



**Двадцать вторая международная конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»**

**ктн, В.В. Зайцев; ктн, Г. Г. Дмитриков; К.С. Кудинов**

**Использование специализированных картографических проекций при  
планировании съемки площадных объектов из космоса**





В качестве исходной информации для планирования космической съемки используются параметры орбитального построения КА, параметры съёмочной аппаратуры, требования к качеству получаемой информации, а также сведения о районах наблюдения.

В общем случае объекты наблюдения характеризуются сложной конфигурацией. При этом в настоящее время практически не исследованы вопросы эффективного описания исходных данных для задания объектов наблюдения. Для определения размеров полигона объекта находится минимальная ограничивающая рамка. Для объектов наблюдения ограничивающую рамку следует выбирать исходя из правила достижения минимального количества включений съёмочной аппаратуры космического аппарата за счет увеличения продолжительности съемки на маршруте.

При вычислениях ограничивающей рамки важное значение имеет вопрос о картографической проекции применяемой для представления исходных данных, поскольку для больших площадей и протяженных объектов необходимо учитывать неизбежные искажения углов и размеров.

В данной работе для расчетов граничных рамок объектов и для уменьшения искажений предлагается использовать косую цилиндрическую проекцию Меркатора в версии Хотина, в которой параметры проекции задаются центром системы координат каждого объекта и его азимутом относительно меридиана.

Получение параметров проекции для каждого объекта складывается из следующих этапов:

1. Определяется центр полигона в географических координатах.
2. Вычисляется азимут преобладающего направления объекта в любой равноугольной проекции.
3. Задаются параметры косоугольной цилиндрической проекции с началом системы координат в центре полигона и азимутом объекта.
4. Вычисляются координаты граничных рамок каждого объекта.
5. Вычисляются геометрические параметры объекта.
6. Координаты вершин каждой граничной рамки полигона пересчитываются в исходную проекцию.

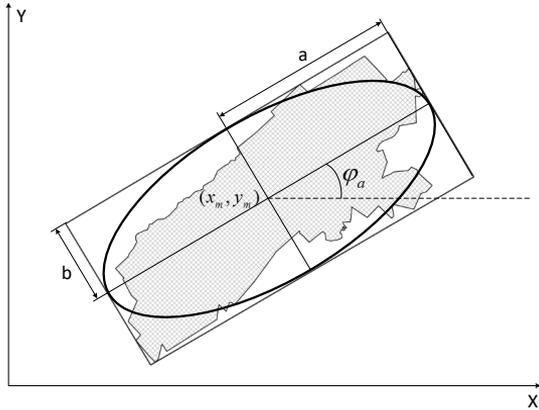


Центральные моменты двумерной функции в дискретном виде определяются по формуле:

$$u_{pq} = \sum_{i=0}^{N-1} (x_i - x_m)^p (y_i - y_m)^q$$

Угол ориентации большой полуоси эллипса относительно координатной оси x

$$\varphi_a = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left( \frac{2u_{11}}{u_{20} - u_{02}} \right)$$



$$a = \sqrt{\frac{2(u_{20} + u_{02} + D)}{u_{11}}} \quad b = \sqrt{\frac{2(u_{20} + u_{02} - D)}{u_{11}}}$$

Вспомогательные координаты начальной и конечной точек с единичной длиной отрезка:

$$x_n = -\cos(\varphi_a) + x_m, \quad y_n = -\sin(\varphi_a) + y_m;$$

$$x_k = \cos(\varphi_a) + x_m, \quad y_k = \sin(\varphi_a) + y_m.$$

Уравнение прямой  $k_1 = x_n - y_n;$

$$k_1 x + k_2 y + k_3 = 0, \quad k_2 = y_k - y_n;$$

$$k_3 = -(ax_n + by_n).$$

Оси внутренней системы координат объекта

$$x_{z1} = w_1 \cos(\varphi_a) + x_m, \quad y_{z1} = w_1 \sin(\varphi_a) + y_m;$$

$$x_{z2} = w_2 \cos(\varphi_a) + x_m, \quad y_{z2} = w_2 \sin(\varphi_a) + y_m;$$

$$x_{z3} = -h_1 \cos(\varphi_b) + x_m, \quad y_{z3} = -h_1 \sin(\varphi_b) + y_m;$$

$$x_{z4} = -h_2 \cos(\varphi_b) + x_m, \quad y_{z4} = -h_2 \sin(\varphi_b) + y_m.$$

координаты угловых точек ограничивающей рамки:

$$x_1 = x_{z1} - h_1 \cos(\varphi_b), \quad y_1 = y_{z1} - h_1 \sin(\varphi_b);$$

