



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ



Студенттер мен жас ғалымдардың
«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2014» атты
IX халықаралық ғылыми конференциясы

IX Международная научная конференция
студентов и молодых ученых
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2014»

The IX International Scientific Conference for
students and young scholars
«SCIENCE AND EDUCATION-2014»

2014 жыл 11 сәуір
11 апреля 2014 года
April 11, 2014



**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«Ғылым және білім - 2014»
атты IX Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
IX Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2014»**

**PROCEEDINGS
of the IX International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2014»**

2014 жыл 11 сәуір

Астана

УДК 001(063)
ББК 72
Ғ 96

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2014» атты студенттер мен жас ғалымдардың IX Халықаралық ғылыми конференциясы = IX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2014» = The IX International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2014».
– Астана: <http://www.eni.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2014. – 5831 стр.
(қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-610-4

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001(063)
ББК 72

ISBN 978-9965-31-610-4

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық
университеті, 2014

РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Роман Нурсултан

MOLDAMURAT@yandex.ru

Студент 4-го курса кафедры «Радиотехника, электроника и телекоммуникации»
Евразийский национальный университет имени Л. Гумилева, Астана, Казахстан
Научный руководитель – К. Молдамурат

Введение

Одним из направлений развития отечественной ракетно-космической отрасли является дистанционное зондирование Земли. Учитывая потенциальные возможности Республики Казахстан, можно отметить, что за последние годы были достигнуты определенные успехи в этом направлении. В Казахстане существует ряд программ, направленных на освоение космической сферы. Строится завод по производству малых космических аппаратов. Это позволит в ближайшем будущем запускать на околоземную орбиту собственные спутники различного назначения. Одним из назначений этих спутников является дистанционное зондирование поверхности Земли.

Основные области применения спутникового дистанционного зондирования – получение информации о состоянии окружающей среды и землепользовании, изучение растительных сообществ, оценка урожая сельскохозяйственных культур, оценка последствий стихийных бедствий: наводнений, землетрясений, извержений вулканов, лесных пожаров. Средства дистанционного зондирования эффективны при изучении загрязнения почвы и водоемов, льдов на суше и на воде, в океанологии. Эти средства позволяют получать сведения о состоянии атмосферы, в том числе в глобальном масштабе.

Данные зондирования поступают в виде изображений, как правило, в цифровой форме, обработка ведется на ЭВМ, поэтому проблематика дистанционного зондирования тесно связана с цифровой обработкой изображений. Центральной проблемой современного экологического мониторинга является получение объективной информации об окружающей среде. Такую информацию дают искусственные спутники Земли.

Достоверность информации, содержащейся в спутниковых изображениях, во многом определяется качеством полученных из Космоса снимков. В свою очередь качество снимков, получаемых из Космоса, зависит от многих причин. Очень важным моментом является способ фотографирования поверхности Земли. Существует два основных метода получения снимков из Космоса. Это электронно-оптический метод и радиолокационный метод.

Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки. Конечно существует ряд проблем, которые необходимо решить. Радарные методы не позволяют получать снимки в цветном изображении. Поэтому очень важным является вопрос совершенствования радиолокационных методов зондирования в плане повышения качества первоначальных снимков поверхности земли.

В статье нами были исследованы основные причины ухудшения качества и достоверности снимков поверхности Земли. Особую роль при этом играют процессы электризации поверхности КА, вызывающие электрические разряды на поверхности блоков и кабельных систем. Электростатические разряды (ЭСР), возникающие вследствие зарядки КА, являются источниками электромагнитных помех (ЭМП). Эти ЭМП воздействуют на отдельные элементы и устройства и бортовые системы в целом.

Основные проблемы дистанционного зондирования Земли

Основной проблемой, ограничивающей технические характеристики локаторов, является малая мощность принимаемого сигнала. При этом мощность принимаемого сигнала убывает как четвертая степень дальности, то есть, чтобы увеличить дальность действия локатора в 10 раз нужно увеличить мощность передатчика в 10000 раз! Естественно на этом пути быстро пришли к пределам, преодолеть которые было далеко не просто. Уже в самом начале развития был осознан тот факт, что имеет значение не сама мощность принимаемого сигнала, а его заметность на фоне шумов приемника. Снижение шумов приемника также было ограничено естественными шумами элементов приемника, например тепловыми. Данный тупик был преодолен на пути усложнения методов обработки принятого сигнала и связанного с этим усложнения формы применяемых сигналов. Широкое применение спутниковых радиолокационных данных началось в 1991 г. с запуском спутника ERS-1 (Европейское космическое агентство) с радиолокатором на борту. Первоначальная

цель запуска этого первого гражданского спутникового радиолокатора определялась довольно узко и ограничивалась решением морских задач (мониторинг ледовой обстановки, айсбергов, судоходства, течений, нефтяных пятен и т.д.) Однако уже после прохождения спутником первого десятка полных циклов повторения орбиты выяснилось, что у этого радиолокатора имеется большой потенциал и для выполнения различных задач на суше.

