

В последние годы происходит бурное развитие и внедрение в мировую практику гиперспектрального метода съёмки Земной поверхности. Данный метод позволяет получить увеличенный объем информации о подстилающей поверхности и обеспечить решение большого количества задач распознавания объектов [1]. Суть такой съёмки состоит в получении данных о Земной поверхности во многих спектральных диапазонах. Количество спектральных каналов в стандартных гиперспектральных камерах (ГСК) составляет от 100 до 500, а спектральное разрешение обычно не превышает 10 нм. Гиперспектральная съёмка позволяет отсортировать объекты по их физико-химическому составу, различать различные виды растительности, выявлять участки местности, подвергшиеся загрязнению и т.д.

Для эффективного решения задач дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) необходимо соблюдать баланс между основными характеристиками прибора (предельное пространственное и спектральное разрешения – отношение сигнал/шум). Для выбранного объектива прибора значение сигнала  $S$  будет прямо пропорционально кубу пространственного разрешения  $\Delta$ , то есть  $S \sim \Delta^3$ , так как время накопления сигнала  $T_n \sim \Delta$ . Также ясно, что при изменении апертуры прибора сигнал  $S \sim D^2$ . Заметим, что при расчете оптической схемы происходит одновременное увеличение величин  $D$  и  $F$ , при постоянном значении  $\frac{F}{D} = const$ .

Поэтому суммарная зависимость величины сигнала от пространственного разрешения при увеличении фокуса выражается следующим образом:  $S \sim D^2 \cdot \Delta^3 = (D^2 \cdot \Delta^2) \cdot \Delta \sim \left(\frac{D}{F}\right)^2 \cdot \Delta$ .

При решении задач панхроматической съёмки высоко разрешения Земной поверхности существует универсальный метод увеличения сигнала, основанный на режиме временной задержки и накопления (ВЗН) [2]. Этот метод позволяет увеличить значение сигнала в десятки или сотни раз, а значит, величина пространственного разрешения прибора характеризуется только дифракционным пятном и фокусом объектива. В гиперспектральной съёмке в виду конструктивных и алгоритмических особенностей прибора применение данного режима невозможно, поэтому возникает дополнительное ограничение на пространственное и спектральное разрешение прибора связанное с нехваткой сигнала. Как следствие для большинства космических гиперспектральных камер пространственное разрешение составляет более 30 метров.

В данной работе исследована возможность увеличения сигнала гиперспектрального прибора за счет применения многощелевой структуры на основе матрицы микрозеркал (МКМ). Данный подход является усовершенствованным методом тангажного замедления, а основной принцип сводится к увеличению эффективного времени накопления. Рассмотрим функционирование двух-щелевой ГСК, работа прибора с большим количеством щелей аналогична. Осуществим замедление бега изображения в два раза (например, при помощи поворотного зеркала). Через время  $T_{iter}$  (данное время подробно будет рассмотрено далее) выполним быстрый поворот зеркала в первоначальное положение. В дальнейшем съемка будет происходить из указанных выше двух последовательных движений зеркала. В этом случае съемки заметаемая площадь двумя щелями пространственно разделена и показана на рис. 1.

