

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕРЕНИЙ КООРДИНАТ ИЗЛУЧАТЕЛЯ В КАНАЛАХ R, G, В ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ МАТРИЦЫ

В.В.Замятин

В статье «Корреляционный анализ измерений координат излучателя в каналах R, G, В фоточувствительной матрицы» исследуется зависимость координаты источника излучения в трех цветовых каналах при использовании классического фильтра Байера в матрице.

Цель исследований – установить величину зависимости результатов вычислений координат источника излучения в трех цветовых каналах R, G, В.

Оптическое изображение источника излучающего энергию в видимой области спектра формируется объективом на фоточувствительной поверхности матрицы CCD (ПЗС) или CMOS (МДП).

Каждая фото ячейка покрыта микролинзой и снабжена цветовым светофильтром для обеспечения лучшего отношения сигнал/шум и распознавания цветов изображения.

Использовалась оптическая система с фильтрами Байера при классическом способе расположения светофильтром на матрице – «красный – зеленый – зеленый – синий» (RGGB).

Интерполяция амплитуд видеосигнала пикселей в восстановленном изображении осуществлялась программно-аппаратным способом средствами производителя матрицы.

Целью исследований являлось установление корреляционной зависимости результатов вычислений координат источника излучения в трех цветовых каналах R, G, В полноцветного изображения.

Величина перемещения изображения источника излучения на фоточувствительной поверхности матрицы размером 2736x3648 пикселей (5,32x7,18 мм²) ограничивалось величиной одного пикселя. Диаметр изображения излучателя составлял 3-4 пикселя.

Вычисление координат изображения источника излучения производилось на основе центроидальных алгоритмов для двух различных типов светодиодов синего и зеленого имеющих спектральные составляющие в области спектра от 0,3 до 0,8 мкм.

В данном эксперименте светодиоды формировали в различных цветовых каналах амплитуду видеосигнала от 100 до 256 уровней градации яркости в одном кадре.

1.1. Координаты для трех цветовых каналов центроидального алгоритма вычисления координаты X_c в строке с максимальной

амплитудой видеосигнала представлены в таблице 1.

Таблица 1
Центроидальный алгоритм

№	Координаты цветовых каналов		
	Xr	Xg	Xb
1	0,428839	0,430070	0,463158
2	0,485560	0,482759	0,500000
3	0,524306	0,523649	0,536675
4	0,536900	0,538597	0,544186
5	0,572464	0,568729	0,569825
6	0,551370	0,545902	0,551345
7	0,583970	0,589928	0,574419
8	0,439502	0,439394	0,465699
9	0,588803	0,589888	0,573593
10	0,645985	0,641343	0,611628

Координаты вычислены в пропорциональной зависимости от размера пикселя.

Среднее значение координаты изображения составляло 0,54 от размера пикселя в центроидальном пикселе при случайном перемещении от 0,43 до 0,64 для 10 измерений.

Коэффициент корреляции Пирсона для трех цветовых каналов обработки видеосигнала представлен в таблице 2.

Таблица 2
Коэффициент корреляции Пирсона

КC	RB	1,000
КЗ	RG	0,996
СЗ	BG	0,996

1.2. Значения координат для трех цветовых каналов полученные с помощью центроидального алгоритма со сложением амплитуд нескольких строк видеосигнала для синего излучателя представлены в таблице 3.

Таблица 3
Центроидальный алгоритм со сложением амплитуд нескольких строк.

Координаты цветовых каналов			
№	Xr	Xg	Xb
1	0,385014	0,386236	0,448996
2	0,467881	0,465693	0,498759
3	0,515016	0,510050	0,534611
4	0,525791	0,520114	0,532546
5	0,619973	0,602960	0,596993
6	0,556705	0,549901	0,552056
7	0,620096	0,616640	0,586097
8	0,404363	0,411656	0,451177
9	0,555328	0,551413	0,560748
10	0,675501	0,657385	0,615664

Среднее значение координаты изображения составляло 0,54 от размера пикселя в центроидальном пикселе.

Шаг случайного перемещения изменялся от 0,37 до 0,68 для 10 измерений.

Коэффициент корреляции Пирсона для трех цветовых каналов обработки видеосигнала представлен в таблице 4.

