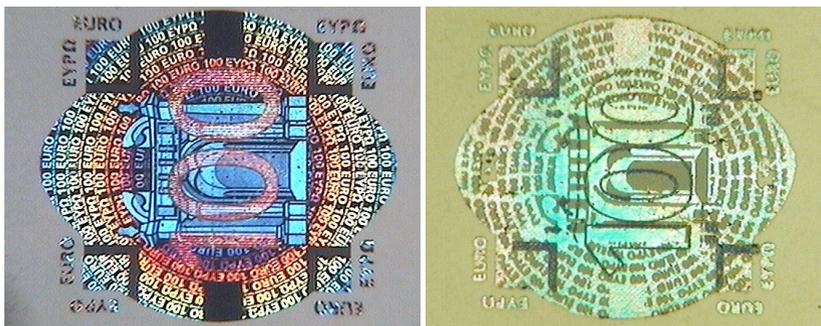


Рис. 6.8. Имитация кинеграммы с голографическим эффектом (справа) – на фольге присутствует однослойное радужное покрытие с последующим вытравливанием надписей

В мировой практике основными способами нанесения красочных изображений для подделки денежных билетов и других документов являются **плоская офсетная печать** и **репрография с помощью бесконтактных способов печати** [1]. Они наиболее распространены и доступны фальшивомонетчикам, так как процесс изготовления фальсификата этими способами сравнительно несложен и не требует больших финансовых и временных затрат.

На полиграфических подделках со штриховыми графическими элементами, выполненными офсетом, эффект орловской и ирисовой печати, как правило, имитируется последовательным нанесением красителей с нескольких форм, поэтому в местах перехода одной краски в другую наблюдаются не совмещенные участки фрагментов изображений и гильоширных сеток. Это обусловлено невозможностью обеспечения точной приводки фрагментов изображений, воспроизводимых с разных печатных форм, что выражается в виде разрывов, наложений или рассовмещений между разноокрашенными фрагментами. Пример имитации орловской печати на подделке банкнот РФ с обозначенным годом выпуска 1993 приведен ниже в правой верхней части экранного представления (рис. 6.9). На изо-

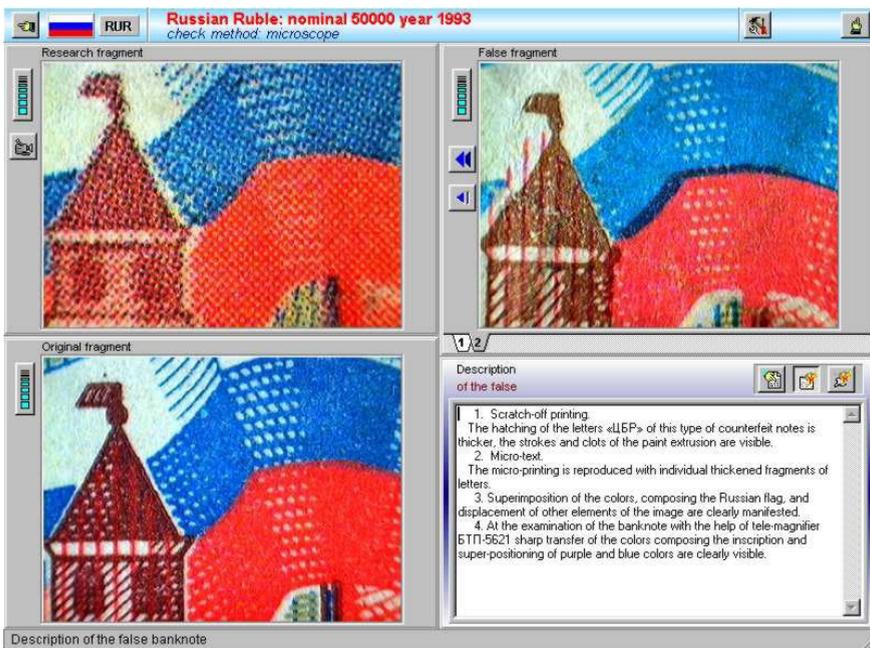


Рис. 6.9. Примеры имитации орловской печати (вверху)

бражении резко выделяется наложение синей краски на красный фрагмент, а также рассовмещение вертикальных линий сетки коричневого цвета на изображении башни. На фальшивых изделиях подобного уровня, как правило, отсутствует глубокая печать.

Особая опасность изготовления фальшивых документов и банкнот с помощью широко распространенных цветных копировально-множительных аппаратов, заключается в простоте самой процедуры копирования и бесконтрольном доступе к этой технике печати. Цифровая бесконтактная печать – самый молодой способ печати, который основывается на законах электростатики, когда печатающие и пробельные элементы отличаются своими электрическими зарядами и полярностью. Печатные элементы заряжены положительно, поэтому притягивают отрицательно заряженные частички красителя. Эти частички переносятся на запечатываемый материал и фиксируются на нем.

Наиболее распространенными из бесконтактных способов печати являются лазерная электрофотография и струйная печать жидкими или твердыми чернилами.

Лазерная электрофотография основана на построчном сканировании исходного изображения, далее формировании с помощью сканирующего лазерного луча двумерной зарядовой электростатической копии на промежуточном носителе или непосредственно на бумажном полотне, избирательном переносе на него сухого порошка – тонера из соответствующих цветowych картриджей с размером частиц 6–8 мкм и термосилового закрепления данных частиц на бумаге.

Отличительными признаками изображения, сформированного данным способом, является растровая структура, незначительный глянец и слабое сцепление красителей с бумагой. Последнее выражается в том, что хрупкая пленка, образующаяся после термообработки тонера и силовой прокатки бумаги между валиками, трескается и осыпается уже после нескольких перегибов бумаги. Растриванная структура изображения в виде совокупности упорядоченных точек четырех основных цветов, которые можно наблюдать при большом увеличении, не позволяет воспроизводить изображения штриховых элементов с размерами менее 0,3 мм (например, микротекста). Пример растриванного изображения на соответствующей подделке приведен выше в левой верхней части экранного представления (рис. 6.10). При воспроизведении гильоширных элементов и фоновых сеток с шагом менее 0,2 мм данный способ приводит к образованию заметного муара на участках их расположения. Существенной особенностью данного вида печати является также

а)



б)

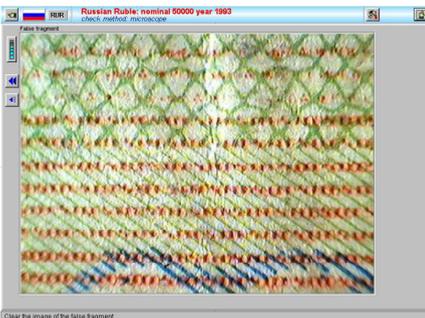


Рис. 6.10. Микротекст: а – офсетная печать микротекста на подлинной банкноте; б – изображение того же фрагмента на подделке, выполненной бесконтактным способом печати с растриванием изображения

присутствие частиц тонера на незапечатанных участках бумаги, что связано с невозможностью полного удаления их остатков с полотна промежуточного носителя.

