

Д. С. Лушников, С. Б. Одинокоев,
А. Ю. Павлов

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС “ГОЛОИНИД” ДЛЯ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ЗАЩИТНЫХ ГОЛОГРАММ СО СКРЫТЫМ КОДИРОВАННЫМ ИЗОБРАЖЕНИЕМ

Рассмотрены недостатки существующих методов защиты материальных объектов от подделки. Предложен альтернативный метод защиты, основанный на создании в защитных голограммах скрытых кодированных микроизображений при помощи лазерной микроперфорации. Описан алгоритм кодирования для получения защитной голограммы со скрытым кодированным микроизображением, а также алгоритм регистрации и декодирования скрытого кодированного микроизображения для идентификации защитной голограммы. Рассмотрен алгоритм работы программно-аппаратного комплекса для индивидуализации и идентификации защитных голограмм со скрытым кодированным микроизображением.

Актуальность разработки и применения программно-аппаратного комплекса “ГОЛОИНИД” связана с возрастающей потребностью защиты от массовой подделки материальных объектов. От подделки страдают бумажные документы (банкноты и ценные бумаги, нотариальные документы, удостоверения личности и сертификаты и т.п.), дорогостоящие эксклюзивные товары известных марок и изделия массового производства (парфюмерия, спиртные напитки, сигареты, лекарственные препараты и т.д.), произведения искусства, аудио- и видеопродукция и программное обеспечение, кредитные карты и др. Рост подделок обусловлен значительным прогрессом в области копировальной и полиграфической техники, а также вычислительных средств совместно с устройствами ввода-вывода. Это привело к тому, что в настоящее время традиционные методы защиты не могут успешно противостоять копированию и имитации.

Анализ методов защиты материальных объектов от подделки. Среди распространенных в настоящее время методов защиты можно выделить следующие:

- полиграфический метод, основанный на создании при помощи полиграфической печати специальных защитных элементов в виде микроизображений, штрих-кодов, бар-кодов и др.;
- голографический метод, основанный на процессе формирования защитных элементов на стадии получения мастер-голограммы [1–9];
- метод лазерной нумерации, заключающийся в нанесении серии и номера на изделие (в частности, на голограмму) при помощи лазерного нумератора.

Исторически первым появился полиграфический метод, однако он как самостоятельный (отдельный) метод защиты практически не используется. Это связано с доступностью практически профессиональной полиграфической аппаратуры для рядового потребителя, вследствие чего возможность подделки большинства широко используемых полиграфических элементов защиты не представляет большого труда. Радужные защитные голограммы и голографические защитные элементы в них на какое-то время смогли удовлетворить потребность в качественной защите изготовителей и потребителей различного рода товаров и документов. Однако сегодня такой способ защиты в качестве самостоятельного также не применяется, это связано с тем, что все голографические защитные элементы вносятся в голограмму еще на стадии получения оптической мастер-голограммы. Поэтому все защитные

элементы с данной мастер-голограммой будут одинаковыми для всей партии голограмм, поскольку данная партия получена путем тиражирования одной и той же мастер-голограммы. Кроме того, вследствие присутствия в каждой голограмме партии одинаковых защитных голографических элементов возникает невозможность идентификации каждой голограммы в отдельности (индивидуализации голограммы). Для устранения этого недостатка каждую голограмму нумеруют лазером. При этом появляется возможность индивидуализировать, а следовательно, и идентифицировать каждую голограмму в отдельности. Однако лазерная нумерация недостаточно надежно защищает голограммы, поскольку проводится в основном не с целью их защиты, а скорее с целью учета. Данный элемент голограммы не является скрытым, наблюдается визуально, и, следовательно, существует возможность его подделки.

Наиболее эффективным в настоящий момент считается комбинированный способ защиты товара или документа от подделки. Такой способ включает в себя полиграфические и голографические элементы защиты, а, кроме того, также и лазерную нумерацию. Это позволяет усложнить процесс подделки полученного таким способом комбинированного защитного элемента, однако значительно удорожает процесс его получения. Кроме того, комбинированный защитный элемент по-прежнему будет иметь недостатки всех составляющих защитных компонентов.