Таблица 4
Коэффициент корреляции Пирсона для трех цветовых каналов

КС	RB	0,990
КЗ	RG	0,994
СЗ	BG	0,992

1.3. Значения координат для центроидального алгоритма со сложением амплитуд нескольких строк с учетом весовых коэффициентов отображены в таблице 5 для синего излучателя.

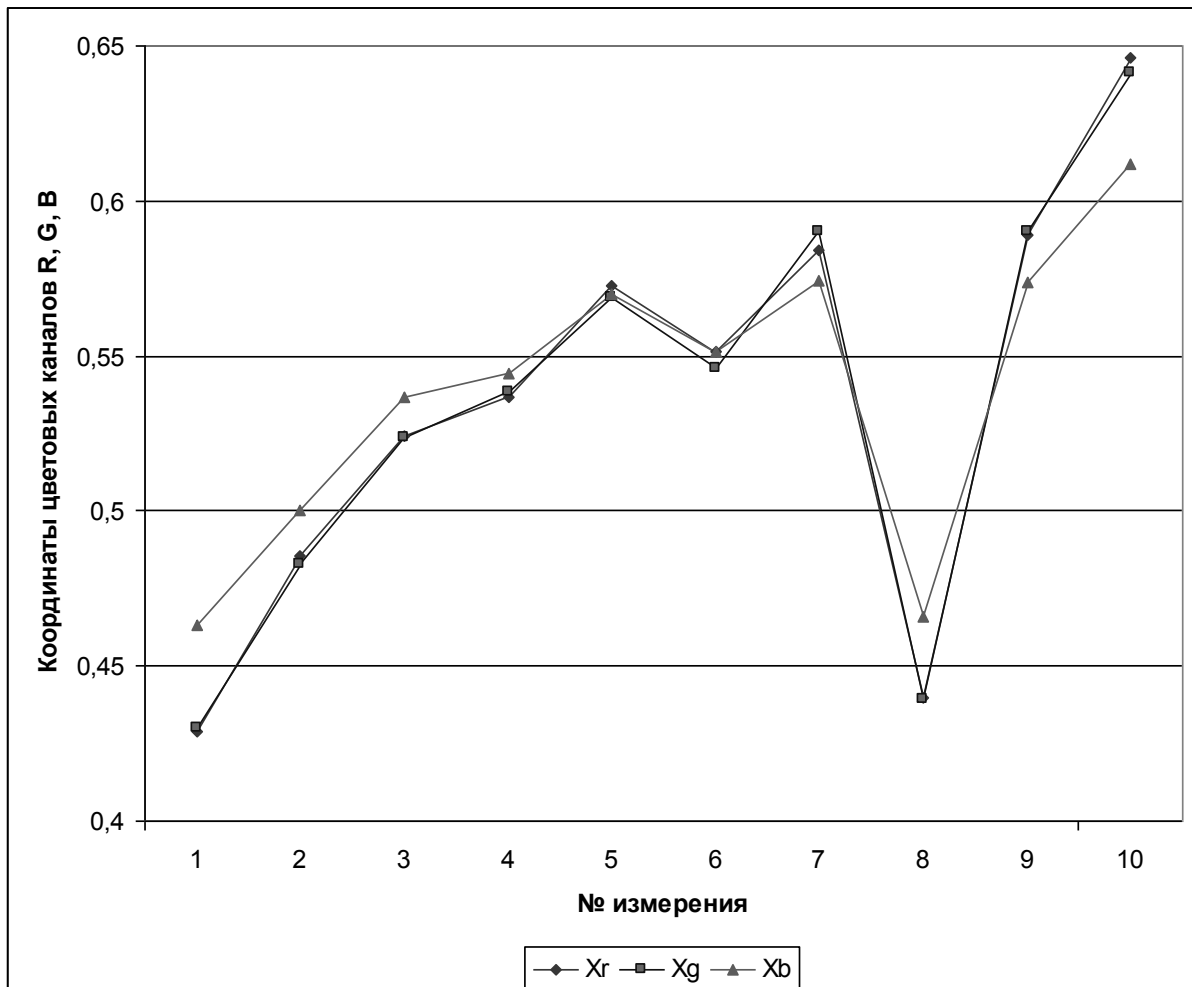


Рис. 1. График результатов измерений координат синего источника излучения в цветовых каналах R, G, B

