

6. Хорошие результаты можно ожидать от Германии, России, Чехии в двух стандартах.

Заключение. Можно отметить, что страны – авторы стандартов не всегда занимают первое место в рейтинге по площадям (например, у России $s_1=1,725$, а у Германии $s_3=1,831$ и Чехии $s_5=1,873$). При использовании стандарта Республики Беларусь наблюдается похожая картина (у Беларуси $s_6=1,984$, а у Германии $s_3=2,043$, у Чехии $s_5=1,990$). Большинство стран значительно могут повысить свои оценки лишь благодаря агитации по сокращению потребления сахара населением, например, при соблюдении нормы потребления сахара по норме РФ Польша стала бы лидером с отрывом от остальных стран ($s_4=2,141$), Россия приблизилась бы вплотную к первому месту, а Беларусь обошла бы Австрию более значимо. Этот пример показывает, как можно управлять процессом рационализации питания, повышением качества изделий и т. п. Процентное соотношение между конкретной парой диаграмм может характеризовать и их отличие по качеству процессов или объектов. Главное достоинство метода в том, что он дает комплексную оценку для сравнения объектов с разнородными показателями. В частности, это свойство можно использовать при мониторинге выполнения различных программ по рациональному питанию населения различных стран. О широте диапазона применения радарных диаграмм в их классической форме можно судить по публикациям [6-8], что говорит также о широком диапазоне использования предлагаемой модификации метода. Хорошо использовать систему МАТКАД, которая удобна для многократных вычислений площадей радарных диаграмм, а также имеющиеся в сети Интернет бесплатные программные средства для их вычерчивания.

Детальное знакомство с материалами в источниках [1-5] показало сложность рассмотрения проблемы одновременно для всех регионов мира. Рекомендации о питании на основе пищевых продуктов должны быть приспособлены к потребностям жителей конкретной страны, обеспечивать их удовлетворение в пищевых продуктах и снижать угрозу различных заболеваний. Они должны соответствовать направлениям государственной политики, способствующим повышению безопасности пищевых продуктов, здоровой окружающей среде и укреплению продовольственного сектора местной экономики.

Разные страны принимают свои рекомендации в зависимости от наличия и приемлемости условий обеспечения продуктами. Для того, чтобы можно было полноценно реализовать рекомендации о питании, они должны принимать во внимание структуру фактического питания и распространенность угроз, вызванных географическим положением и сложившейся структурой питания. При разработке рекомендаций о питании медицинским работникам необходимо про-

анализировать данные о преждевременной смертности, заболеваемости, рационе питания и пищевом статусе. Это позволит добиться того, что рекомендации будут полностью соответствовать национальным условиям.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Каменева, С. В. Статистическое исследование потребления продуктов питания населением разных стран // Экономические исследования и разработки. Научно-исследовательский журнал [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа : <http://edrf.ru/article/03-06-2018>. – Дата доступа : 21.07.2019.
2. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности РФ: Указ Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. N 120 // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : docs.cntd.ru/document/902195504 – Дата доступа : 21.07.2019.
3. Доктрина национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 15 декабря 2017 г. N 962 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://pravo.by/document/?guid=3961&p0=C21700962>.
4. Статистика потребления продуктов питания килограммов в год на душу в странах мира и России // Справочные таблицы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://infotables.ru/statistika/74-demografiya-v-stranakh-mira/827-potreblenie-produktov-pitaniya> – Дата доступа : 20.07.2019.
5. Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 19 августа 2016 г. № 614 // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : docs.cntd.ru/document/420374878 – Дата доступа : 21.07.2019.
6. Матюшков, Л. П. Метод оценки сложных однородных объектов / Л. П. Матюшков, М. Н. Григорович // Вестник БрГУ. – 2009. – № 1(36). – С. 136–142.
7. Матюшков, Л. П. Использование рейтинговых оценок в снижении риска возврата кредита организациями / Л. П. Матюшков, И. В. Пилипчук // Вестник БрГУ. – 2014. – № 1, сер. 2 : История. Экономика. Право. – С. 104–110.
8. Матюшков, А. Л. Нейронная сеть для установления рейтинга объекта / А. Л. Матюшков, Г. Л. Матюшкова // Вестник БрГУ. – 2017. – № 5(107): Физика, математика, информатика. – С. 58.