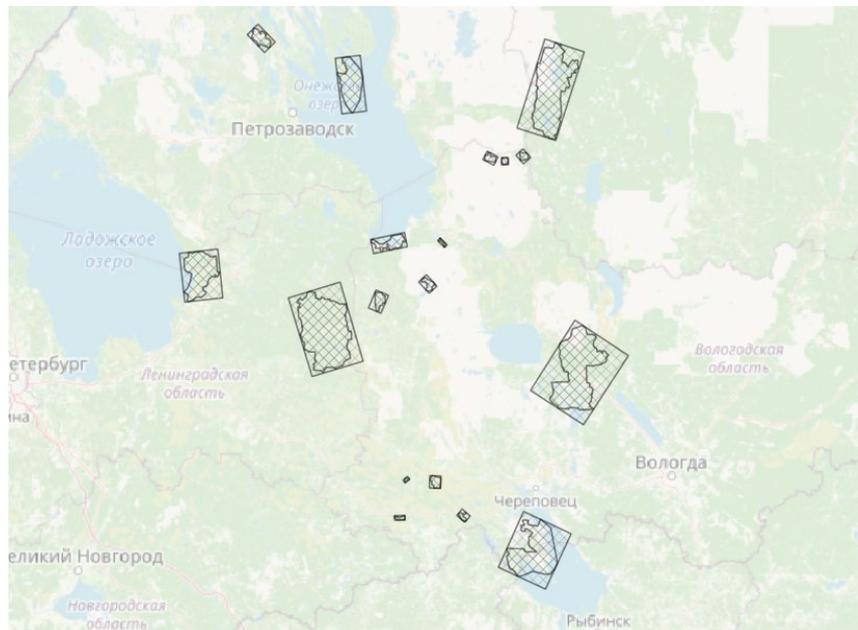
$$x_2 = x_{z2} - h_2 \cos(\varphi_b), \quad y_2 = y_{z2} - h_2 \sin(\varphi_b);$$

$$x_3 = x_{z2} - h_2 \cos(\varphi_b), \quad y_3 = y_{z2} - h_2 \sin(\varphi_b);$$

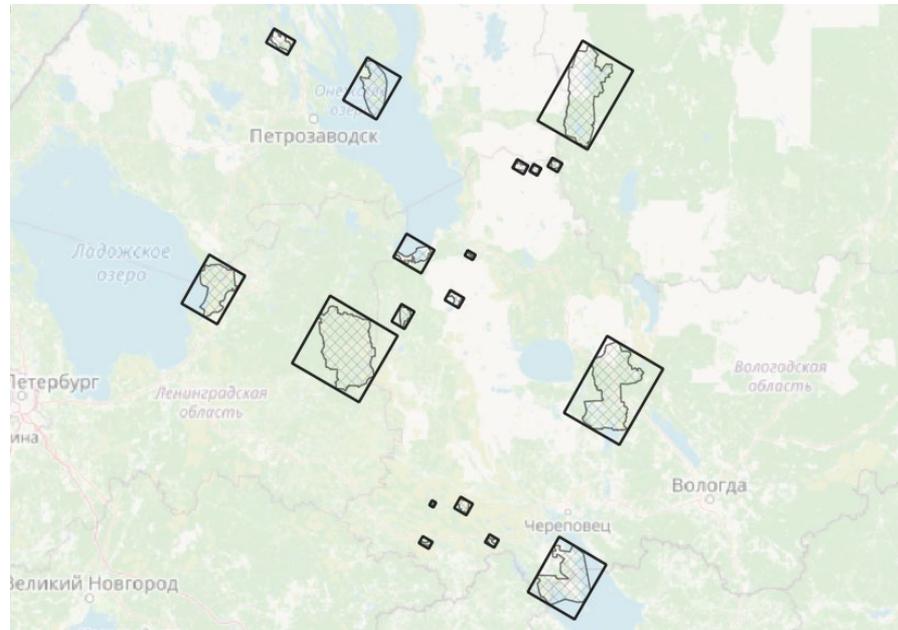
$$x_4 = x_{z2} - h_1 \cos(\varphi_b), \quad y_4 = y_{z2} - h_1 \sin(\varphi_b);$$



# Планирование границ объектов наблюдения



С учетом произвольной ориентации съемочной камеры для случая произвольной ориентации камеры



С постоянным углом ориентации объекта относительно подспутниковой трассы КА с наклоном 60 градусов для случая отклонения камеры по углу крена



В работе обобщены характеристики объектов наблюдения, для использования в системах планирования съемки современных систем ДЗЗ с программным сканированием. Показано, что определение геометрических размеров объекта зависит от применяемой проекции в которой представлены исходные данные.

Для получения точных результатов и сокращения расчетов предлагается применять локальную косую цилиндрическую проекцию со своими параметрами для каждого объекта. Предложена методика расчета параметров проекции и основные соотношения для вычислений. Приведены соответствующие примеры расчетов.

Результаты работы можно использовать для проектирования съемки в современных режимах наблюдения высокодетальной аппаратурой, на больших площадях, для продолжительных маршрутных включений, а также для планирования работы группировки КА