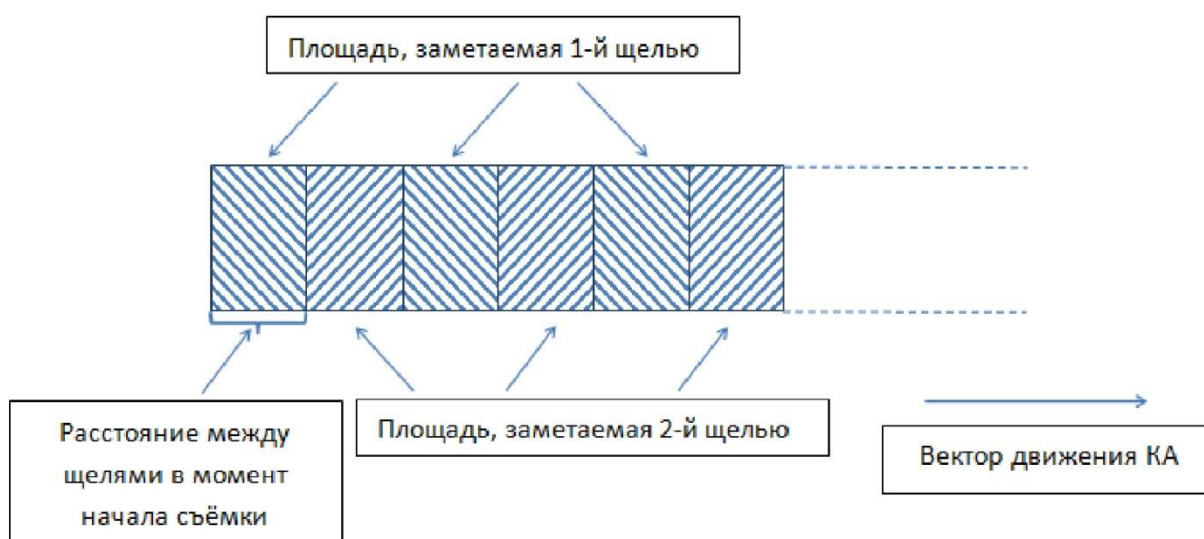


Рис. 1. Заметаемые площади двух-щелевой гиперспектральной камеры

Заметим, что время  $T_{iter}$  должно быть согласовано с расстоянием между щелями, а именно:  $T_{iter} = \frac{L}{V}$ , где  $L$  – проекция расстояния между щелями на поверхность Земли;

$V$  – скорость подспутниковой точки.

В свою очередь щели должны быть пространственно разделены настолько, что бы не возникало наложение спектральных диапазонов рис. 2 [3]. То есть  $L > N_k \cdot \Delta$ , где  $N_k$  - количество спектральных каналов.

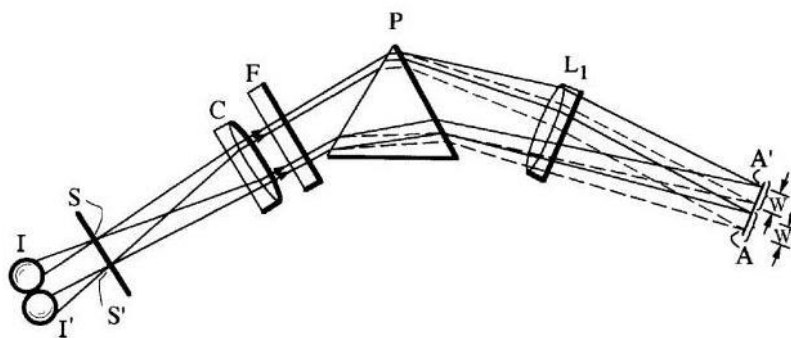


Рис. 2. Двух-щелевая ГСК

Использование такого подхода позволяет увеличить значение сигнала в число раз пропорциональное количеству щелей, что необходимо для эффективного решения большинства задач гиперспектральной съемки.

Заметим, что в некоторых гиперспектральных системах используются матрицы микрзеркал выполненных по технологии DLP (DigitalLightProcessing) [4]. Применение таких матриц в многощелевой ГСК является перспективным, так как к стандартным преимуществам МКМ добавляется способность изменения количества щелей программным способом.

#### Литература

1. *Goetz, A.F.H., Vane, G., Solomon, J.E., & Rock, B.N.* Imaging spectrometry for earth remote sensing. *Science*, 228, 1147, 1985.
2. *H.-S. Wong, Y. L. Yao, and E. S. Schlig*, "TDI Charge-Coupled Devices: Design and Applications," *IBM Journal Research Development*, 1992.
3. *David A. Ansley et al.*, Multi-Slit Spectrometer, United States Patent, №6.122.051, 2000.
4. *Воронай Е.С. и др.* Дисперсионный гиперспектрометр с реконфигурируемой входной апертурой на основе микрзеркальной матрицы. *Вестник БГУ Сер. 1, №3*, 2009.