31.01.2020

MATYUSHKOV L. P., PILIPCHUK I. V., MURAVYEV G. L., VAITCHEHOVICH O. Yu. Radar diagrams for processes and objects with specified parameters (standards)

The article deals with a special case when exemplary indicators of processes and objects are set in advance. For this case, the necessary changes are presented in the preparation of information and the formula for calculating the areas of the corresponding radar diagrams. The process of adapting the application of the radar diagram method is illustrated by examples from the field of assessing the nutrition of the population according to the existing state standards of the Russian Federation and the Republic of Belarus, as well as for a number of European countries with a similar structure for selecting food products.

519.725;007.001.362;528.85/.87(15)

• •

-

Введение. Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) является незаменимым инструментом для изучения и мониторинга планеты, помогающим эффективно использовать и управлять ее ресурсами.

Областью применения являются сельское хозяйство, геологические и гидрологические исследования и другие. Для решения многих научных и прикладных задач ДЗЗ все более востребованными ста-

Перцев Дмитрий Юрьевич, ст. преподаватель кафедры электронных вычислительных машин Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. Беларусь, БГУиР, 220013, г. Минск, ул. Бровки, 6.

новятся гиперспектральные спектрометры с матричными фотоприемниками, среди которых наиболее перспективными являются интерференционные, использующие в своей работе один из интерферометров, например, Саньяка (рисунок 1) [1]. В результате съемки формируется Фурье-интерферограмма.

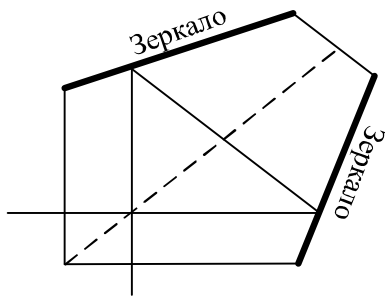


Рисунок 1 – Интерферометр Саньяка

Для перехода к спектральному кубу к каждой интерферограмме $F_i(\Delta)$ применяется обратное Фурье-преобразование [2]:

$$B_i(\sigma) = \int_0^{\infty} F_i(\Delta) \cos(2\pi\sigma\Delta) d\Delta, \quad (1)$$

где $F_i(\Delta)$ – i -я интерферограмма, $\Delta = 2t$ – разность хода между интерферирующими пучками (изменяется во времени за счет перемещения одного из зеркал на расстояние t), $\sigma = \frac{1}{\lambda}$ – волновое число, см^{-1} , λ – длина волны, см .

Целью проведенного исследования является оценка применимости алгоритмов предсказания для уменьшения динамического диапазона значений и сжатия Фурье-интерферограмм.

1. Алгоритмы сжатия на основе предсказания

Алгоритмы сжатия на основе предсказания основаны на следующем подходе (рисунок 2) [3]: во входном потоке выделяется некоторая окрестность, для которой выполняется вычисление y_n (предсказание), полученное значение вычитается из оригинального значения y_n и формируется ошибка предсказания :

$$e = y_n - \hat{y}_n. \quad (2)$$

После этого применяется один из алгоритмов энтропийного кодирования, в результате чего формируется сжатый поток данных. В качестве алгоритма кодирования могут использоваться, например, коды Голomba-Райса [4] или арифметический кодек [5].

Основное различие между алгоритмами сжатия заключается в блоке предсказания. Наиболее распространенными и простыми являются алгоритмы минимума, максимума, медианный и среднего арифметического [3, 6].

