

---

УДК 629.783:004.722.45

Е.С. Козелкова

*Государственный университет телекоммуникаций, Киев*

## **ЗАДАЧИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ТРЕБОВАНИЯ К КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ИХ РЕШЕНИЯ**

*В статье проанализированы задачи дистанционного зондирования Земли и требования к космической информации для их решения.*

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), космическая информация, мониторинг.

### **Введение**

Космические средства ДЗЗ и наземная инфраструктура, предназначенная для приема, обработки, хранения и распространения космической информации (КИ) ДЗЗ, должны создаваться и совершенствоваться в максимальном соответствии с задачами и требованиями хозяйственных и научных организаций-потребителей космических данных. С целью наиболее адекватного отражения запросов потребителей Национальное космическое агентство органи-

зовало сбор, анализ, обобщение, повторное уточнение и окончательное редактирование общего состава задач ДЗЗ и вытекающих из них требований к параметрам КИ ДЗЗ.

### **Основная часть**

В этот обобщенный состав входят задачи гидрометеорологии, экологии, мониторинга чрезвычайных ситуаций (ЧС), обширный спектр природо-хозяйственных задач (сельское и лесное хозяйство, промысел морепродуктов, геология и поиск полез-

ных ископаемых, землеустройство, строительство, прокладка транспортных магистралей, картография, создание и обновление геоинформационных систем, гидротехника и мелиорация), океанографические и океанологические задачи и научные задачи фундаментального изучения состояния и эволюции Земли, как целостной и развивающейся экологической системы.

### **Общая характеристика состава задач и областей применения КИ ДЗЗ**

Учитывая чрезвычайно большое разнообразие сфер хозяйственного и научного использования КИ ДЗЗ, полный состав задач ДЗЗ велик по номенклатуре и содержит весьма разнородные требования к видам и характеристикам космических данных. Однако существует важная особенность, объединяющая весь спектр задач ДЗЗ в одно целое и позволяющая решать большинство подобных задач на космических аппаратах, оснащенных бортовой аппаратурой для съемки и зондирования в разных диапазонах спектра. Дело в том, что в основе всех методов ДЗЗ лежит требование регистрации и измерения потоков собственного (т.е. теплового) или отраженного электромагнитного излучения от интересующих природных и хозяйственных объектов, расположенных на земной поверхности, несколько заглубленных под ней или существующих в атмосфере нашей планеты.

По результатам таких наблюдений и измерений, передаваемым в виде поступающей КИ ДЗЗ на наземные пункты ее приема, обнаруживаются, отождествляются и конкретизируются (классифицируются) типы и фиксируется состояние природоохозяйственных объектов и процессов, важных для проведения эффективной природоохранной деятельности, прогнозирования погоды и опасных гидрометеорологических явлений, оценки масштабов ЧС и с целью принятия адекватных мер по уменьшению их последствий и минимизации ущерба, налаживания эффективных производственных процессов в отраслях природопользования, научного изучения эволюции Земли и т.д.

Дистанционное зондирование Земли сейчас, в основном, осуществляется в видимой области спектра, что соответствует современному уровню развития высокоточных бортовых приборов ДЗЗ. Вместе с тем, уже в настоящее время широко применяются и развиваются опережающими темпами методы и аппаратура ДЗЗ в радиодиапазоне (радиолокаторы с синтезированной антенной, скаттерометры, радиовысотометры и др. приборы активного СВЧ-зондирования, а также пассивные микроволновые многоканальные радиометры) и инфракрасной (ИК) области спектра (ИК-радиометры и спектрометры, фурье-спектрометры, абсорбционные спектрометры и т.д.). Постепенно возрастает разнообразие новых

приборов ДЗЗ для наблюдения в ультрафиолетовой (УФ) области спектра и для реализации новых технологий ДЗЗ (новые методы лимбового и затменного зондирования, многополяризационные и многоугловые методы, двух- и многопозиционная радиолокация, формирование сверхбольшой апертуры для СВЧ-зондирования на основе кластерных систем спутников и т.д.).

С другой стороны некоторые традиционные методы наблюдения Земли, использовавшиеся еще в годы существования СССР, например, фотографические, по-видимому, близки к практическому исчезновению из состава перспективных способов ДЗЗ.

Таким образом, в прогнозируемый период должно произойти существенное расширение методов и приборов ДЗЗ в направлении внедрения все более эффективных средств зондирования в СВЧ, ИК и УФ областях спектра, хотя ведущая роль многоспектральных съемочных приборов видимой (В) области спектра в целом должна сохраниться.