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕРЕНИЙ КООРДИНАТ ИЗЛУЧАТЕЛЯ В КАНАЛАХ R, G, B ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ МАТРИЦЫ

Таблица 5
Центроидальный алгоритм со сложением амплитуд нескольких строк с учетом весовых коэффициентов

Координаты цветových каналов			
№	Xr	Xg	Xb
1	0,390379	0,391941	0,451520
2	0,468585	0,466714	0,498408
3	0,517277	0,512749	0,536083
4	0,535127	0,530646	0,541147
5	0,614151	0,599131	0,592398
6	0,560143	0,553020	0,556008
7	0,616595	0,615948	0,587328
8	0,408887	0,415287	0,454598
9	0,593080	0,587313	0,576961
10	0,678798	0,663606	0,620870

Среднее значение координаты изображения составляло 0,54 от размера пикселя в центроидальном пикселе при случайном

перемещении от 0,37 до 0,67 для 10 измерений.

Коэффициент корреляции Пирсона для трех цветových каналов обработки видеосигнала представлен в таблице 6.

Таблица 6
Коэффициент корреляции Пирсона для трех цветových каналов полученный для центроидального алгоритма со сложением амплитуд нескольких строк с учетом весовых коэффициентов

KC	RB	1,000
K3	RG	0,997
C3	BG	0,994

2.1. Результаты центроидального алгоритма вычисления координаты X_c в строке с максимальной амплитудой видеосигнала для зеленого излучателя представлены в таблице 7.

