

УДК 519.2

DOI: <http://dx.doi.org/10.20535/2219-3804192018169094>

А. Б. Камелин¹, *викладач*, **В. Г. Лукомский**², *к.т.н., доцент*

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

En

To date, space systems for the Earth remote sensing have emerged as a new information technology that provides the diverse needs of society for Earth data to solve economic, managerial, scientific, technical and other problems.

The purpose of the article is to focus on the relevance of the Earth remote sensing national system development, on a number of important factors that must be considered when developing a strategy for creating such a system, and on specific developments in the field of remote sensing, namely:

- the significant increase of the international competition in the creation of the commercial space observation systems of the Earth;
- the constant increase of the consumer requirements to the technological level and the quality of the remote sensing products;
- many foreign countries use of the state protectionism measures;
- the difficulty of participating in the international projects of high-tech cooperation due to noncompliance of the international standards and criteria for the intellectual property protection.

It is necessary to focus on the following characteristics of optical-electronic remote sensing systems:

1. The error in the objects coordinates determining using materials survey in the WGS-84 coordinate system, without using control points, not more than 15 m.
2. Limits of the permissible measurement error (at the level of 0.997) of the

¹ НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», кафедра систем керування літальними апаратами

² НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», кафедра систем керування літальними апаратами

angular position of the spacecraft axes in the WGS-84 coordinate system, in real time, no more than 0.001 (3σ);

3. Limits of the permissible measurement error (at the level of 0.997) of the current coordinates of the spacecraft in the WGS-84 coordinate system, in real time, no more than 10 m (3σ);

4. Limits of the permissible measurement error (at the level of 0.997) of the current speed of the spacecraft, not more than 0.01 m / s (3σ).

It is also important to take into account that all parts of the system should be united by a single project-technical and instructive documentation in order to ensure the solution of the specific priority thematic tasks.

These are:

- the relevance of solving the problem for the needs of management and economic activity, ensuring the security of the state and the person;
- the possibility of the tasks implementing must be proved for the operational level by designing, experimental testing, providing the necessary operational documentation and the availability of the developed and legalized methods for data processing and interpreting
- ensuring the space component functioning of the system, as the main part of the technical support for system functioning due to the regular launches and operation of the national remote sensing satellites of Sich series.
- creation of advanced groundwork for the target remote sensing equipment (optical-electronic, radar) with a tendency to increase the spatial resolution.
- further development of metrological support and ground segment due to the modernization and operation of ground-based software and hardware, the creation of calibration sites and ground-based means of their characteristics certification. The main argument in the design of the ground segment, as in the design of the space segment, should be a list of the system thematic tasks. It is especially necessary to pay attention to metrological provision. If there is significant progress and experience in creating of the software and hardware tools for pre-processing and normalization of information, but as far as metrology is concerned, here the state is more complicated. The created payload for Sich 2-1 and Sich-2 satellites does not have on-board standards. Thus, it is important to ensure measurements uniformity in the production and operation of systems necessary to obtain reliable and competitive measurement data with traceability to international and national standards. Therefore, creating metrological support for remote sensing systems, it is important to consider the following:
- the principles formation of creating a system for metrological support for remote sensing (reliability and reliability);
- development and creation of a technical and reference base for remote sensing systems: - the creation and development of ground-based experimental testing facilities; - creation of onboard calibrators, special standards;
- testing and periodic monitoring of the accuracy characteristics of remote sensing systems;
- metrological support at all stages of the life cycle of remote sensing systems; the correspondence of the obtained data to the internationally accepted standards of physical quantities.

Ua

Космічні системи дистанційного зондування Землі – це системи, що динамічно розвиваються, стають все більш економічно ефективною сферою світової економічної промисловості, привабливою для інвестицій. Спектр прикладного значення інформації цієї високої технології постійно

розширюється і можна очікувати, що така тенденція збережеться і у майбутньому.

Розглянуто низку окремих важливих факторів, які необхідно враховувати під час формуванні стратегії створення такої системи, конкретних розробок у галузі ДЗЗ, зокрема таких як удосконалення характеристик відповідних оптико-електронних систем, а також метрологічного забезпечення.

Введение

К настоящему времени космические системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) сформировались как новая информационная технология, обеспечивающая разнообразные потребности общества в данных о Земле для решения задач хозяйственной, управленческой, научно-технической и других видов деятельности.

Такие системы обеспечивают уникальные возможности оперативного сбора данных в глобальном масштабе с высоким пространственным, спектральным и временным разрешением, что превращает их во вторую, после спутниковых средств связи, прикладную область деятельности в космосе.