Устройства струйной печати жидкими или твердыми чернилами основаны на принципе непосредственного управления выбросом каплеобразных частиц жидких чернил или разогретого воскообразного красителя с помощью управляемых форсунок в соответствии с заданным алгоритмом формирования растриванных изображений (рис. 6.11).



Рис. 6.11. Типовые примеры несанкционированного воспроизведения изображений денежных знаков (1000 RUR) с помощью бесконтактных способов печати (приведенные растриванные фрагменты образованы множеством точек, наблюдаемых при большом увеличении с потерей четких очертаний фигур)

Отличительными особенностями печати жидкими чернилами является их повышенная прозрачность, приводящая к уменьшению интенсивности изображения копии. Кроме того, водная или водно-спиртовая основа чернил при их впитывании в бумагу приводит к усиленной матовости рисунка, а главное – к его расплыванию при смачивании водой. Из-за рассеяния микрокапель, вылетевших из форсунки, диаметр цветowych пятен, образующих элементы растра, превышает размер отверстия форсунки. Это означает, что по разрешающей способности данный способ уступает лазерной электрофотографии.

Растрированная печать твердыми чернилами на основе синтетических восков с добавлением красителя обеспечивает более высокую интенсивность и насыщенность за счет большей толщины красочного слоя, равной высоте застывающих в виде полусфер капель. Это объясняет также ощутимую пальцами рельефность изображений. Другими отличиями данного способа печати является повышенный глянец, определяемый восковой компонентой в составе красителя, а также водостойкость нанесенного рисунка.

Общее заключение, относящееся к бесконтактным способам печати, подтверждает невозможность использования иных красителей, кроме типовых (голубой, желтый, пурпурный и черный с субстрактивным смещением цветов), входящих в состав комплекта оборудования. Это предопределяет невозможность реализации с их помощью элементов с ИК-, УФ-, OVI- и тому подобной защитой.

Типовые примеры ИК-изображений приведены на рис. 6.12–6.13.

На подлинниках (рис. 6.13 слева) в ИК-освещении наблюдаются нижние части цифр «00» обозначения достоинства и правая часть основного сюжета лицевой стороны банкноты. Остальные фрагменты рисунка, выполненные краской аналогичного цвета, в ближнем ИК-диапазоне невидимы. Элементы кинеграммы полностью поглощают рассеянное ИК-излучение.

Для подделки (рис. 6.13 справа), выполненной бесконтактным способом печати с использованием типовых красителей, в ИК-освещении наблюдаются все фрагменты основного изображения лицевой стороны, в том числе и в левой части фрагмента. Эффект метамерности красителей полностью отсутствует. Элементы имитации кинеграммы частично отражают рассеянное ИК-излучение.

Бумага подлинной банкноты (слева) имеет слабую фоновую люминесценцию (не светится). Красным светом люминесцируют пятиконечные звезды и разбросанные по полю окружности. Красным,

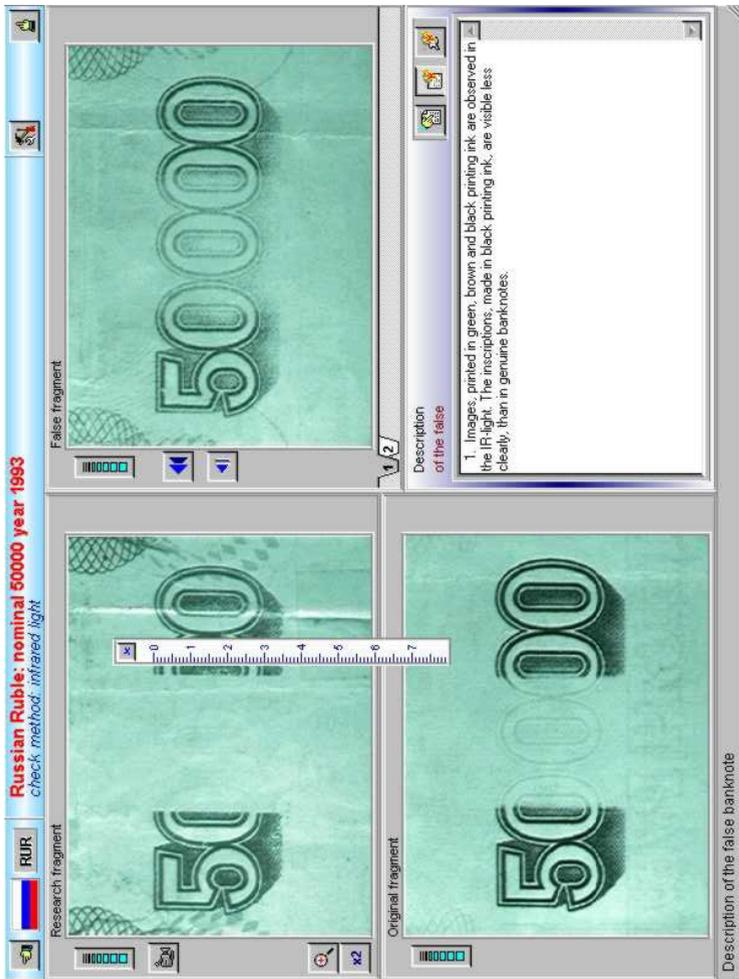


Рис. 6.12. Типовые примеры ИК-изображений: внизу слева – изображение ИК-фрагментов подлинной банкноты,верху слева – подделка, выполненная офсетной печатью (ИК-изображение фоновых сеток не прозрачно),верху справа – подделка, воспроизведенная бесконтактным способом печати с использованием типовых красителей