Поэтому возникла необходимость разработать новый метод защиты голограмм, а следовательно, и маркированных ими изделий и документов от подделки. Основными требованиями к элементу защиты, полученному по вновь разработанному методу, являются простота получения данного защитного элемента, а также сложность его повторения (подделки). Такие защитные элементы должны быть разными на разных голограммах одной серии, что позволит не только контролировать подлинность голограмм, но и отличать одну голограмму от другой.

В качестве нового защитного элемента, позволяющего защитить голограмму от подделки, было выбрано скрытое кодированное микроизображение, вносимое в голограмму при помощи лазерной микроперфорации уже на конечном этапе производства серии голограмм, т.е. уже после тиражирования.

Состав и принцип работы программно-аппаратного комплекса “ГОЛОИНИД”. С ростом объема производства защитных голограмм растет также потребность в приборах и системах контроля подлинности защитных голограмм, а также их индивидуализации. Разработанный программно-аппаратный комплекс “ГОЛОИНИД” предназначен для получения, регистрации и декодирования (в случае необходимости) скрытых микроизображений, зарегистрированных на защитной голограмме путем лазерной перфорации. При защите голограмм от подделки решаются следующие задачи:

- индивидуализация защитных голограмм с помощью лазерной микроперфорации в виде скрытых кодированных изображений;
- идентификация и контроль подлинности защитных голограмм путем считывания скрытых кодированных микроизображений.

Программно-аппаратный комплекс “ГОЛОИНИД” включает в себя лазерный микроперфоратор для индивидуализации защитных голограмм, оптико-электронный прибор считывания микроизображений для идентификации защитных голограмм.

Лазерный микроперфоратор и оптико-электронный прибор считывания микроизображений показаны на рис. 1.

Кроме того, в состав комплекса входит специализированное программное обеспечение, позволяющее получать микроизображения с помощью лазерного микроперфоратора, а также обрабатывать полученные при помощи оптико-электронного прибора считывания микроизображения по определенному алгоритму и принимать решение о подлинности голограмм.

Принцип действия комплекса следующий.

Полупроводниковый лазер микроперфоратора через систему зеркал и объектив подсвечивает сфокусированным пучком заданную область на защитной голограмме.

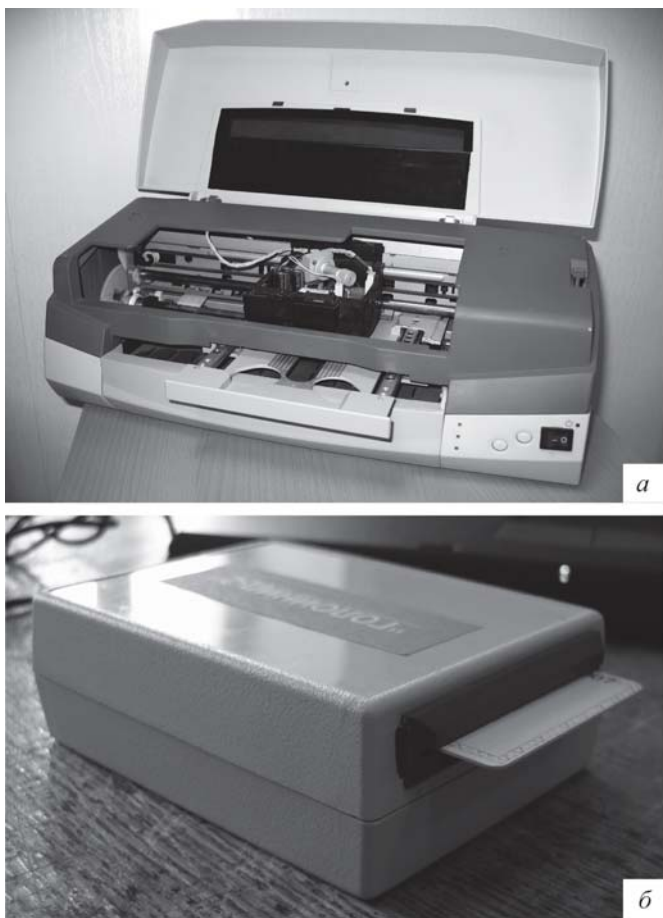


Рис. 1. Лазерный микроперфоратор для индивидуализации защитных голограмм (а) и опико-электронный прибор считывания микроизображений для идентификации защитных голограмм (б)

Благодаря высокой плотности мощности лазерного излучения, получаемой в сфокусированном пятне, происходит лазерная перфорация термолакowego (с покрытием алюминия) слоя защитной голограммы.