В целом космическое ДЗЗ это динамично развивающаяся, экономически эффективная отрасль мировой экономической промышленности, привлекательная для инвестиций. Спектр приложений данных этой высокой технологии непрерывно расширяется и можно ожидать, что такая тенденция сохранится и в будущем.

Постановка задачи

Цель статьи – акцентировать внимание на актуальности развития национальной системы дистанционного зондирования Земли, яде важных факторов, которые необходимо учитывать при формировании стратегии создания такой системы, конкретных разработках в области ДЗЗ.

Основной материал

Перспективные информационные технологии в прикладных дистанционных исследованиях Земли из космоса в ближайшем десятилетии будут предметом интенсивных исследований и разработок, целью которых является построение качественно новой системы геоинформационного обеспечение общества на национальном и региональном уровнях.

В конкурентной борьбе разработчиков космических систем ДЗЗ достигнуто значительное улучшение информационных возможностей и технических характеристик гражданских космических систем наблюдения Земли, в первую очередь за счет доведения пространственной

разрешающей способности до 1 м и меньше, применение многозональной и гиперспектральной бортовой аппаратуры, всепогодных радиолокационных средств, сокращение сроков разработки изготовления космических аппаратов до 1 – 2 лет, перехода к созданию малых КА и формирование многоспутниковых систем ДЗЗ.

Сейчас действует ряд внешних факторов, которые необходимо учитывать при разработки сценариев в области ДЗЗ, а именно:

- значительное усиление международной конкуренции в создании коммерческих космических систем наблюдения Земли;
- постоянное повышение требований потребителей к технологическому уровню и качеству продукции ДЗЗ;
- использование многими зарубежными странами мероприятий государственного протекционизма;
- сложность вхождения в международные проекты высокотехнологического сотрудничества из-за несоответствия международным стандартам и критериям защиты интеллектуальной собственности.

Из внутренних факторов определяющими являются:

- уровень бюджетного финансирования космической деятельности в области ДЗЗ.

Этот уровень определяется как общим экономическим состоянием Украины, так и распределением средств по направлениям. В свою очередь, приоритетность направления ДЗЗ в значительной степени зависит от информированности общества в необходимости развития этих средств и реально достигнутых результатах.

Одной из приоритетных составляющей научно-технической политики Украины в отношении к космическим наблюдениям остается углубление знаний о естественных явлениях и состоянии окружающей среды на основе усовершенствования использования космических средств и методов.

Реализация такой цели возможна при условиях создания динамической, целостной, открытой, гармонической, способной к развитию комплексной системы получения, первичной (технологической) обработки информации, накопления, передачи аэрокосмических данных для тематической обработки и выдачи такой информации о состоянии объектов наблюдения в интерактивном режиме и в масштабе реального времени – в кризисных ситуациях.

При выполнении работ важной является задача оптимизации подходов к дальнейшему развитию космической системы наблюдения Земли на основе оптимизации количества проектов при полном отказе от таких, которые не имеют обоснования с точки зрения научно-технической целесообразности и наличия соответствующих ресурсов, максимальной экономии бюджетных финансовых и материальных ресурсов за счет

унификации, универсализации, минимизации технических и технологических средств, которые будут разрабатываться при создании системы и поиска путей привлечения внебюджетных средств.

При этом необходимо ориентироваться на следующие характеристики оптико-электронных систем ДЗЗ:

1. Погрешность определения координат объектов с помощью материалов съемки, в системе координат *WGS-84*, без использования опорных точек, не более 15 м.
2. Пределы допускаемой погрешности измерений (по уровню 0,997) углового положения осей КА в системе координат *WGS-84*, в режиме реального времени, не более 0,001 (3σ);
3. Пределы допускаемой погрешности измерений (по уровню 0,997) текущих координат КА в системе координат *WGS-84*, в режиме реального времени, не более 10 м (3σ);
4. Пределы допускаемой погрешности измерения (по уровню 0,997) текущей скорости КА, не более 0,01 м/с (3σ).

При создании системы ДЗЗ важно учитывать также, что все части системы должны быть объединены единой проектно-технической и инструктивной документацией с целью обеспечения решения конкретных приоритетных тематических задач.