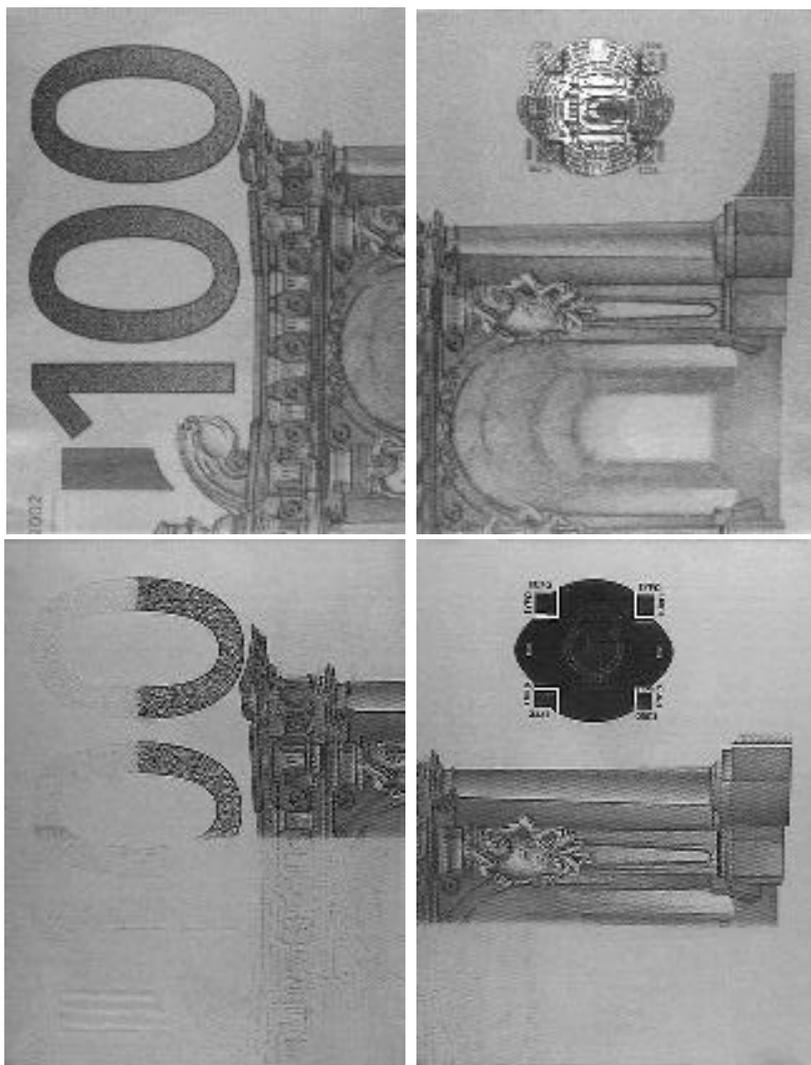


Рис. 6.13. Типовые примеры ИК-изображений 100 EUR (справа – подделки)

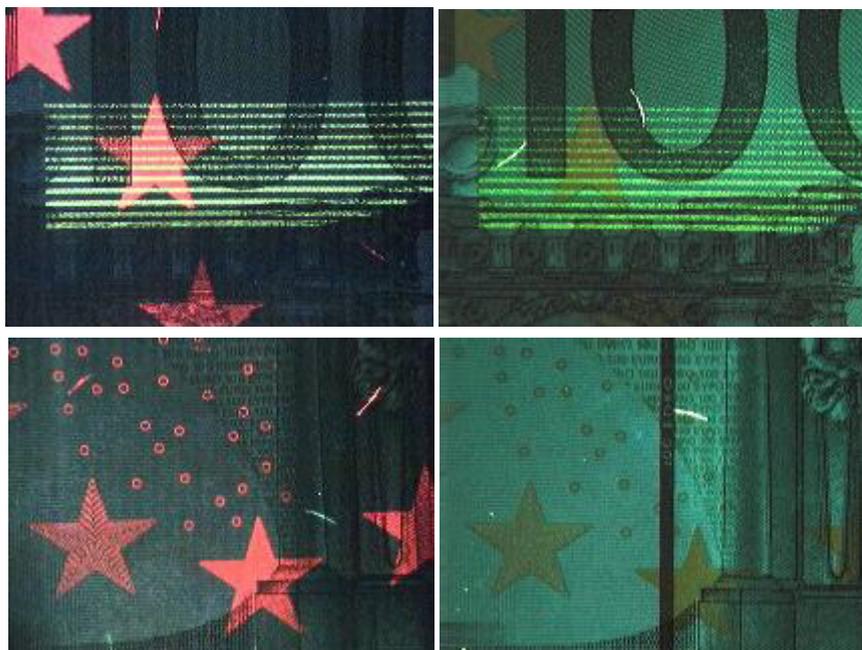


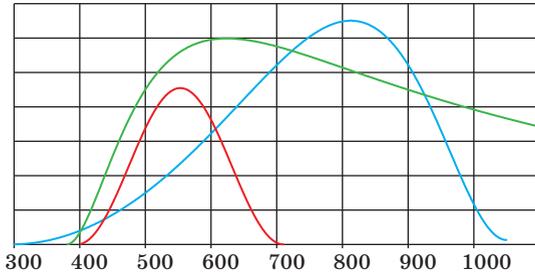
Рис. 6.14. Типовые примеры УФ-люминесценции 100 EUR (справа – подделки)

голубым и желто-зеленым светом люминесцируют хаотично распределенные в бумажной массе защитные волокна (рис. 6.14).

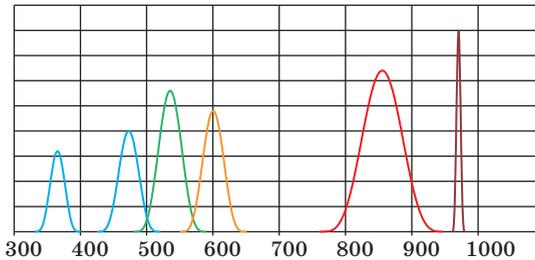
Бумага подделки (справа) имеет выраженную фоновую люминесценцию, на фоне которой наблюдается тушение красителем, имитирующим защитную нить. Пятиконечные звезды и окружности свойствами УФ-люминесценции не обладают. Люминесценция защитных волокон имитирована штриховым нанесением бесцветного люминофора (все штрихи имеют одинаковый цвет свечения и утолщены). Люминесцирующие полосы, имитирующие микротекст, нанесены дополнительно с помощью трафаретной печати.

Приведенные типовые примеры являются краткой иллюстрацией невозможности обеспечить полное воспроизведение защитных признаков подлинных документов кустарными средствами.