Предсказываемое значение определяется на основе значений M , N , K в окрестности 2×2 (рисунок 3) в соответствии с выбранным критерием минимума, максимума, медианного и среднего значения. При использовании критериев минимума или максимума определяются минимальное и максимальное значения в окрестности, которые считаются предсказанными.

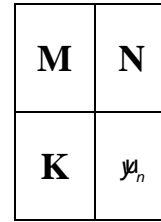


Рисунок 3 – Окрестность 2×2

Предсказание на основе медианы выполняется по формуле:

$$y_n = \begin{cases} \min & M \geq \max \\ \max & M \leq \min, \\ \max + \min - M \end{cases} \quad (3)$$

где $\min = \min(N, K)$, $\max = \max(N, K)$.

Предсказание на основе среднего значения выполняется по формуле:

$$y_n = \left\lfloor \frac{K + N}{2} \right\rfloor, \quad (4)$$

где $\lfloor \cdot \rfloor$ – целая часть числа.

2. Код Голomba-Райса

Код Голomba-Райса [7] является разновидностью энтропийного кодера и предназначен для кодирования бинарных событий, сильно асимметричных по вероятности. При этом входной поток делится на участки фиксированной длины (размер блока – num). Для каждого участка определяется оптимальный делитель ID . Для этого выполняется оценка текущего значения ID , $(ID - 1)$ и $(ID + 1)$. В качестве оценки используется выражение:

$$value = \sum_{i=0}^{num} \left(\frac{x_i}{2^{ID}} + ID + 1 \right), \quad (5)$$

где ID – текущее значение делителя, x_i – кодируемое значение.

Из трех значений ID выбирается то, для которого $value$ минимальное.

После определения делителя для каждого значения x_i из анализируемого множества вычисляется целая часть $q = \left\lfloor \frac{x_i}{ID} \right\rfloor$, где

$\lfloor \cdot \rfloor$ – целая часть, и остаток от деления $r = x_i - q \cdot ID$.

Целая часть q передается в выходной поток в унарном коде, который преобразует число q в последовательность из q нулей и последней единицы. После этого кодируется r как обычный бинарный код.

Таким образом, формируемая выходная последовательность имеет вид, показанный на рисунке 4.

3. Анализ применимости алгоритмов предсказания к Фурье-интерферограммам

Простейшим способом определения эффективности работы алгоритмов предсказания, работающих в диапазоне $[\min, \max]$, является изучение распределения значений исходного куба данных.