Таковыми являются:

- актуальность решения задачи для нужд управленческой и хозяйственной деятельности, обеспечение безопасности государства и человека;
- возможность реализации задач должна быть доказана к эксплуатационному уровню путем проектирования, экспериментальной отработки, обеспечением необходимой эксплуатационной документацией и наличием разработанных и узаконенных методик обработки и интерпретации данных
- обеспечение функционирования космической составляющей системы, как главной составляющей технического обеспечения функционирования системы путем регулярных запусков и эксплуатации национальных КА ДЗЗ – серии “Сич” (предыдущие КА ДЗЗ – «Океан–О», «Сич–1», «Сич–1М», «Сич–2») с повышенным сроком активного функционирования к 5–7 лет и микроспутников в системе группировок с другими КА с целью, в первую очередь, обеспечение данными зондирования Земли для решения тематических задач системы, исходя из требований пользователей к точности (масштаба), временного и спектрального разрешения, периодичности, оперативности получения данных ДЗЗ (в первую очередь, для решения задач кризисного мониторинга и задач, по которым подготовлено научно-методическое обеспечение). Сегодня выполняются работы по созданию КА ДЗЗ «Сич–2-1» и «Сич–2М», для последнего

разрабатывается оптико-электронный сканер высокого разрешения (2,5м)

- создание опережающего задела целевой аппаратуры ДЗЗ (оптико-электронной, радиолокационной) с тенденцией повышения пространственного разрешения.
- дальнейшее развитие метрологического обеспечения и наземного сегмента путем модернизации и эксплуатации наземных программно-технических средств, создания калибровочных полигонов и наземных средств паспортизации их характеристик. Главным аргументом в проектировании наземного сегмента, как и при проектировании космического сегмента, должен являться перечень тематических задач системы.

Особо необходимо обратить внимание на метрологическое обеспечение. Если в создании программно-технических средств по предварительной обработке и нормализации информации есть значительный задел и опыт, но что касается метрологии, то здесь состояние сложнее. Во первых, создаваемая полезная нагрузка для КА «Сич-2-1» и «Сич-2» не имеет бортовых эталонов, тогда тем более важно обеспечение единства измерений при производстве и эксплуатации систем, необходимого для получения достоверных и конкурентоспособных измерительных данных с прослеживаемостью к международным и национальным эталонам. Поэтому при создании метрологического обеспечения систем ДЗЗ важно учитывать следующее:

- формирование принципов создания системы метрологического обеспечения ДЗЗ (надежность и достоверность);
- разработка и создание технической и эталонной базы для систем ДЗЗ:
 - – создание и развитие средств наземной экспериментальной отработки;
 - – создание бортовых калибраторов, специальных эталонов;
- проведение испытаний и периодический контроль точностных характеристик систем ДЗЗ;
- метрологическое сопровождение на всех этапах жизненного цикла систем ДЗЗ. Соответствие полученных данных к международно признанным эталонам физических величин.

Важным вопросом является организационное и техническое обеспечение поддержки потенциального рынка пользователей путем создания информационно-аналитического кризисного и ситуационного центра для обеспечения центральных органов власти оперативными данными наблюдений Земли.

Выводы

Анализ развития космических систем дистанционного зондирования Земли – новой информационной технологии, применение которой непрерывно расширяется, требует приоритетного внимания с точки зрения формирования отечественных проектов космической деятельности.

Учитывая высокий научный, промышленный потенциал космической отрасли Украины разработка, внедрения систем ДЗЗ является одним из важных направлений как с точки зрения обеспечения решения своих потребностей, так и с точки зрения выхода на международные рынки, коммерциализации результатов.

При этом особое внимание необходимо уделить совершенствованию характеристик оптико-электронных систем ДЗЗ, а также вопросам метрологического обеспечения.

Список использованной литературы

1. Закон України «Про космічну діяльність» №502/96-ВР від 15.11.1996.
2. Концепція реалізації державної політики у сфері космічної діяльності на період до 2032 року. – К.: ДКА України, 2012. – 48 с.
3. *Лялько В. И., Попов М. А.* Состояние и перспективы развития дистанционных методов исследования Земли в Украине/Перспективы космических исследований Украины/ Науч. ред. О. П.Федоров. – К.: Академперіодика, 2011.
4. Космонавтика XXI века. – Москва: Издательство “РТСофт”, 864 с., ответственный редактор Б. Е. Черток.
5. Космические летательные аппараты. Введение в космическую технику: Учеб. пособие/ Ю. Ф. Даниев, А. В. Демченко, В. С. Зевако, А. М. Кулабухов, В. В. Хуторный; Под общей ред. д-ра техн. наук, проф. А. Н. Петренка. – Днепропетровск; АРТ-ПРЕСС, 2007. – 456 с.
6. Національний стандарт «ДСТУ 4220-2003. Дистанційне зондування Землі з космосу. Терміни і визначення понять».