Спектральные характеристики человеческого зрения, основных видов излучателей и люминесцентных проявлений



Красным цветом выделена спектральная характеристика чувствительности зрения человека, синим – кремниевых датчиков (ПЗС- и КМОП-матриц), зеленым – спектр излучения галогеновой лампы



Спектральные характеристики излучения светодиодов возбуждения различных видов люминесценции (слева направо): УФ, синего, зеленого, желто-оранжевого, инфракрасного, а также интенсивного ИК-лазера

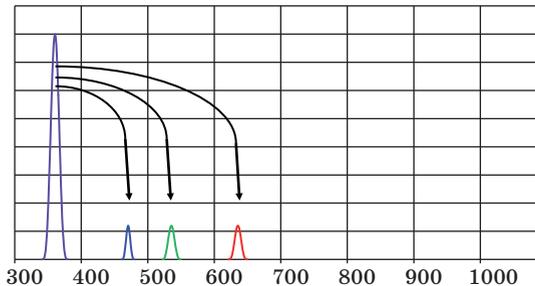


Иллюстрация механизма УФ-люминесценции (возбуждения свечения синих, зеленых и красных люминофоров)

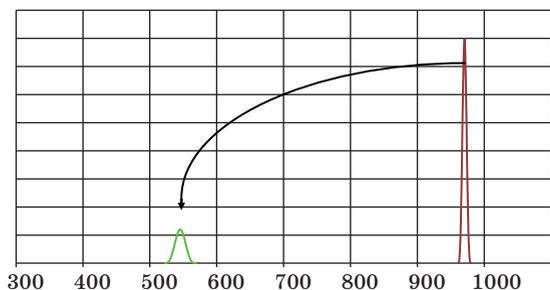


Иллюстрация механизма возбуждения антистоксовой люминесценции при двухфотонном взаимодействии ИК-излучения с люминофором

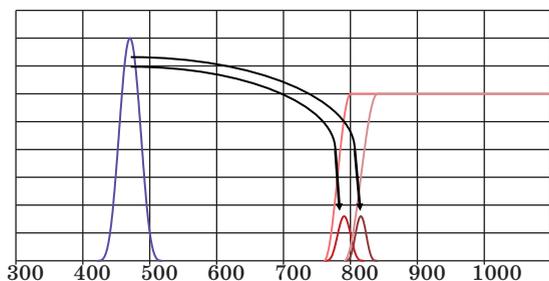


Иллюстрация механизма возбуждения ИК-люминесценции растворителей чернил: слева (красный) – исходной надписи, справа (коричневый) – дописки и разделения спектров этих переизлучений с помощью отрезающих (Г-образных) интерференционных светофильтров

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Защитные признаки банкнот RUR, USD и EUR,

наблюдаемые в режимах проходящего видимого света, УФ-люминесценции и ИК-освещения (краткие иллюстрации на основе материалов профессиональной базы данных электронного справочника по валютам «Expert-S»)

RUR (модификация 2004 г.)

Вид проверки – проходящий видимый свет

Контроль проводится визуально на просвет путем сравнения данных изображений подлинных денежных знаков с соответству-

ющими признаками, наблюдаемыми на исследуемых банкнотах, к которым относятся: водяные знаки, защитные нити, микроперфорации, совмещающиеся изображения и т. п.





Краткое описание защитных признаков:

1. Водяные знаки представляют собой двутоновые числовые обозначения достоинства – на узком купонном поле и многоцветные изображения – на широком.

2. Защитные нити – непрозрачные металлизированные «ныряющие».

3. Отверстия микроперфораций в правой верхней части (при просмотре с лицевой стороны) образуют числовые обозначения достоинства и присутствуют только на банкнотах в 100, 500, 1000 и 5000 рублей.

4. Совмещающиеся изображения присутствуют в неявном виде на участках орнаментальных полос в левой части банкнот.

Примечание. На денежных знаках РФ 1997 г. выпуска защитные нити – встроенные полупрозрачные с минитекстом, микроперфорации отсутствуют.

Вид проверки – УФ-люминесценция

Контроль проводится визуально в затененных помещениях при воздействии на лицевую и оборотную сторону УФ-излучения со средней длиной волны 365 нм путем сравнения данных изображений подлинных денежных знаков с соответствующими признаками, наблюдаемыми на исследуемых банкнотах.

Особое внимание в данном виде проверки следует обращать на отсутствие выраженной фоновой люминесценции собственно бумаги проверяемого денежного знака. При выявлении голубого, равномерного свечения бумаги на данный экземпляр следует обратить особое внимание. При слабом неравномерном (пятнами) свечении бумаги – возможно предположение о воздействии на подлинную банкноту синтетических моющих средств или масел.

Лицевая и оборотная стороны





*Типичный пример голубого свечения локальных пятен
на подлинных банкнотах*

Контроль проводится: на лицевой стороне – по признакам наличия защитных волокон, светящихся под воздействием УФ-излучения красным и сине-зеленым светом, а также желто-оранжевым (по отношению к волокнам с переменным сечением); на оборотной стороне – по признакам наличия аналогичных волокон, а также элементов орнаментального узора, светящихся желто-зеленым светом (допускается разброс цвета свечения от желтого до желто-зеленого).

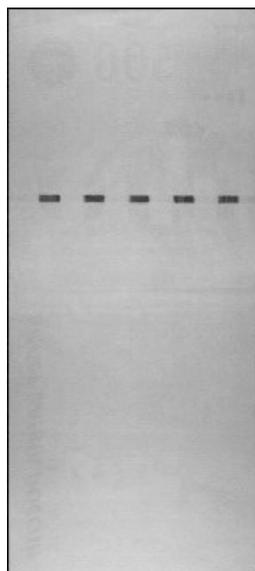
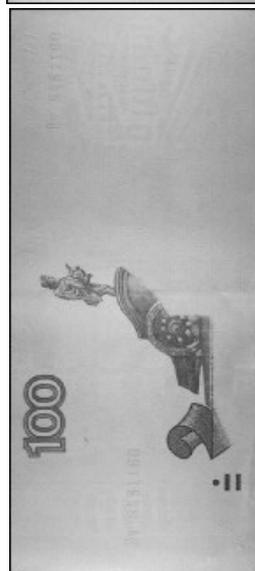
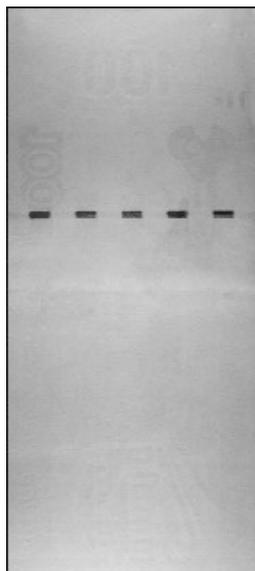
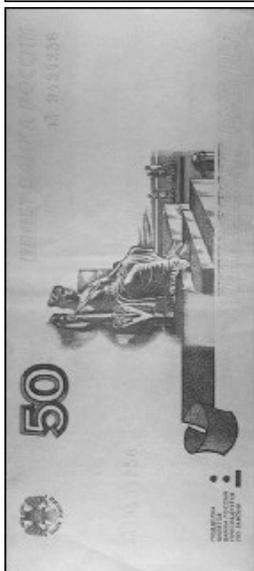
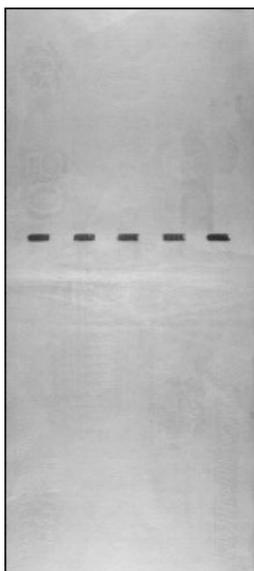
На лицевой стороне банкнот достоинством 5000 р. кроме того наблюдается слабая люминесценция желтого цвета для герба Банка России и повторяющегося числового обозначения достоинства в прямом и перевернутом исполнении на участках всей протяженности защитной нити. На оборотной их стороне наблюдается выраженная УФ-люминесценция желтого цвета на участках оконных выходов защитной нити и двуцветная (красно-зеленая) люминесценция центральной части орнаментального узора в правой части банкноты.