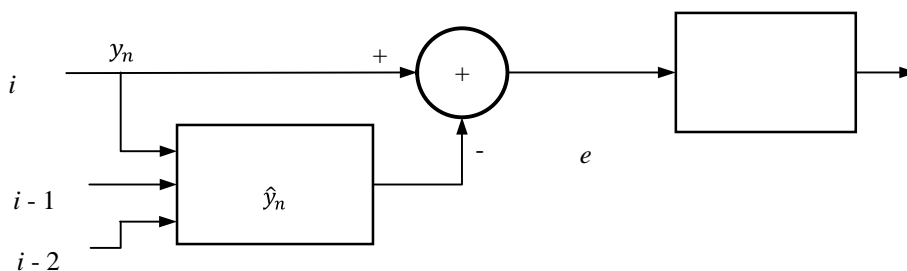


Рисунок 2 – Общий вид алгоритма сжатия на основе предсказания

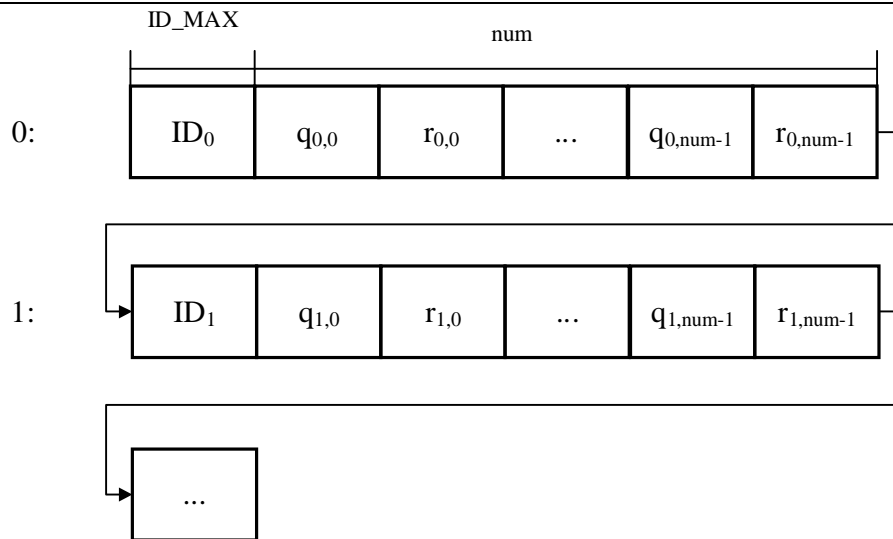
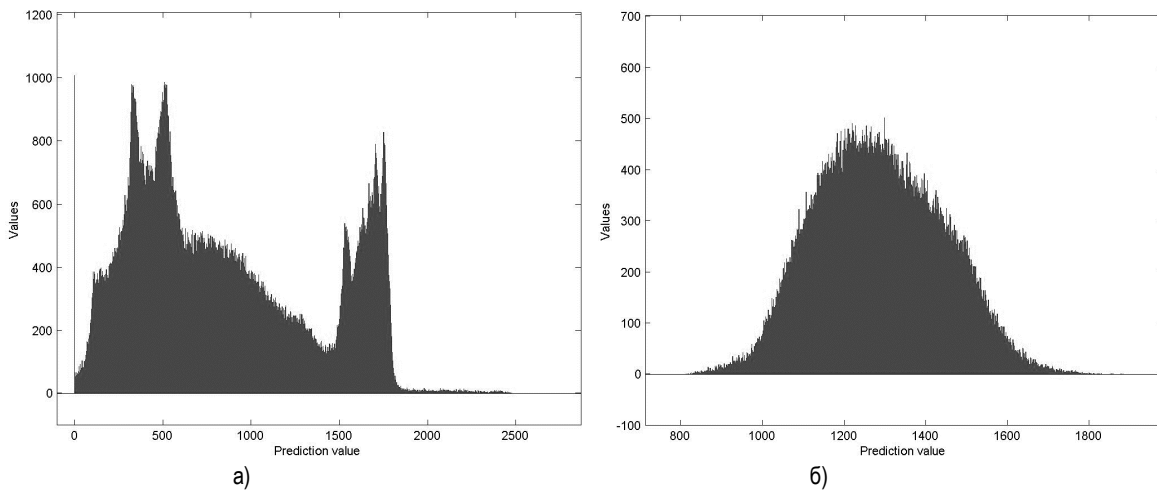
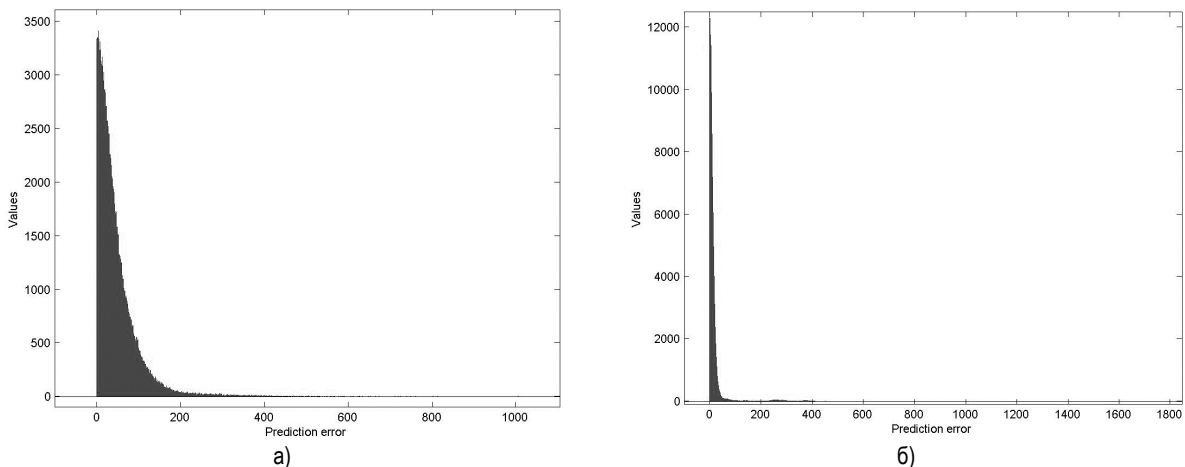