Опико-электронный прибор считывания микроизображений, предназначенный для идентификации защитных голограмм, работает следующим образом: защитная голограмма с микроизображением, полученным лазерной перфорацией, подсвечивается некогерентным источником излучения. Далее микроизображение проецируется объективом на фоточувствительную площадку видеокamеры. Затем сигнал с камеры выводится из устройства по кабелю в персональный компьютер. Полученное изображение обрабатывается при помощи специализированного программного обеспечения по определенному алгоритму и выносятся решение о подлинности голограммы, а также производится ее идентификация. На рис. 2 приведено изображение на экране компьютера при работе данного программного обеспечения.

На рис. 3, а представлена модель скрытого кодированного микроизображения, а на рис. 3, б — фотография соответствующего скрытого кодированного микроизображения, которое перфорируется на защитной голограмме. Скрытое кодированное микроизображение представляет собой совокупность набора оптических бит, которые составляют информационное поле, и реперных объектов для захвата и обработки изображения.

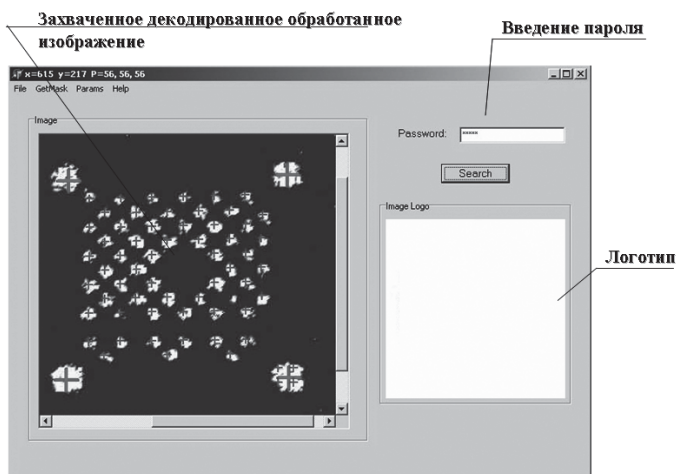


Рис. 2. Копия программируемого экрана для определения подлинности защитных голограмм со скрытыми кодированными микроизображениями

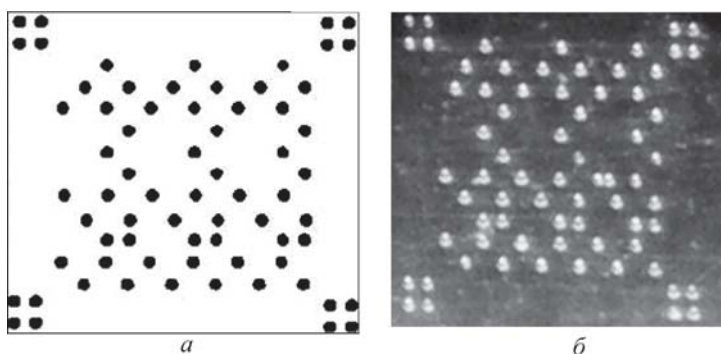


Рис. 3. Модель (а) и фотография (б) скрытого кодированного микроизображения

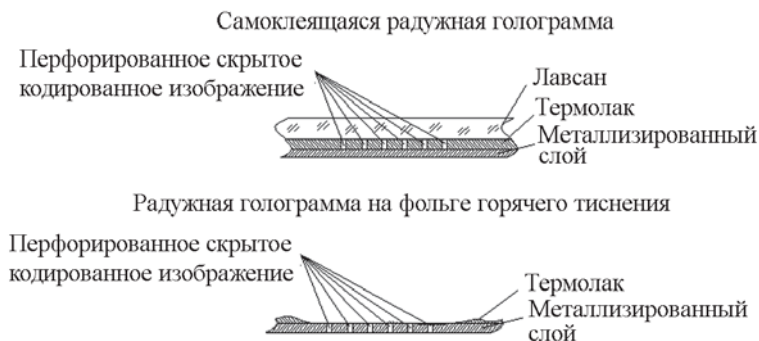


Рис. 4. Варианты лазерной микроперфорации на различных типах носителей

На рис. 4 показаны возможные варианты лазерной микроперфорации. “Ноу-хау” технологии состоит в возможности лазерной микроперфорации как в слое термолака, который лежит между слоями лавсана и металлизированным слоем (для самоклеящейся радужной голограммы), так и непосредственно в металлизированном слое (для радужной голограммы на фольге горячего тиснения). При перфорации в слой термолака в случае для самоклеящейся голограммы такую перфорацию невозможно

подделать механически, так как при этом нарушится слой лавсана, или на лазерных граверах с длиннофокусной оптикой, так как в этом случае возможно разрушение слоя лавсана и металлизированного слоя.