Примечание. Рисунок свечения орнаментального узора на банкнотах достоинством 1000 р. 1997 г. выпуска отличается от приведенного выше.

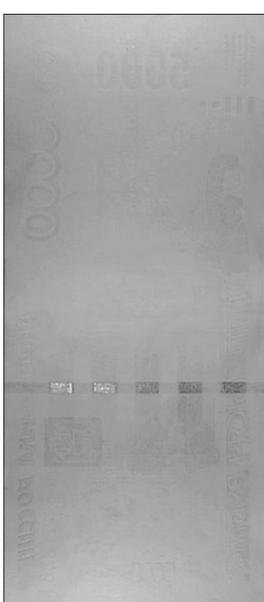
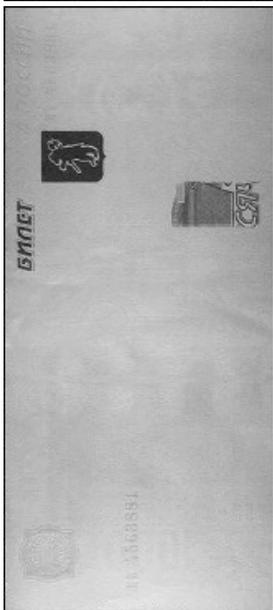
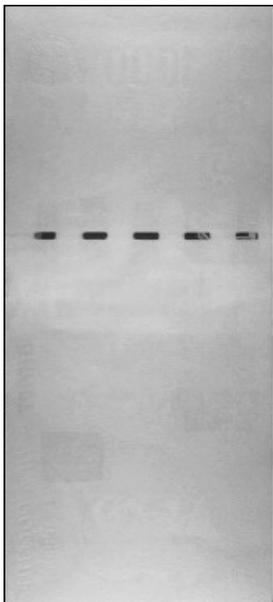
Вид проверки – инфракрасное отраженное освещение

Контроль подлинности банкнот по данным критериям выполняется с помощью телевизионных просмотрных приборов ИК-диапазона.

Лицевая и оборотная стороны



Лицевая и оборотная стороны



Проверка проводится путем сравнения данных изображений с наблюдаемыми на исследуемых банкнотах темными фрагментами, поглощающими ИК-излучение. На других участках банкнот в ИК-освещении красители имеют очень слабый контраст (их изображение на экране монитора практически обесцвечивается). Для фальсифицированных изделий подобное выделение указанных фрагментов отсутствует (наблюдается либо полутонное изображение всех нанесенных красителей, либо полное отсутствие поглощающих фрагментов).

Примечание. Для банкнот 1997 г. выпуска и модификации 2010 г. наблюдаемые фрагменты изображений несколько отличаются от приведенных выше (максимальное отличие наблюдается для денежных знаков в 1000 руб.)

USD (модификации 1996 г. – 2004 г.)

Вид проверки – проходящий видимый свет

Контроль проводится визуально на просвет путем сравнения данных изображений подлинных денежных знаков с соответствующими признаками, наблюдаемыми на исследуемых банкнотах, к которым относятся: водяные знаки, защитные нити и т. п.





Краткое описание защитных признаков:

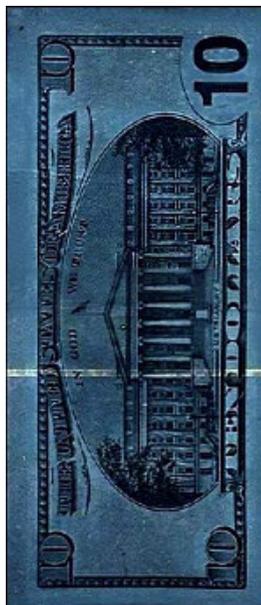
- водяные знаки многоцветные, представляют собой портреты видных исторических деятелей США, размещены в правой части денежных знаков (при просмотре с лицевой стороны банкноты);
- защитные нити – полупрозрачные, с темными на светлом фоне повторяющимися надписями и микроизображениями государственного флага, размещенными вдоль протяженности всей нити.

Контроль производится по признакам идентичности многоцветных водяных знаков, наличию и положению полупрозрачных защитных нитей, четкости и качеству минитекста и микроизображений на них.

Вид проверки – УФ-люминесценция

Контроль проводится визуально в затененных помещениях при воздействии на лицевую и оборотную сторону УФ-излучения со средней длиной волны 365 нм путем сравнения данных изображений подлинных денежных знаков с соответствующими защитными признаками, наблюдаемыми на исследуемых банкнотах.

Лицевая и оборотная стороны



Лицевая и оборотная стороны



Особое внимание в данном виде проверки следует обращать на отсутствие выраженной фоновой люминесценции собственно бумаги проверяемого денежного знака. При выявлении голубого, равномерного свечения бумаги на данный экземпляр следует обратить особое внимание. При слабом неравномерном (пятнами) свечении бумаги – возможно предположение о воздействии на подлинную банкноту синтетических моющих средств или масел.