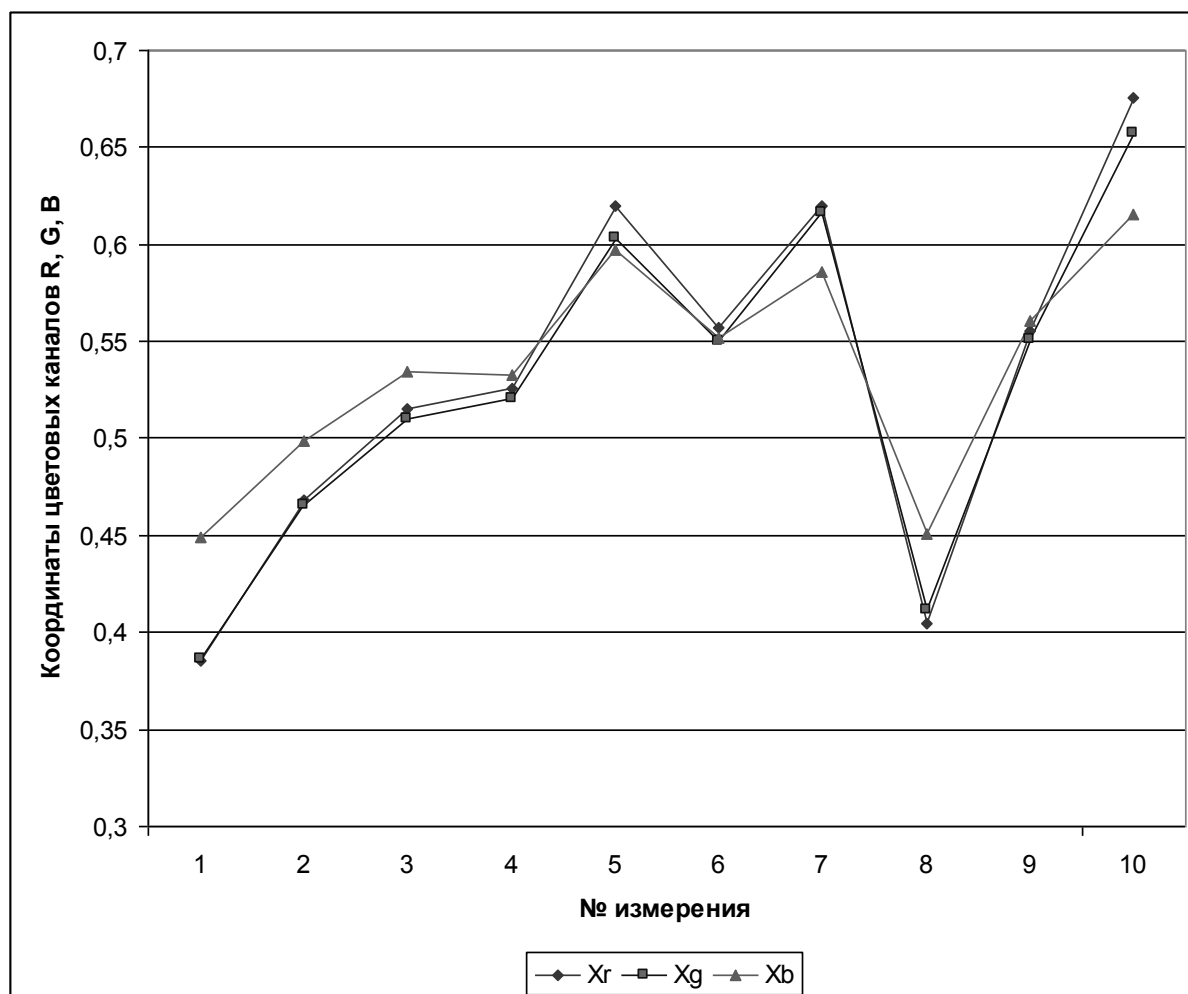


Рис. 2. График результатов измерений координат синего источника излучения в цветových каналах R, G, B

Таблица 7
Центроидальный алгоритм для зеленого излучателя

Координаты цветовых каналов			
№	Xr	Xg	Xb
1	0,115385	0,182105	0,054455
2	0,230310	0,268763	0,184685
3	0,240319	0,268116	0,180000
4	0,356818	0,374214	0,337209
5	0,304124	0,338912	0,269504
6	0,171362	0,198073	0,089506
7	0,211982	0,234043	0,154494
8	0,197309	0,215481	0,144445
9	0,328829	0,337607	0,306045
10	0,232609	0,249491	0,180739

Среднее значение координаты изображения составляло 0,22 от размера пикселя в центроидальном пикселе при случайном перемещении от 0,05 до 0,37 для 10 измерений.

Коэффициент корреляции Пирсона для трех цветовых каналов обработки видеосигнала представлен в таблице 8.

Таблица 8
Коэффициент корреляции Пирсона для трех цветовых каналов для зеленого излучателя