Рисунок 4 – Структура выходного битового потока



а – плоскость XY, б – плоскость XZ
Рисунок 5 – Гистограмма предсказанных значений (медианный предсказатель)



а – для первого слоя, б – начиная со второго слоя до середины
Рисунок 6 – Гистограмма ошибок (медианный предсказатель)

Для этого для всех слоев в выбранной плоскости Фурье-интерферограммы выполняются следующие действия:

- выбирается один из предсказателей (минимум, максимум и медиана);
- строится гистограмма предсказанных значений;
- определяется процент попаданий в диапазон значений $[min, max]$.

В качестве тестового множества использовалось множество интерферограмм, полученных подряд в одних и тех же условиях. Технические характеристики тестового множества: 745x1024 пикселей, 256 интерферограмм.

Таблица 1 – Процент попадания в выбранный диапазон

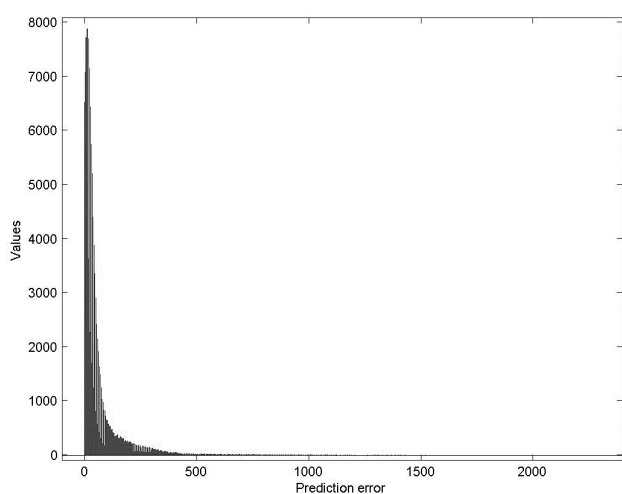
Тип предсказателя	Процент попадания в выбранный диапазон, %			
	Плоскость XY	Плоскость XZ		
		Первый слой	Начиная со второго слоя	Слой с 128
Минимум	20	8	30-40	8-9
Максимум	17 – 19	8	40-45	9-10
Медиана	28	17	53-56	10-15

Гистограммы предсказанных значений в плоскости XY и XZ для медианного предсказателя показаны на рисунке 5. Для предсказателей минимума и максимума распределение повторяется. При этом значение находится в диапазоне $[\min, \max]$ только для 50% значений слоя для плоскости XY (при этом распределение от индекса слоя не зависит) и от 50% до 55% для XZ.

Для гистограммы ошибок предсказания определяется процент ошибок, попавших в достаточно узкий диапазон значений (выбран диапазон $[0, 10]$).