Контролируемые защитные признаки на лицевой и оборотной стороне – светящиеся при воздействии УФ-излучения защитные нити, вертикальные, с указанным расположением. Цвет свечения нитей изменяется в зависимости от достоинства: (\$5 – голубой); \$10 – желтый; \$20 – зеленый; \$50 – желто-оранжевый, \$100 – розовый.

Люминесцирующие защитные волокна в составе бумаги подлинных денежных знаков слабо выражены или *отсутствуют*.

Вид проверки – ИК-отраженное излучение

Контроль подлинности банкнот по данным критериям выполняется с помощью телевизионных просмотрных приборов ИК-диапазона.

Лицевая и оборотная стороны



Лицевая и оборотная стороны



Лицевая и оборотная стороны



Проверка производится сравнением расположения фрагментов, наблюдаемых на экране монитора в виде *вертикальных полос слабой интенсивности на оборотных сторонах* банкнот в отраженном ИК-освещении, с фрагментами соответствующих изображений, приведенных на оборотной стороне. На участках указанных вертикальных полос в ИК-освещении красители имеют очень слабый контраст (их изображение на экране монитора практически обесцвечивается).

Для фальсифицированных изделий подобное выделение указанных фрагментов, как правило, отсутствует.

На лицевой стороне подлинных денежных знаков печать казначейства и серийные номера, выполненные краской зеленого цвета, наблюдаются с уменьшенной интенсивностью по отношению к другим фрагментам, выполненным краской темного цвета.

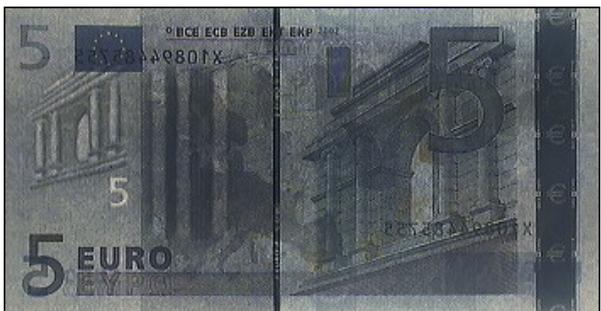
Примечание. На банкнотах США, выпущенных ранее 1996 г., признаки метамерной защиты полностью отсутствуют.

EUR (2002 г.)

Вид проверки – проходящий видимый свет

Контроль проводится визуально на просвет путем сравнения данных изображений подлинных денежных знаков с соответствующими признаками, наблюдаемыми на исследуемых банкнотах, к

которым относятся: водяные знаки, защитные нити, микроперфорации, совмещающиеся изображения и т. п.







Краткое описание защитных признаков:

1. Совмещающиеся изображения: при изучении банкнот на просвет фрагменты цифр обозначения достоинства сверху слева (при просмотре с лицевой стороны) дополняются фрагментами оборотной стороны без разрывов и смещений, образуя единое начертание каждого числа.

2. Водяные знаки на широком купонном поле: многотонный водяной знак повторяет фрагмент основного изображения лицевой стороны. Однотонный водяной знак – светлое изображение числового обозначения достоинства банкноты – расположен снизу от многотонного знака.

3. Справа от них наблюдаются вертикальные полосы различающейся оптической плотности, т. е. полосовой двухтоновый водяной знак, являющийся, кроме того, машиночитаемым кодом.

4. В правой части банкнот при просмотре фольгированных полос и розеток на просвет на центральных участках видны символы «Евро», числа обозначения достоинства, образованные точечной перфорацией, а также прозрачные надписи «EURO – ЕУРО».

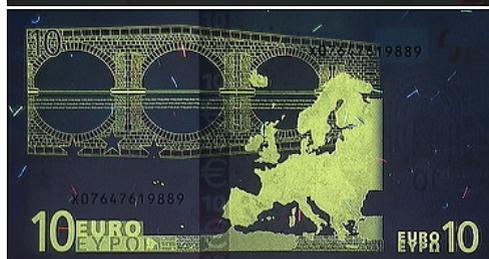
5. Непрозрачная металлизированная защитная нить, расположенная вертикально в средней части банкнот с текстовой надписью, имеет ширину 1 мм. Текст состоит из повторяющихся по вертикали фрагментов «EURO» в прямом и перевернутом исполнении, выполненных в виде негативного минишрифта, и разделяемых двойными числами обозначения достоинства в виде микрошрифта.

Вид проверки – УФ-люминесценция

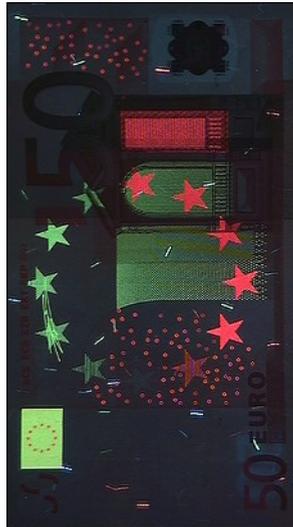
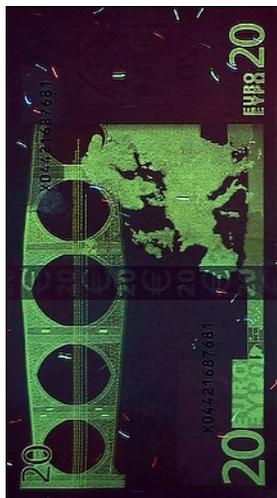
Контроль проводится визуально в затененных помещениях при воздействии на лицевую и оборотную стороны УФ-излучения со

средней длиной волны 365 нм путем сравнения данных изображений подлинных денежных знаков с соответствующими защитными признаками, наблюдаемыми на исследуемых банкнотах.