KC	RB	0,990
K3	RG	0,994
C3	BG	0,984

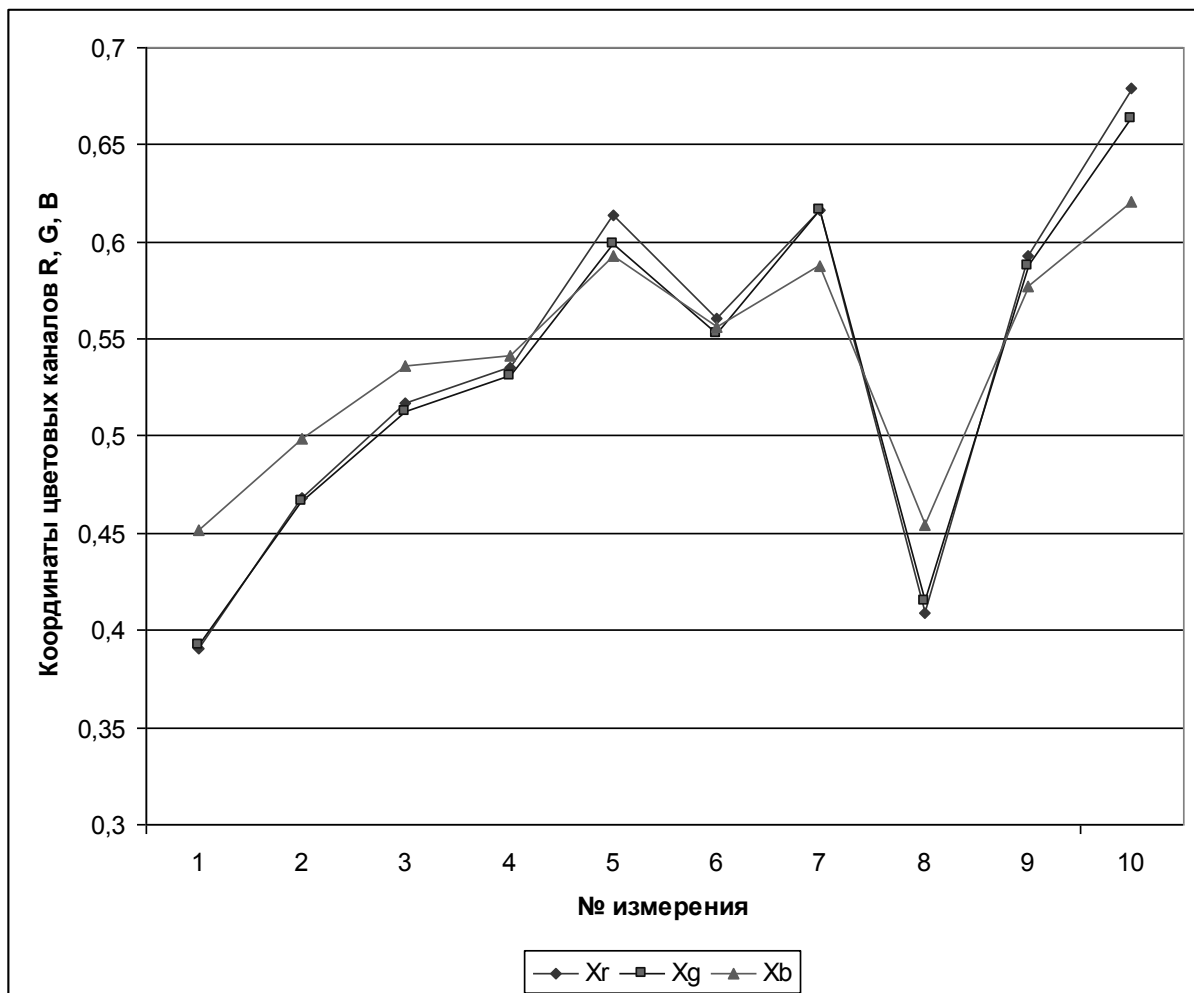


Рис. 3. График результатов измерений координат синего источника излучения в цветовых каналах R, G, B

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕРЕНИЙ КООРДИНАТ ИЗЛУЧАТЕЛЯ В КАНАЛАХ R, G, B ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ МАТРИЦЫ

2.2. Результаты центроидального алгоритма со сложением амплитуд нескольких строк видеосигнала для зеленого излучателя представлены в таблице 9:

Таблица 9
Центроидальный алгоритм для зеленого излучателя

№	Координаты цветových каналов		
	Xr	Xg	Xb
1	-0,005540	0,079481	-0,051750
2	0,108104	0,178114	0,055675
3	0,207225	0,246387	0,173024
4	0,287930	0,317319	0,244015
5	0,211688	0,267307	0,140618
6	0,193082	0,227076	0,130505
7	0,157022	0,207689	0,086645
8	0,248924	0,265606	0,206238
9	0,341173	0,352419	0,290160
10	0,346841	0,356783	0,336188

Среднее значение координаты изображения составляло 0,21 от размера пикселя в центроидальном пикселе при случайном перемещении от -0,05 до 0,36 для 10 измерений.

Коэффициент корреляции Пирсона для трех цветových каналов обработки видеосигнала представлен в таблице 10.

Таблица 10
Коэффициент корреляции Пирсона для трех цветových каналов

KC	RB	0,990
K3	RG	0,994
C3	BG	0,984

2.3. Результаты центроидального алгоритма со сложением амплитуд нескольких строк с учетом весовых коэффициентов для зеленого излучателя представлены в таблице 11.