В плоскости XY гистограмма ошибок имеет стабильное распределение и при переходе между слоями практически не изменяется. При этом медианный предсказатель показывает около 28% попаданий в выбранный диапазон. В плоскости XZ распределение ошибок перестает быть стабильным (рисунок 6): на первом слое диапазон ошибок сравнительно широкий, при этом, начиная со второго слоя, – резко сужается и до середины тестового набора остается стабильным. Начиная с середины, диапазон ошибок снова начинает расти (таблица 1).

Общая структура распределения ошибок предсказания в 3D-плоскости схожа с результатами в 2D, однако диапазон существенно сужается. Пример полученной гистограммы показан на рисунке 7.

**Рисунок 7** – Гистограмма для медианного предсказателя в 3D-плоскости

4. Результаты тестирования алгоритмов предсказания. В качестве энтропийного кодера использовались коды Голомба-Райса со следующими параметрами:

- значения ID от 3 до 5 бит;
- разная ширина выборки, для которой используется один и тот же делитель.

Результаты тестов сведены в таблицы 2–4.

Заключение. Как видно из таблиц 2–4, полученный коэффициент сжатия достигает 1,84 раза для плоскости XZ (соответствует формату BIP) и 1,90 раза для плоскости YZ (соответствует формату BIL), что соответствует результатам анализа алгоритмов предсказания. В то же время предложенный способ применения 3D-алгоритмов предсказания оказался не эффективен. Таким образом, параметры для адаптивного кодирования на основе кодов Голомба-Райса являются следующие: делитель ID – 3 бита, длина выборки – 128 элементов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке БРФФИ (проект Ф18М-081).

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Sagnac Interferometer: Theory & Background [Electronic resource] / Rutgers School of Arts and Science. – Mode of access : <https://www.physics.rutgers.edu/grad/506/sagnac-interferometer.pdf>. – Date of access : 10.12.2019.
2. Горбунов, Г. Г. Интерференционные гипер- и ультраспектральные видеоспектрометры для задач дистанционного зондирования / Г. Г. Горбунов, К. Н. Чиков, В. Б. Шлишевский // Вестник СГУГиТ. – 2016. – Выпуск 1. – С. 70–94.
3. Predictive coding [Electronic resource] / Stanford. – Mode of access : <https://web.stanford.edu/class/ee398a/handouts/lectures/06-Prediction.pdf>. – Date of access : 10.12.2019.
4. Rice, R. Some practical universal noiseless coding techniques / R. Rice // Technical Report. – NASA : Jet Propulsion Laboratory, 1979. – 130 p.
5. Introduction to Arithmetic Coding - Theory and Practice [Electronic resource] / A. Said, Hewlett Packard. – Mode of access : <http://hpl.hp.com/techreports/2004/HPL-2004-76.pdf>. – Date of access : 10.12.2019.
6. Weinberger, M. The LOCO-I lossless image compression algorithm: principles and standardization into JPEG-LS / M. Weinberger, G. Serroussi, G. Sapiro // IEEE Transactions on Image Processing. – 2000. – Volume 9. – Issue 8. – P. 1309–1324.
7. Rice, R. Adaptive Variable-Length Coding for Efficient Compression of Spacecraft Television Data / R. Rice, J. Plaunt // IEEE Transactions on Communication. – 1971. – Volume 16. – P. 889–897.

Таблица 2 – Коэффициент сжатия входных последовательностей плоскости XY

Тип предсказателя	ID = 3	ID = 4		ID = 5	
	128	16	32	128	128
Плоскость XY					
Максимум	1,48	1,48	1,47	1,47	1,47
Медиана	1,67	1,67	1,68	1,66	1,66
Минимум	1,49	1,50	1,50	1,49	1,49
Плоскость XY, после этого плоскость XZ					
Максимум	1,48	1,47	1,48	1,48	1,47
Медиана	1,69	1,69	1,70	1,69	1,69
Минимум	1,60	1,58	1,59	1,60	1,60
Плоскость XY, после этого плоскость YZ					
Максимум	1,44	1,43	1,44	1,44	1,44
Медиана	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69
Минимум	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54

