

## ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ ЗОНДИРОВАНИИ

© 2019 А. Г. Юрочкин, Д. С. Денисенко, Д. Ю. Жулябин

*Российская академия народного хозяйства и государственной службы  
при Президенте Российской Федерации  
Воронежский институт высоких технологий  
ОАО «Пигмент»*

*Работа посвящена анализу вопросов, связанных с оценкой характеристик космических изображений. Даны основные этапы алгоритма, позволяющего давать оценку подобным характеристикам.*

*Ключевые слова: космическое изображение, оценка, дистанционное зондирование.*

Для современных оптико-электронных комплексов, связанных космическими исследованиями, характерным является то, что привлекаются информационно-измерительные системы, относящиеся к сверхвысокому пространственному разрешению [1, 2].

На их базе осуществляются процессы, связанные со сбором и обработкой видовой информации для глобальных масштабов при высокой оперативности в целях использования в народно-хозяйственной сфере, научных исследованиях и др.

На основе оптико-электронных комплексов [3, 4] есть возможности для достаточно точного определения координат объектов при подстилающих земных поверхностях и различных высотах. Вследствие выбора соответствующих оптимальных режимов космические аппараты будут дольше служить.

При дистанционном зондировании земли возникает целый комплекс задач. Среди них можно отметить проблемы регистрации изображений, преобразования их, обеспечения необходимой разрешающей способности.

Работа оптической системы, относящаяся к дистанционному зондированию рассматривается с точки зрения представления

ее в виде пространственного фильтра, который описывается на основе соответствующей функции рассеяния [5, 6].

Существует связь между спектральной освещенностью в той плоскости, внутри которой происходит наблюдение и такой функцией рассеяния

$$E = H \cdot V,$$

где  $V$  – спектр входного сигнала,  $E$  – спектр выходного сигнала,  $H$  – Фурье-образ, описывающий нормированную функцию рассеяния.

Когда проектируется оптико-электронные комплексы, исходя из того, какие задачи наблюдаются, требуется обеспечить достаточно высокие уровни для оптической передаточной функции по пространственным частотам, которые требуются для обеспечения соответствующих значений по линейным разрешениям.

При рассмотрении комплексных оптических систем при заданном эффективном радиусе пятна рассеяния  $R$  функция рассеяния может быть аппроксимированная на основе двумерной функции Гаусса

$$M(x, y) = \frac{1}{2\pi R^2} \cdot \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2R^2}\right).$$

Когда рассматриваются возможности оценки разрешения на местности, то удобно применять такую формулу

$$\Delta L = \frac{d \cdot H}{G}.$$

Здесь  $d$  определяет физические размеры для пикселей,  $H$  – значение высоты, на которой расположен космический аппарат,  $G$  – фокусного расстояния в объективе.

---

Юрочкин Анатолий Геннадьевич – Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, д. т. н., профессор, yuroschikinang30@yandex.ru.

Денисенко Дмитрий Сергеевич – Воронежский институт высоких технологий, студент, denis0t62vrwet@yandex.ru.

Жулябин Дмитрий Юрьевич – ОАО «Пигмент», специалист, for45fytr30@yandex.ru.

В ходе определения линейного разрешения вначале требуется расчет зенитного угла.

Потом проводится расчет наклонной дальности с Земли. После этого можно сделать оценку линейного разрешения на местности.

При этом расчет может проходить как на основе геометрических соотношений, так и при учете отношений «сигнал/шум».

Сигнал связан с разностью уровней сигнала, который относится к объекту наблюдения и фону, существующим на фотоприемном устройстве.

Шум, связан с дисперсией шумов компонента оптико-электронных комплексов. Чтобы оценки были более точными, есть возможности для рассмотрения отношения «сигнал/шум» по выходу системы, связанной с приемом преобразования информации [7, 8].

Оказывает влияние значение высоты солнца над горизонтом, характеристики анализируемых объектов относительно подстилающих поверхностей и др.

Информация применяется и преобразуется при помощи оптико-электронных комплексов [9, 10]. Они могут быть связаны с разными типами съемок: панхроматическая, мультиспектральная и др.

За счет фотоприемных устройств происходят процессы преобразования оптических сигналов в электрические.

Рассматривается характеристика спектрально-энергетическая чувствительность, связанная со значениями площадей фоточувствительных элементов, напряжениями на выходных фотоприемниках, а также со спектральным распределением освещенностей по фотоприемным устройствам.

Оптико-электронные устройства могут быть спроектированы на базе геометрической функции передачи модуляции.

Они рассматриваются с точки зрения того, какая взаимосвязь параметров в оптических системах и характеристик окружающей среды.

Важно учитывать, как изменяется освещенность по оптическим изображениям в исследуемых районах и экспозиция при съемках, когда получают информацию по подстилающей земной поверхности.

Если наблюдаемая поверхность имеет слабое освещение, то ее спектр трудно детально исследовать.

Космические снимки, с точки зрения их качества, могут быть оценены на основе разных подходов. На рисунке приведен алгоритм оценки характеристик космических изображений.