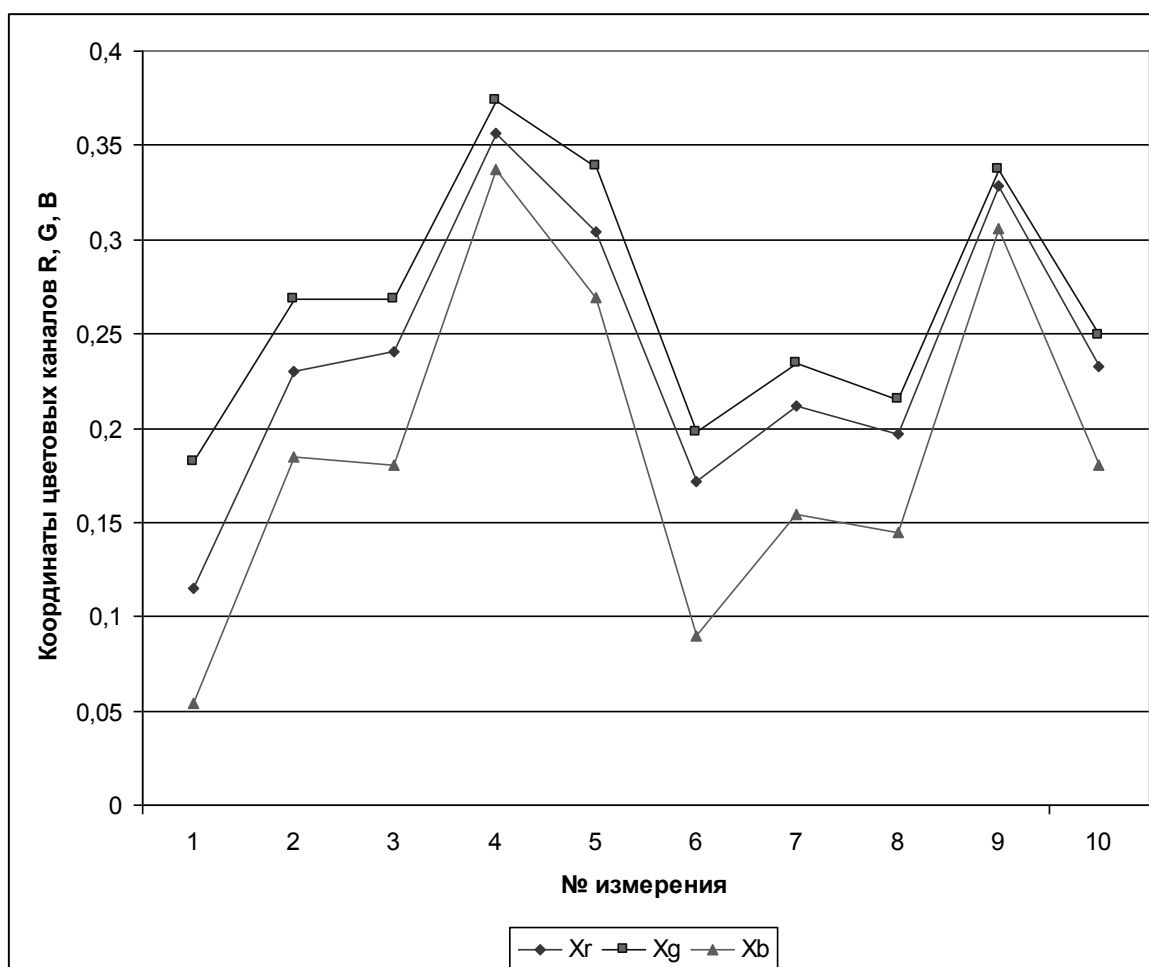


Рис. 4. График результатов измерений координат зеленого источника излучения в цветových каналах R, G, B

Таблица 11
Центроидальный алгоритм со сложением амплитуд нескольких строк с учетом весовых коэффициентов

Координаты цветových каналов			
№	Xr	Xg	Xb
1	0,005022	0,094244	-0,047660
2	0,129004	0,194174	0,071096
3	0,207239	0,243957	0,168309
4	0,302753	0,329514	0,265904
5	0,215985	0,269956	0,144829
6	0,180956	0,211398	0,122317
7	0,163979	0,208534	0,094488
8	0,227456	0,243225	0,181652
9	0,336506	0,347006	0,293884
10	0,300618	0,310872	0,277339

Среднее значение координаты изображения составляло 0,21 от размера пикселя в центроидальном пикселе.

Значение случайного перемещения составляло от -0,05 до 0,35 для 10 измерений.

Коэффициент корреляции Пирсона для трех цветových каналов обработки видеосигнала представлен в таблице 12.

Таблица 12
Коэффициент корреляции Пирсона для трех цветových каналов

KC	RB	0,990
K3	RG	0,994
C3	BG	0,984

Для источника излучения имеющего максимальную энергию в зеленой области видимого спектра излучения также характерен высокий уровень корреляции результатов вычислений координат в трех цветových каналах видеоизображения.