Таблица 3 – Коэффициент сжатия входных последовательностей плоскости XZ

Тип предсказателя	ID = 3	ID = 4			ID = 5
	128	16	32	128	128
Плоскость XZ					
Максимум	1,61	1,60	1,61	1,61	1,61
Медиана	1,84	1,82	1,84	1,84	1,84
Минимум	1,61	1,60	1,61	1,61	1,61
Плоскость XZ, после этого плоскость XY					
Максимум	1,52	1,51	1,52	1,52	1,52
Медиана	1,71	1,69	1,70	1,71	1,70
Минимум	1,64	1,63	1,65	1,64	1,64
Плоскость XZ, после этого плоскость YZ					
Максимум	1,58	1,57	1,58	1,59	1,58
Медиана	1,83	1,79	1,82	1,83	1,83
Минимум	1,75	1,72	1,74	1,75	1,74

Таблица 4 – Коэффициент сжатия входных последовательностей плоскости YZ

Тип предсказателя	ID = 3	ID = 4			ID = 5
	128	16	32	128	128
Плоскость YZ					
Максимум	1,56	1,55	1,56	1,56	1,56
Медиана	1,90	1,86	1,89	1,90	1,89
Минимум	1,56	1,55	1,57	1,56	1,56
Плоскость YZ, после этого плоскость XY					
Максимум	1,48	1,46	1,47	1,48	1,48
Медиана	1,74	1,72	1,74	1,74	1,74
Минимум	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
Плоскость YZ, после этого плоскость XZ					
Максимум	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42
Медиана	1,79	1,77	1,79	1,78	1,78
Минимум	1,57	1,57	1,58	1,57	1,57

26.02.2020

PERTSEV D. Yu. Study of applicability of prediction algorithms to fourier interferograms

The results of prediction algorithms applicability to Fourier interferograms depending on the method of hyperspectral data storage format are presented. The main criterion for test's result is the construction of prediction errors histogram. Prediction errors were compressed using the Golomb-Rise codes. The achieved compression ratio is 1.84 for the BIP format and 1.90 for the BIL format.

004.934; 004.932; 004.4:004.9

. .

Введение. В экспертно-криминалистической практике для выявления причин разрушения изделий применяется ряд научно-исследовательских методов фрактографии – науки о морфологии поверхностей разрушения и систематизации видов и типов изломов. В настоящее время одним из направлений фрактографических исследований является разработка методов количественного описания рельефа поверхностей разрушения материалов, в том числе и микроструктуры излома [1–13]. Следует отметить работу [13], в которой предложен количественный метод анализа изломов при помощи конфокальной лазерной сканирующей микроскопии (КЛСМ).

Метод КЛСМ основан на оптической селекции объекта по глубине – конфокальный микроскоп формирует изображение очень тонкого среза объекта на одном уровне глубины, в результате чего из серии полученных изображений удается реконструировать трех-

мерное изображение объекта с помощью специального программного обеспечения. Метод отличается высокой пространственной разрешающей способностью, что позволяет получать высокоточные 3d-модели поверхности, однако его использование ограничено исключительно лабораторными стенами и он не может применяться при проведении исследований в полевых условиях.

Для целей криминалистических экспертных исследований хорошо подходит 3d-сканирование с помощью настольных и портативных метрологических сканеров, которые обладая достаточной точностью и разрешающей способностью, представляют достойную альтернативу методу КЛСМ. Точность настольных сканеров составляет единицы микрометров, портативных – немногим хуже, что в большинстве случаев достаточно для проведения фрактографического анализа. Данные, формируемые сканером, представляют собой облако

Поденок Леонид Петрович, научный сотрудник лаборатории идентификации систем Объединенного института проблем информатики Национальной академии наук Беларуси.
Беларусь, ОИПИ НАН Беларуси, 220012, г. Минск, ул. Сурганова, 6.