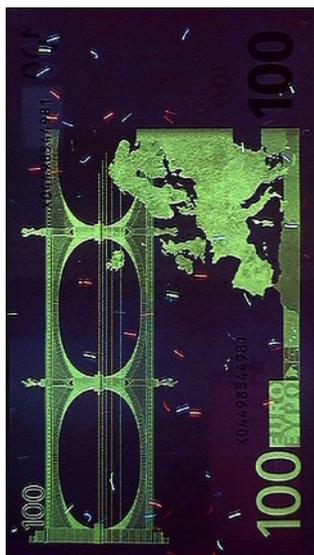
Лицевая и оборотная стороны



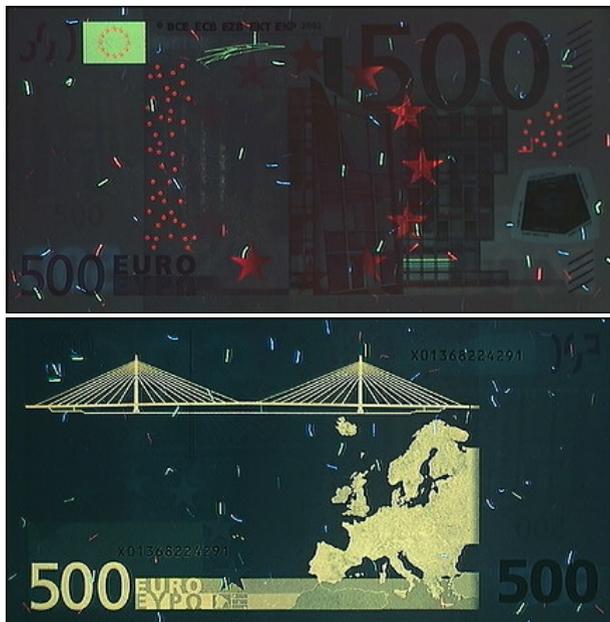
Лицевая и оборотная стороны



Лицевая и оборотная стороны



Лицевая и оборотная стороны



Особое внимание в данном виде проверки следует обращать на отсутствие выраженной фоновой люминесценции собственно бумаги проверяемого денежного знака. При выявлении голубого, равномерного свечения бумаги на данный экземпляр следует обратить особое внимание. При слабом неравномерном (пятнами) свечении бумаги – возможно предположение о воздействии на подлинную банкноту синтетических моющих средств или масел.

Краткое описание защитных признаков:

Лицевая сторона:

1. По всей поверхности банкнот слабым красным, голубым и желто-зеленым светом люминесцируют хаотично распределенные в бумажной массе короткие утолщенные защитные волокна.

2. Фрагменты флага Евросоюза люминесцируют желто-зеленым (фон) и красным (звезды) светом.

3. В верхней центральной части банкнот желто-зеленым светом люминесцирует подпись казначея ЕЦБ, выполненная краской синего цвета.

4. В центральной части банкнот красным светом (для банкноты в 50 Евро дополнительно – зеленым) люминесцируют пятиконечные звезды и разбросанные по полю небольшие окружности, выполненные краской желтого цвета.

5. На лицевой стороне банкнот наблюдается люминесценция желто-зеленым и красным светом отдельных фрагментов фонового рисунка в соответствии с приведенными в левой колонке изображениями.

Оборотная сторона:

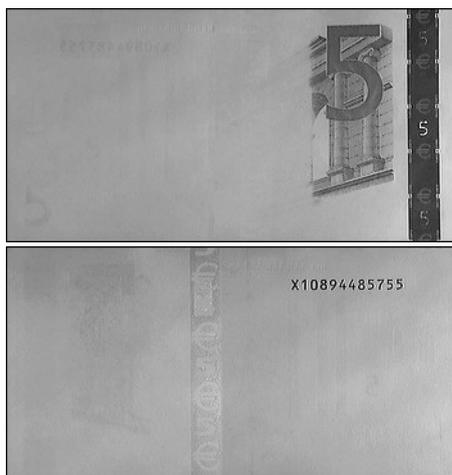
6. По всей поверхности банкноты слабым красным, голубым и желто-зеленым светом люминесцируют хаотично распределенные в бумажной массе короткие утолщенные защитные волокна.

7. Фрагменты оборотной стороны банкнот, выполненные краской темного цвета, в УФ-лучах люминесцируют желто-зеленым светом. Оттенки света люминесценции этих фрагментов могут изменяться от желтого до желто-зеленого.

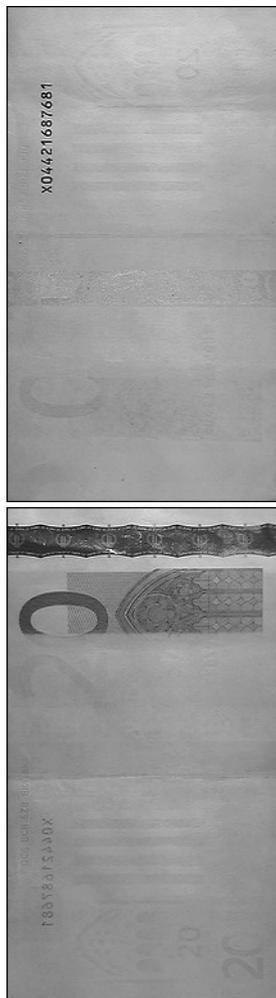
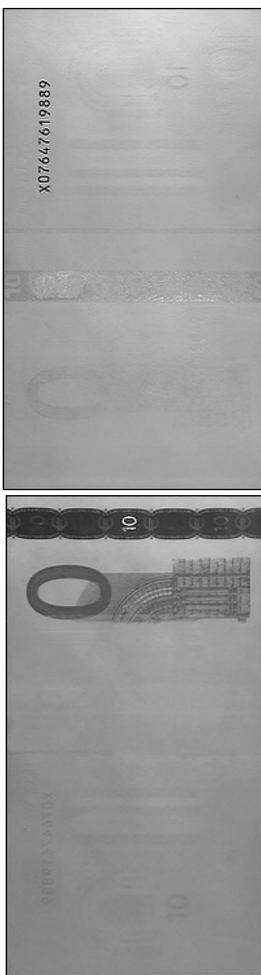
Вид проверки – ИК отраженное излучение

Контроль подлинности банкнот по данным критериям выполняется с помощью телевизионных просмотровых приборов ИК-диапазона.

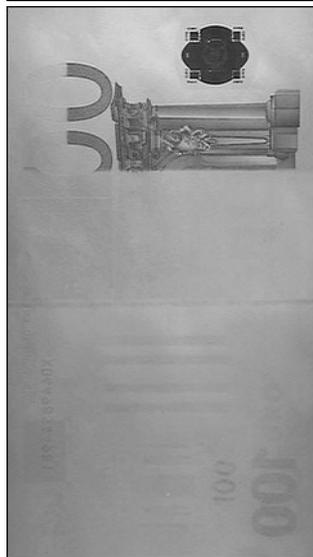
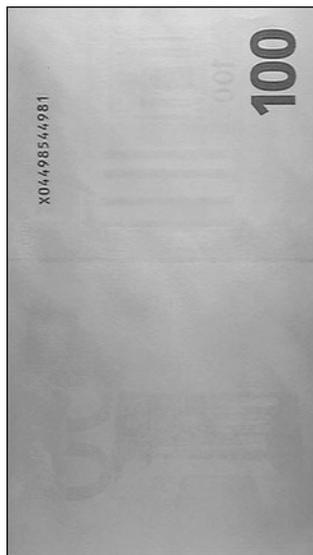
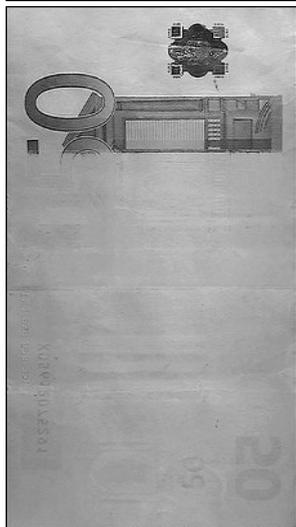
Лицевая и оборотная стороны