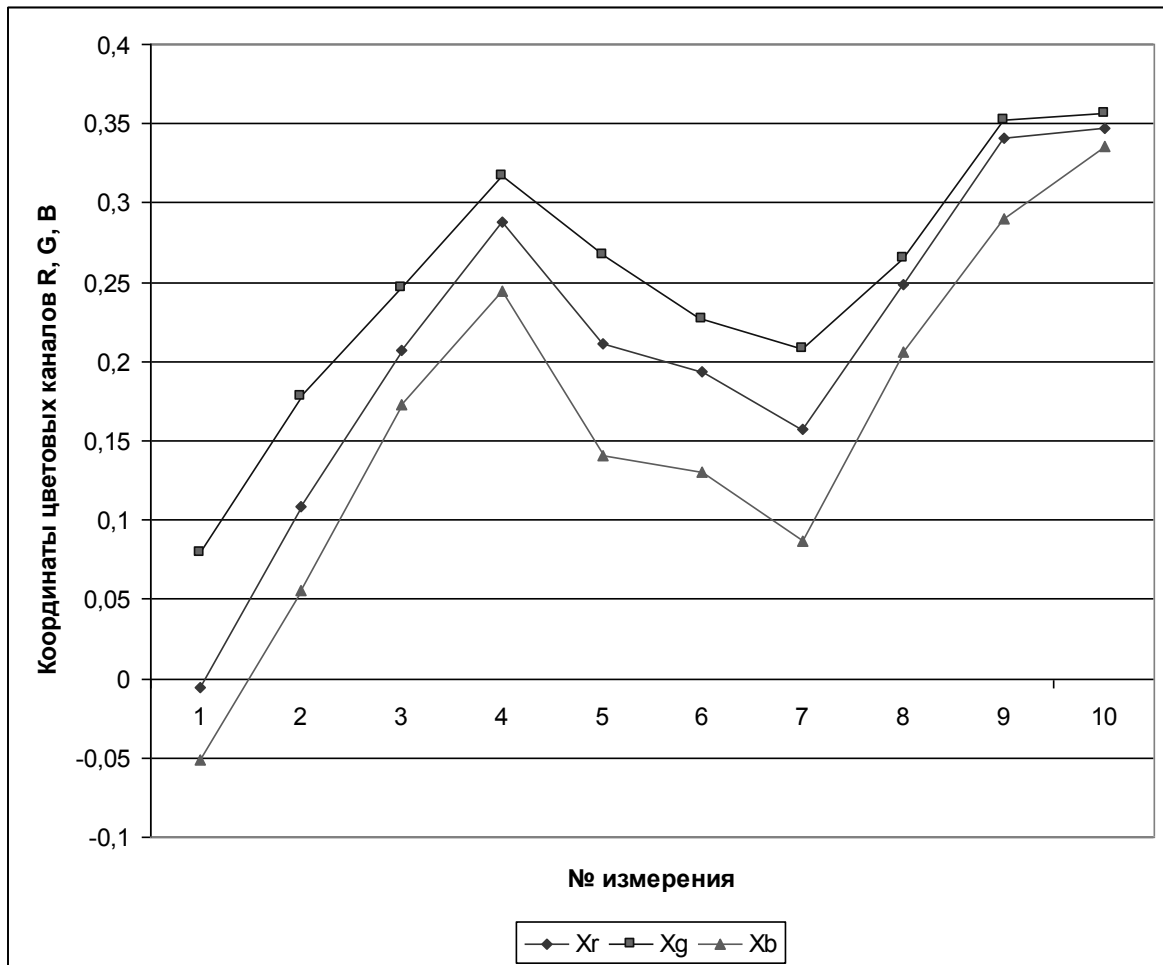


Рис. 5. График результатов измерений координат зеленого источника излучения в цветových каналах R, G, B

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕРЕНИЙ КООРДИНАТ ИЗЛУЧАТЕЛЯ В КАНАЛАХ R, G, B ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ МАТРИЦЫ