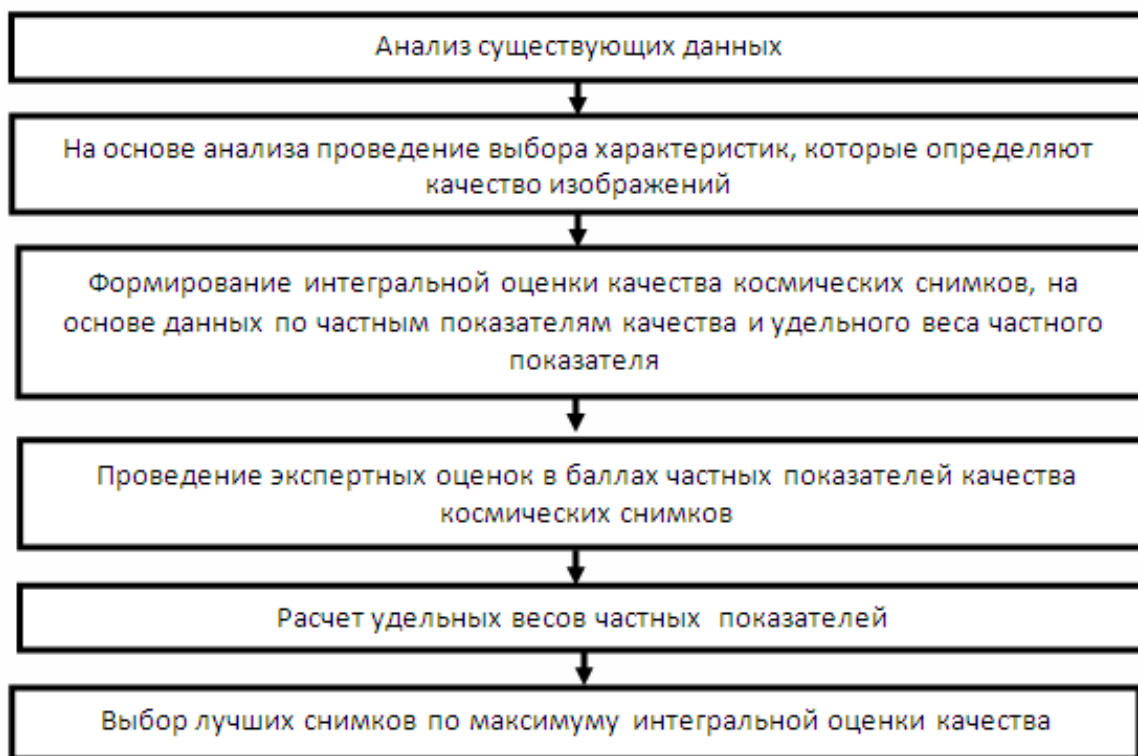


Рисунок. Алгоритм оценки характеристик космических изображений

Вывод. В работе описаны особенности функционирования оптической системы, связанной с дистанционным зондированием.

Даны предложения по основным этапам алгоритма оценки характеристик космических изображений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гагарин Ю. Е. Учет множества случайных факторов при использовании минимаксного критерия в задачах распознавания объектов / Ю. Е. Гагарин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2019. – Т. 7. – № 1 (24). – С. 89-98.

2. Преображенский А. П. Построение радиолокационных изображений объектов / А. П. Преображенский, Ю. П. Хухрянский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 8. – С. 20-23.

3. Ашихмин А. В. Анализ возможностей использования современных радиолокационных измерительных комплексов для оценки характеристик аппаратуры радиоконтроля / А. В. Ашихмин, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2007. – Т. 3. – № 4. – С. 173-175.

4. Преображенский А. П. Современные радиолокационные комплексы для измерения радиолокационных характеристик / А. П. Преображенский, Н. П. Ярославцев // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 8. – С. 29-32.

5. Головинов С. О. Разработка имитатора тракта передачи данных спутникового диапазона / С. О. Головинов, И. Я. Львович, А. П. Преображенский // Вестник Воронеж-

ского государственного технического университета. – 2009. – Т. 5. – № 4. – С. 214-217.

6. Преображенский Ю. П. Моделирование распространения радиоволн для условий дифракции / Ю. П. Преображенский // В сборнике: Современные инновации в науке и технике Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Ответственный редактор А. А. Горохов. – 2018. – С. 183-186.

7. Преображенский А. П. Методы прогнозирования характеристик рассеяния электромагнитных волн / А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2014. – № 1 (4). – С. 3.

8. Преображенский Ю. П. Рассеяние радиоволн на сложных объектах / Ю. П. Преображенский // В сборнике: Современные инновации в науке и технике Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Ответственный редактор А. А. Горохов. – 2018. – С. 191-194.

9. Косилов А. Т. Восстановление радиолокационных изображений объектов с использованием методов радиоголографии / А. Т. Косилов, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 8. – С. 79-81.

10. Кульнева Е. Ю. О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств / Е. Ю. Кульнева, И. А. Гащенко // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 50.

#### THE PROBLEMS OF ESTIMATION OF SPACE IMAGES AT REMOTE SENSING

© 2018 A. G. Yurochkin, D. S. Denisenko, D. Yu. Zhulyabin

*Russian Academy of national economy and public  
administration under the President of the Russian Federation  
Voronezh institute of high technologies  
JSC «Pigment»*

*The paper is devoted to the analysis of the modern architecture of the web application for solving corporate problems. The multilayer architecture of the system is presented.*

*Keywords: web application, architecture, corporation*