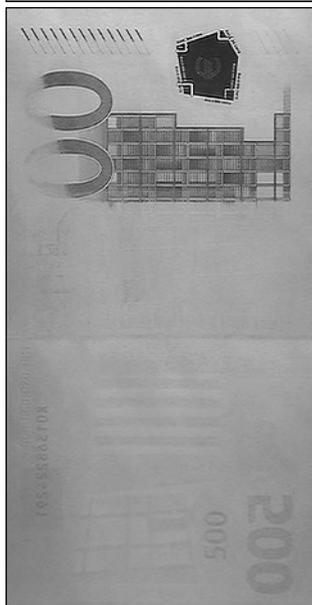
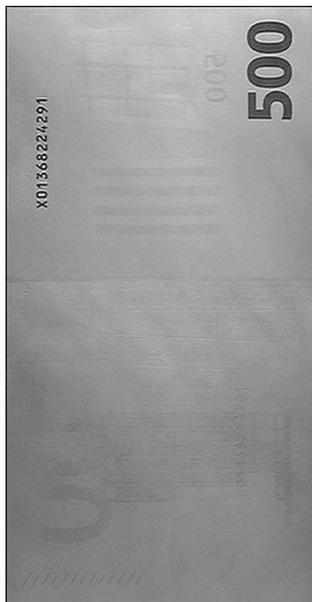
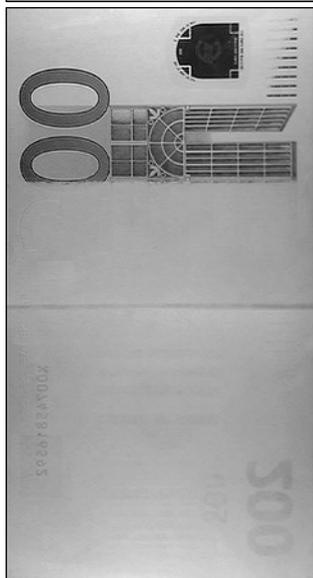
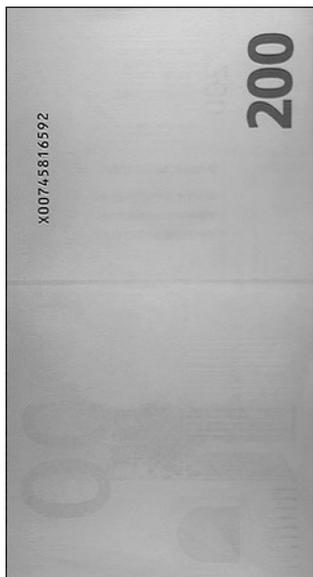
Лицевая и оборотная стороны



Лицевая и оборотная стороны



Лицевая и оборотная стороны



Проверка проводится путем сравнения данных изображений с наблюдаемыми на исследуемых банкнотах темными фрагментами, поглощающими ИК-излучение. На других участках банкнот в ИК-освещении красители имеют очень слабый контраст (их изображение на экране монитора практически обесцвечивается). Для фальсифицированных изделий подобное выделение указанных фрагментов отсутствует (наблюдается либо полутоновое изображение всех нанесенных красителей, либо полное отсутствие поглощающих фрагментов).

На оборотной стороне подлинных денежных знаков в отраженном ИК-освещении наблюдаются только правые серийные номера (на банкнотах в 50, 100, 200 и 500 Евро – дополнительно цифровое обозначение достоинства в правом нижнем углу).

Список литературы

1. Основы проведения экспертизы денежных знаков / В. В. Авдошин, В. А. Баздникин, Ю. А. Вишнякова, С. А. Понизов. Ч. 1: Банкноты: метод. пособие. М.: Европеум-пресс, 1998.
2. Жилкин И. М. Способы защиты бланков ценных бумаг: методика проверки // Ценные бумаги. 2002. № 2.
3. Ионов В. М. Новые технологии защиты и проверки банкнот // Банки и технологии. 2000. № 1.
4. Госсорг Ж. Инфракрасная термография: о, техника, применение: пер. с фр. М.: Мир, 1998.
5. Болотский Б. С. и др. Фальшивые деньги (фальшивомонетничество) / под ред. В. Д. Ларичева. М.: Экзамен, 2002.
6. Евро – новые денежные знаки Европейского союза / Банк России; Экспертно-криминалистический центр МВД РФ. М.: ИнтерКрим-пресс, 2001.
7. Трухачев В. В. Техническое обеспечение проведения экспертизы подлинности документов как один из аспектов экономической безопасности // Специальная техника. 2001. № 5.
8. http://solutions.3m.com/en_US
9. <http://www.gi-de.com/en/index.jsp>.
10. <http://www.delarue.com>.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список условных сокращений.....	3
Введение.....	4
1. Основные признаки защищенных документов, реализуемые при производстве бумаги	5
2. Защитные признаки, заключающиеся в специфичности красителей и способов печати	17
3. Процесс полиграфического производства и способы печати.....	29
4. Защитные признаки, реализуемые в дизайне изображений защищенных документов, и латентные графические ловушки	40
5. Технические средства контроля подлинности и проведения экспертизы защищенных документов	52
6. Основные приемы имитации защитных признаков и краткие рекомендации по выявлению несанкционированной репрографии.....	66
Приложение 1	80
Приложение 2	81
Список литературы	108

Учебное издание

Трухачев Валерий Владимирович
Сергеев Михаил Борисович

**ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ
ДЕНЕЖНЫХ ЗНАКОВ
И ЦЕННЫХ БУМАГ**

Учебное пособие

Редактор *Г. Д. Бакастова*
Компьютерная верстка *А. Н. Колешко*

Сдано в набор 15.10.12. Подписано к печати 10.12.12. Формат 60 × 84 1/16.
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 6,39. Уч.-изд. л. 6,87.
Тираж 100 экз. Заказ № 628.

Редакционно-издательский центр ГУАП
190000, Санкт-Петербург, Б. Морская ул., 67