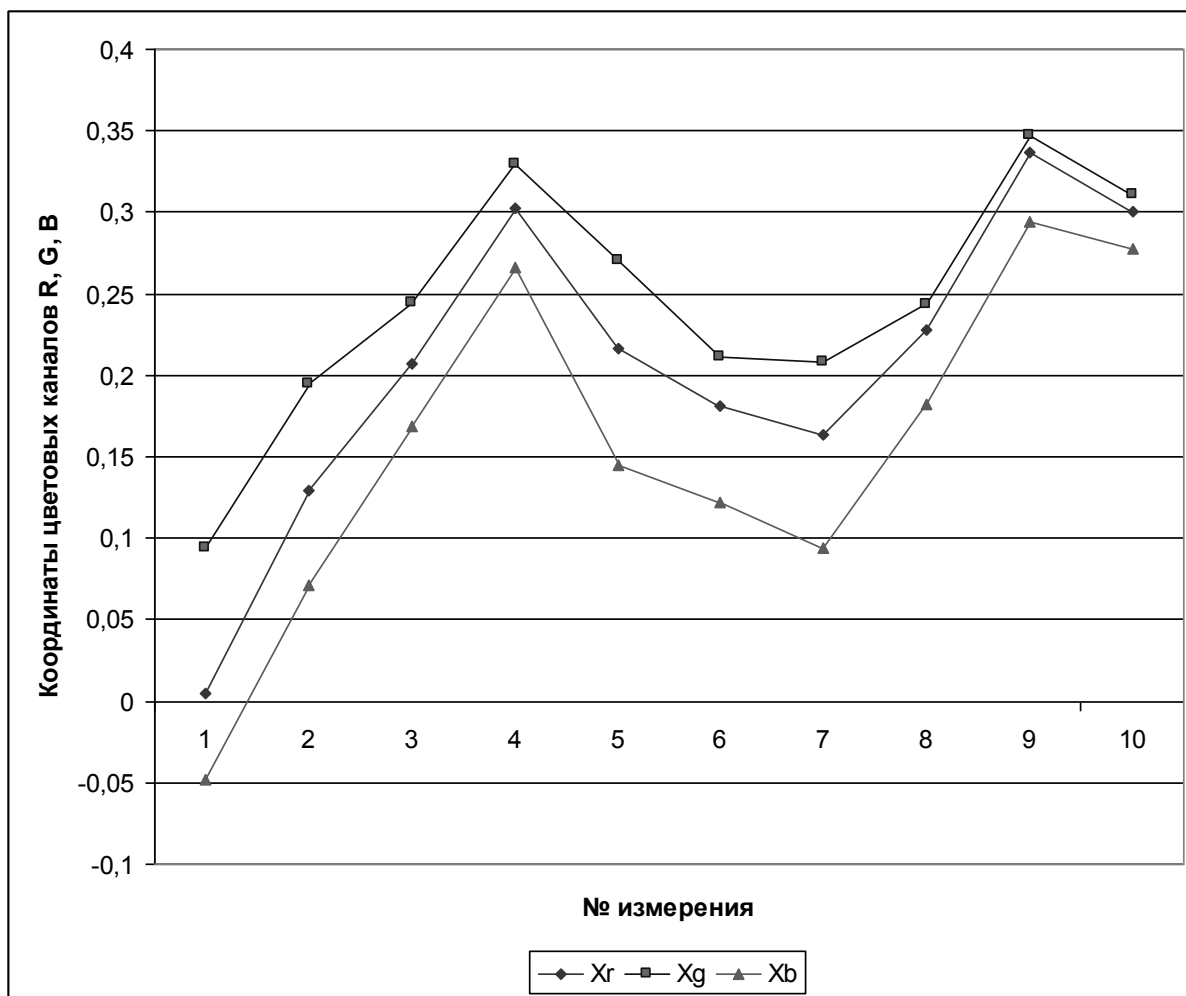


Рис. 6. График результатов измерений координат зеленого источника излучения в цветовых каналах R, G, B

Коэффициент корреляции Пирсона составил для центроидальных алгоритмов от 0,977 до 0,994.

Подводя итог исследований можно сделать вывод, что статический сдвиг пеленгационной характеристики для цветовых каналов R, G, B необходимо корректировать, а результаты вычислений могут быть просуммированы с учетом амплитуд видеосигнала в каналах.

Таким образом, погрешность измерений может быть улучшена до 1,73 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1.Замятин В.И. Оптико-электронные приборы на основе твердотельных фотоприемников. - Барнаул: Б.и., 1991. - 38 с.

2.Высокоточные угловые измерения/ Д.А. Аникст, К.М. Константинович, И.В. Меськин, Э.Д. Панков. Под ред. Ю.Г. Якушенкова, М.: Машиностроение, 1987. - 480 с.