Алгоритмы кодирования для получения защитной голограммы со скрытым кодированным микроизображением и регистрации и декодирования скрытого кодированного микроизображения для идентификации защитной голограммы. В процессе создания комплекса “ГОЛОИНИД” был разработан алгоритм кодирования для получения защитной голограммы со скрытым кодированным микроизображением (для лазерного микроперфоратора). Суть алгоритма состоит в следующем.

Этап 1. Получение бинарного слова (скрытого кодированного микроизображения). На данном этапе при помощи программного или аппаратного генератора случайных чисел получается так называемое бинарное слово, которое представляет собой набор цифр “0” и “1”. При этом в скрытом кодированном микроизображении за отсутствие информационной точки отвечает “0”, а за ее наличие — “1”.

Этап 2. Сохранение скрытого кодированного микроизображения, пароля и информации о носителе, маркированном защитной голограммой. На данном этапе в базу данных вводятся: бинарное слово как интерпретатор скрытого кодированного микроизображения, информация о носителе защитной голограммы и пароль, позволяющий получить доступ к процессу идентификации голограммы. Пароль может представлять собой переведенную в буквы часть бинарного слова, что позволит однозначно связать между собой скрытое кодированное микроизображение и пароль.

Этап 3. Перфорация скрытого кодированного микроизображения. На данном этапе из бинарного слова формируется структура микроизображения, также в него вносятся реперные объекты, необходимые на стадии считывания данного микроизображения. Далее микроизображение передается на лазерный перфоратор, производится определение режимов перфорации (мощность излучения при перфорации, длительность импульса и т.д.), а затем скрытое кодированное микроизображение перфорируется в защитной голограмме.

В процессе создания комплекса “ГОЛОИНИД” был также разработан алгоритм регистрации и декодирования скрытого кодированного микроизображения для идентификации защитной голограммы (для оптико-электронного прибора считывания микроизображений для идентификации защитных голограмм). Суть алгоритма состоит в следующем.

Этап 1. *Считывание скрытого кодированного микроизображения.* Оптико-электронный прибор считывания микроизображений для идентификации защитных голограмм считывает микроизображения, после чего изображение передается на компьютер.

Этап 2. *Обработка считанного микроизображения.* С использованием реперных объектов изображения привязываются к координатной сетке, распознаются информационные точки, после чего полученному микроизображению ставится в соответствии бинарное слово (информационной точке в бинарном слове соответствует “1”, а отсутствию информационной точки в узле сетки соответствует “0”).

Этап 3. *Идентификация голограммы.* Полученное бинарное слово сравнивается с эталонным, которое достается из базы данных по введенному паролю. В случае совпадения проверяемого бинарного слова с эталонным бинарным словом из базы данных передается информация, соответствующая носителю, маркированному данной защитной голограммой.

Преимущества компонентов комплекса “ГОЛОИНИД” перед аналогами. Область применения оптико-электронного комплекса “ГОЛОИНИД” связана с определением подлинности таких носителей, маркированных защитными голограммами, как бумажные документы; дорогостоящие эксклюзивные товары известных марок и изделия массового производства; произведения искусства; аудио-видеопродукция и программное обеспечение, кредитные карты и т.д.

В настоящее время разработанный оптико-электронный комплекс “ГОЛОИНИД” работает с защитными голограммами, нанесенными на пластиковые карты стандарт-

ного размера 85,6×51 мм. При необходимости возможна доработка комплекса для носителей любого типа.

Преимущества лазерного микроперфоратора для индивидуализации защитных голограмм как одного из компонентов комплекса “ГОЛОИНИД” перед аналогами заключается в том, что он способен получать скрытое кодированное микроизображение в голограммах, не разрушая поверхностных слоев самих голограмм. Это достигается в результате использования в микроперфораторе светосильной короткофокусной оптики.