В соответствии с составом и характеристиками задач ДЗЗ, можно выделить следующие основные области применения КИ ДЗЗ и кратко сформулировать их особенности:

- гидрометеорология, для решения конкретных задач которой необходимо высокочастотное получение в глобальном масштабе космических данных об облачном и снежно-ледовом покрове, трехмерных полях температуры и влагосодержания атмосферы, трехмерном поле ветра, температуре и других физико-химических параметрах поверхности Земли, зонах и интенсивности осадков, крупномасштабных и опасных процессах в атмосфере и на поверхности Земли (циклоны, антициклоны, тропические штормы и ураганы, стихийные гидрометеорологические явления и др.), всех составляющих элементов для изучения эволюции климата (альbedo Земли, малые газы, аэрозоль, вариации солнечного излучения и т.д.), гелиогеофизических параметрах «погоды» Земли в околоземном космосе и динамике изменения растительного покрова;

- экологический мониторинг на глобальном, региональном и локальном уровнях за распространением загрязнений во всех трех основных природных сферах (атмосфера, поверхность суши, водная среда), развитием эрозионных и др. процессов деградации природной среды; обнаружение факта и адресная локализация крупных промышленных и иных источников загрязнения окружающей среды; контроль трансграничного переноса загрязнений; экологический мониторинг районов добычи полезных ископаемых, транспортировки углеводородного топлива и др. химических продуктов (аммиак и т.д.) и крупнейших скоплений промышленных предприятий и мегаполисов;

- мониторинг чрезвычайных ситуаций, включая обнаружение факта ЧС, оценку масштабов и характера разрушений; прогнозирование землетрясений и других разрушительных природных явлений; оповещение о цунами, наводнениях, селях, химическом и ином заражении местности, лесных пожарах, крупных разливах нефтепродуктов и т.д.;

- создание и обновление широкого спектра обшегеографических и тематических картографических материалов (топографические карты, карты в цифровом виде, ГИС разного назначения, карты сейсмичности и геологического риска, карты лесных массивов, сельхозугодий и др. тематического назначения);

- информационное обеспечение деятельности по землеустройству, прокладке транспортных магистралей, строительству промышленных объектов и градостроительству, составлению кадастров земельных и иных природных ресурсов;

- информационное обеспечение хозяйственной деятельности в ведущих отраслях социальной экономики, связанных с использованием и переработкой возобновляемых и невозобновляемых природных ресурсов, включая сельское, рыбное, лесное, водное хозяйство, геологию и разработку месторождений полезных ископаемых;

- океанография и океанология (зондирование водных поверхностей с целью определения их температуры, солености, цветности, прозрачности, биопродуктивности, загрязнений, течений, ледовой обстановки, волнения, приводного ветра, а также изучение шельфа);

- фундаментальное изучение закономерностей и тенденций изменения глобальных и крупнейших региональных процессов в атмосфере и других оболочках нашей планеты (гидросфера, криосфера, биосфера, околоземный космос и магнитосфера).

### **Анализ требований к КИ ДЗЗ**

Космическая информация ДЗЗ, получаемая в интересах решения природохозяйственных и научных задач, должна удовлетворять ряду требований к ее параметрам, основными из которых являются следующие:

- пространственное разрешение (т.е. разрешение на местности),

- радиометрическое разрешение (характеризует число градаций яркости на космических снимках или чувствительность приборов ДЗЗ),

- количество спектральных каналов или спектральное разрешение,

- периодичность обзора (перерывы между повторениями наблюдений одних и тех же местностей),

- общий интервал электромагнитного спектра (ширина спектральной области съемки) для рассматриваемого бортового прибора ДЗЗ,

- размах полос захвата,

- ширина полос обзора (в пределах которых фиксируется в текущий момент полоса захвата),

- географические районы наблюдений,

- ежегодные площади съемок для разных видов КИ ДЗЗ или иной показатель требуемой производительности ДЗЗ,

- географическая точность привязки снимков на местности,

- оперативность доставки КИ ДЗЗ потребителям.

Конкретные значения требований к перечисленным параметрам существенно изменяются в зависимости от рассматриваемой задачи ДЗЗ и используемого для ее решения типа бортового съемочного или зондирующего прибора, т.е. от вида получаемой КИ ДЗЗ.

Основной состав приборов ДЗЗ приведен на рис. 1.

Как видно, он включает следующие типы аппаратуры ДЗЗ:

- панхроматические и многоспектральные съемочные системы видимого (В) и ближнего инфракрасного (БИК) диапазонов (свыше 50 % решаемых задач ДЗЗ),

- инфракрасные (ИК) радиометры (около 20 % задач),

- радиолокаторы с синтезированной апертурой (РСА, примерно 15 % задач),

- гипер- и видеоспектрометры (~ 5 % задач),

- фурье-спектрометры и спектрорадиометры ИК области (~ 3 % задач),

- микроволновые радиометры (~ 5 % задач),

- ряд приборов для радиационных и гелиогеофизических и других измерений за обстановкой в околоземном космосе (~ 2 % задач),

- ряд дополнительных приборов для надирных, лимбовых, затменных и других научных исследований атмосферы Земли (~ 1 % задач).

Отметим, что в важнейшем классе съемочных приборов видимой области спектра на данном рисунке самостоятельно представлены (ввиду их важности):

панхроматические камеры (~ 5 % задач),

многоспектральные камеры видимой области (до 40 % задач);

съемочные системы БИК области (~ 5 % задач).