Еще одним важным практическим применением спутниковых радиолокаторов стал мониторинг смещений земной поверхности по результатам дифференциальной интерферометрической обработки. Если учесть, что спутник ERS-2 находится на орбите и выполняет съемку до сих пор, понятно, что на значительную часть земного шара имеются многопроходные интерферометрические цепочки снимков за период с 1991 по 2010 гг. так, например, многие европейские города снимались каждый месяц с 1995 г. (а с 1991 г. – по 5-10 раз в год). Т.е., в настоящее время имеются 100- или 200-проходные цепочки радарных снимков, которые в случае достаточной когерентности могут быть обработаны всеми возможными дифференциальными интерферометрическими методиками, с получением на выходе карт смещений земной поверхности и деформаций зданий и сооружений за период до 20 лет.

Отличия радарных систем от других видов зондирования. Недостатки и преимущества

Основными отличительными особенностями радарных спутников нового поколения является их пространственное разрешение (до 1 м), возможность съемки с различной поляризации и последующей интерферометрической обработкой для получения высокоточных ЦМР и выявление подвижек земной поверхности с высочайшей точностью, независимость съемки от облачности.

К недостаткам радиолокационного метода относятся получение изображений в виде черно-белого снимка.

Подавляющее большинство действующих систем дистанционного зондирования Земли – системы оптико-электронного наблюдения. Однако, ведущие космические державы планируют в ближайшие годы ввести в состав национальных космических группировок спутники, оснащенные РСА. Радиолокационные системы наблюдения по сравнению с оптическими средствами имеют ряд преимуществ:

- независимость от погодных условий и времени суток,
- сочетание широкой полосы обзора на больших дальностях и высокой разрешающей способности,
- многорежимность и гибкость управления работой РСА, позволяющая быстро менять положение и размеры зоны обзора, разрешающую способность и формы представления информации,
- высокая оперативность получения данных вне зависимости от погодных условий и освещения,
- возможность наблюдения объектов, скрытых растительностью и расположенных в приповерхностном слое земли или в прибрежной зоне водоемов (заглубленные трубопроводы, линии связи, электропередач и т. п.).

Радиолокационное дистанционное зондирование Земли проводится при длинах волн от 1 мм до 1 м и соответствующих им частотах от 0,3 до 300 ГГц.

Для радиолокации используют микроволновые радиодиапазоны, параметры которых приведены в таблице 1.

Таблица 1. Области применения микроволновых радиодиапазонов

Области применения	Диапазон
Воздушные радиолокационные системы	Ка, К, Ku
Воздушные и космические радиолокационные системы	X, C, L
Космические радиолокационные системы	S, P

Съемка радиолокационными системами существенно отличается от съемки системами в оптическом диапазоне, так как она выполняется при значительном отклонении от надира. Для радиолокационных данных система координат снимка выглядит следующим образом: азимут – направление, параллельное траектории, и дальность – наклонное расстояние от радиолокатора до поверхности. Значения углов съемки меняются в зависимости от типа радиолокатора и режимов съемки и могут достигать от 8° до 60°. Такая геометрия съемки вызывает ряд геометрических искажений на снимках (рисунок 1): искажение наклонной дальности (неравномерность разрешения

снимка по дальности), эффект складки, переналожения и радиолокационные тени. Устранение этих эффектов выполняется при ортотрансформировании снимков по точной ЦМР.