Преимущества опико-электронного прибора идентификации защитных голограмм как одного из компонентов комплекса “ГОЛОИНИД” перед аналогами следующие:

- высокая вероятность правильной идентификации проверяемой голограммы;
- отсутствие потребности в дополнительных устройствах для ввода и обработки восстановленного декодированного изображения на компьютере;
- портативность устройства.

Результаты и выводы. По разработанным алгоритмам кодирования, регистрации и декодирования скрытого кодированного микроизображения при идентификации защитной голограммы был создан программно-аппаратный комплекс “ГОЛОИНИД”. Данный комплекс позволил создать и проконтролировать новый защитный элемент для голограммы – скрытое кодированное микроизображение.

В результате проведенных исследований удалось получить скрытое кодированное микроизображение в термолаковом слое радужной самоклеящейся голограммы со следующими параметрами: размер информационной точки 50...70 мкм; период между точками 40...70 мкм.

При этом время получения скрытого кодированного изображения размером 6×12 мм информационных точек составило 40 с, а время идентификации защитной голограммы с перфорированным на ней микроизображением такого размера составило 5 с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. J o h n E. W r e e d e et al. Encoded hologram for producing a machine readable and a human readable image, Patent USA. No 5.499,116 of Mar. 12, 1996.
2. Г а л ь п е р н А. Д. Голографическое устройство для воспроизведения кодирующих элементов. Патент Российской Федерации № 2110411 от 10.05.98 г.
3. Б о б р и н е в В. И., Г у л а н я н Э. Х. Голограммы с протяженным опорным источником // Квантовая электроника. – 1971. – Вып. 4.
4. S o n g s a n L a i. Security holograms using an encoded reference wave // Optical Engineering. – 1996. – Vol. 35, no. 9, September.
5. R e f r e g i e r P., J a v i d i B. Optical image encryption based on input plane and Fourier plane random encoding // Opt. Lett. – 1995. – V. 20. – P. 767–769.
6. J a v i d i B., S e r g e n t A., Z h a n g G., G u i b e r t L. Fault tolerance properties of a double phase encoding encryption technique // Opt. Eng. – 1997. – V. 36, No 4. – P. 992–998.
7. J a v i d i B., Z h a n g G., L i J. Experimental demonstration of the random phase encoding technique for image encryption and security verification // Opt. Eng. – 1996. – V. 35, no. 9. – P. 2506–2512.
8. Б о н д а р е в Л. А., К у р а к и н С. В., К у р и л о в и ч А. В., О д и н о к о в С. Б., С м ы к А. Ф. Устройство для контроля подлинности голограмм, Патент Российской Федерации № 2103741 от 27.01.98 г.
9. D a v i d B., P i z z a n e l l y J. Holograms for security markings, Patent USA. No. 5.623,347 of Apr. 22, 1997.

Статья поступила в редакцию 15.04.2008

Дмитрий Сергеевич Лушников родился в 1978 г., окончил в 2002 г. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Научный сотрудник НИИ радиоэлектронной техники МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор около 20 научных работ в области оптоэлектронной обработки информации и голографии.

D.S. Lushnikov (b. 1978) graduated from the Bauman Moscow State Technical University in 2002. Research worker of “Radio Electronics and Laser Technology” research institute of the Bauman Moscow State Technical University. Author of 30 publications in the field of holography and optoelectronic information processing.



Сергей Борисович Одинокоев родился в 1950 г., окончил в 1973 г. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Канд. техн. наук, доцент кафедры “Лазерные и оптико-электронные системы” МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор около 130 научных работ в области оптоэлектронной обработки информации и голографии.

S.B. Odinokov (b. 1950) graduated from the Bauman Moscow Higher Technical School in 1973, Assoc. professor of the “Laser and Optoelectronic Systems” department of the Bauman Moscow State Technical University. Member of the Rozhdestvensky Optical Society. Author of more than 130 publications in the field of holography and optoelectronic information processing.



Александр Юрьевич Павлов родился в 1983 г., инженер НИИ радиоэлектронной техники МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор трех научных работ в области голографии.

A.Y. Pavlov (b. 1983) — engineer of “Radio Electronics and Laser Technology” research institute of the Bauman Moscow State Technical University. Author of 3 publications in the field of holography.