Многообразие требований к приборам, т.е. видам КИ ДЗЗ, дополняется исключительно широкими диапазонами требований к важнейшим характеристикам космических данных.

В частности, на рис. 1 показаны размахи требований к пространственному разрешению и периодичности обзора для разных целей хозяйственного и научного применения космической информации ДЗЗ.

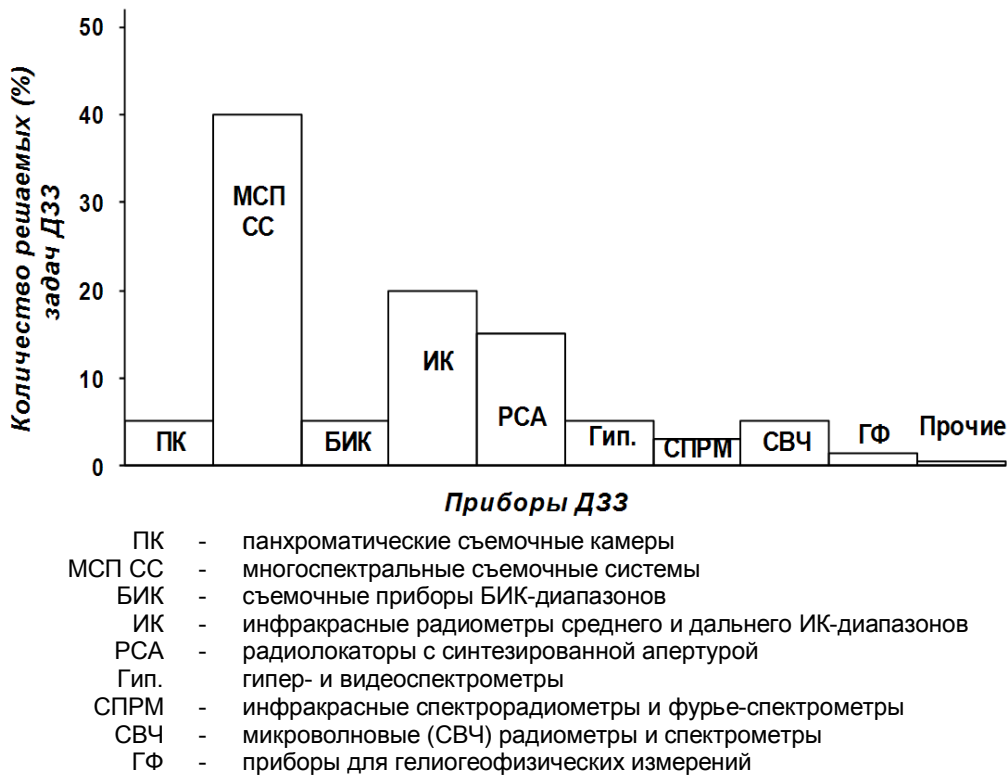


Рис. 1. Относительная важность основных классов приборов ДЗЗ

Видно, что по разрешению на местности для разных классов (групп, областей) ДЗЗ необходимо обеспечивать от 0,5 м до десятков км.

По периодичности обзора диапазон требований простирается от 0,1 часа (почти реального масштаба времени (РМВ), т.е. почти непрерывного повторения наблюдений) до нескольких лет.

## Выводы

Отмеченное разнообразие необходимых видов (приборов) КИ ДЗЗ и широта диапазонов требований к информационным параметрам космических данных со всей необходимостью приводят к неизбежности формирования полноценной космической системы ДЗЗ из ряда самостоятельных космических подсистем и космических комплексов на базе КА с различными наборами бортовых приборов наблюдения Земли.

## ЗАДАЧІ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ І ВИМОГИ ДО КОСМІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ЇХ ВИРІШЕННЯ

К.С. Козелкова

*Проаналізовано завдання дистанційного зондування Землі та вимоги до космічної інформації для їх вирішення.*

**Ключові слова:** дистанційне зондування Землі, космічна інформація, моніторинг.

## THE TASKS OF REMOTE SENSING REQUIREMENTS AND SPACE INFORMATION TO ADDRESS THEM

E.S. Kozelkova

*The paper analyzes the problem of remote sensing of the Earth and space requirements for information to solve them.*

**Keywords:** remote sensing, satellite data, monitoring.

## Список литературы

1. Козелкова Е.С. Методика повышения качества моделирования многоспутниковой низкоорбитальной экологической системы дистанционного зондирования Земли: монография / Е.С. Козелкова. – К.: ЦНИИ НиУ, 2005. – 120 с.
2. Організація систем управління космічних апаратів : навчальний посібник / С.М. Неділько, Д.М. Обідін, К.С. Козелкова, Р.В. Храцевський. – Кіровоград : КЛА НАУ, 2013. – 89 с.
3. Можяев Г.В. Синтез орбитальных структур спутниковых систем / Г.В. Можяев. – М.: Машиностроение, 1989. – 323 с.

Поступила в редколлегию 21.03.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Л.Ф. Купченко, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.