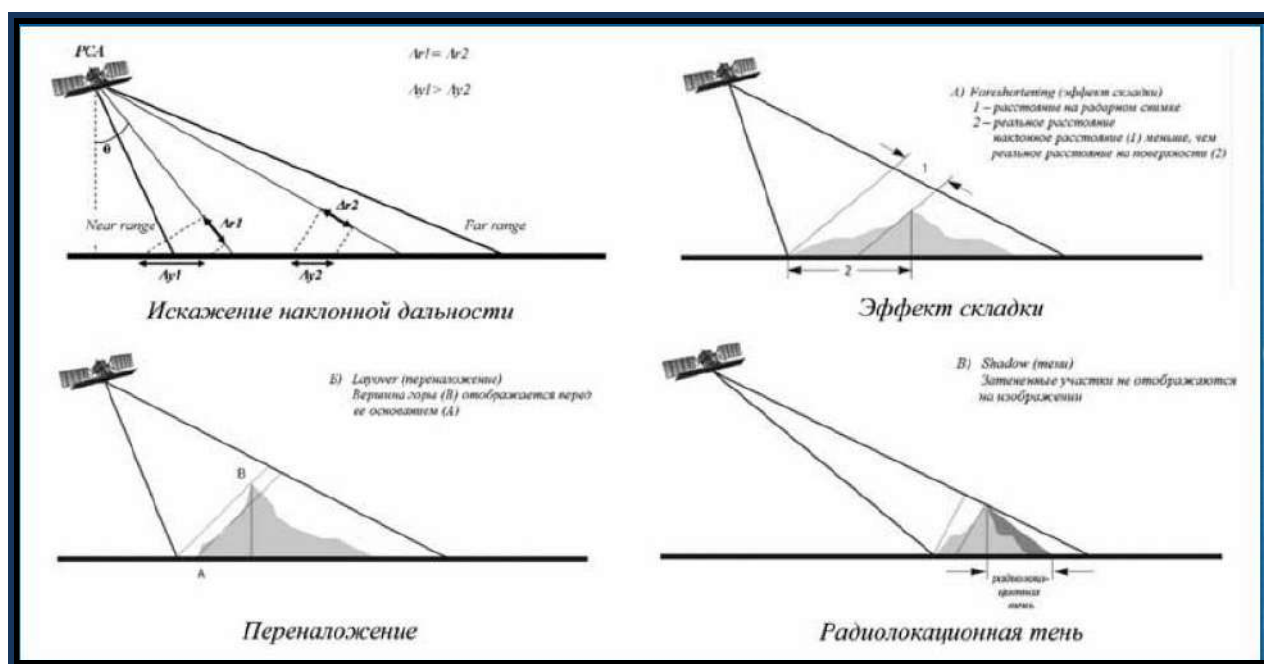


Рис. 1. Эффекты, возникающие на радарных снимках, обусловленные геометрией съемки и рельефом местности

На рисунке 2 приведены два изображения, наглядно демонстрирующие значительные отличия в геометрии съемки между радиолокационными данными и данными в оптической зоне спектра.

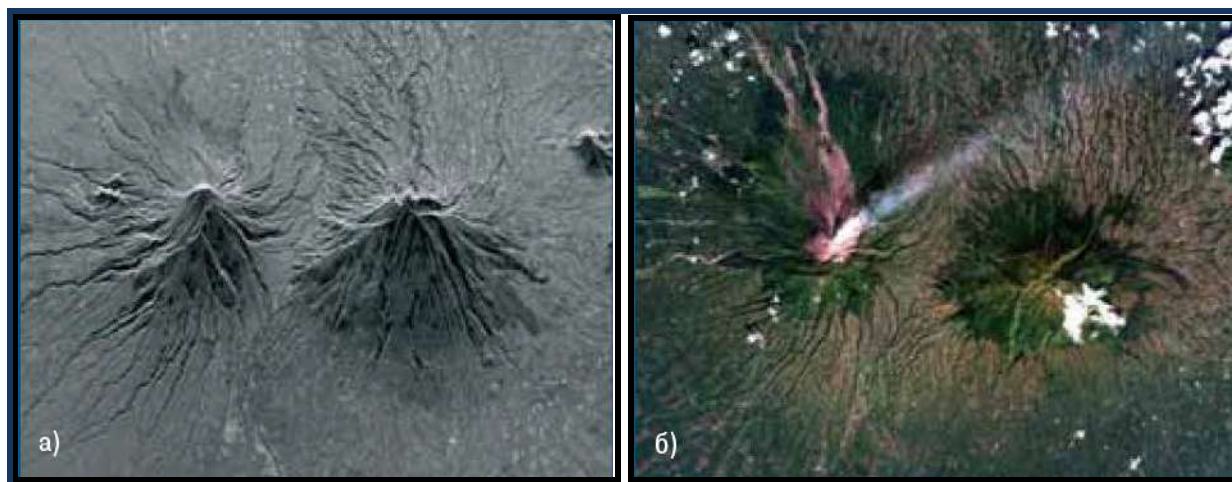


Рисунок 2. Сравнение радиолокационного снимка и снимка в оптической зоне спектра: а) TerraSAR-X (режим SCANSAR, пространственное разрешение 16 м); б) Landsat-7 (комбинация каналов: 3-2-1, пространственное разрешение 30 м)

Радиолокационные изображения имеют ряд радиометрических особенностей: на снимках даже для однородной поверхности проявляются значительные вариации уровня яркости между соседними пикселями, создавая зернистую текстуру. Это – спекл-шум, который возникает из-за того, что результирующее значение конкретного пикселя получается в результате сложения множества значений, фиксируемых системой при различных положениях приемной антенны КА, движущегося по орбите. При получении изображений используется принцип PCA. Все современные космические радиолокационные системы – это PCA-системы, и на всех радиолокационных изображениях

присутствует спекл-шум. Применение именно РСА-систем вызвано тем, что при небольших размерах реальных антенн радиолокационных систем невозможно получить высокое пространственное разрешение. При использовании же синтезированной апертуры, когда небольшая бортовая антенна последовательно формирует антенную решетку на достаточно большом участке орбиты, удастся достигнуть высокого пространственного разрешения. Спекл-шум – это мультипликативное искажение, т. е., чем сильнее сигнал, тем сильнее искажение. Для устранения спекл-шума используются различные типы фильтрации. Наряду со спекл-шумом, на изображении присутствуют радиометрические искажения, вызванные геометрией съемки. Так как съемка проводится под различными углами для различных точек снимка, то появляется неоднородность яркости по полю снимка: при малом угле – ярче, чем при большем угле съемки. Данное искажение устраняется путем введения различных коэффициентов усиления антенны по полю снимка. Еще одна группа искажений вызвана геометрией съемки и рельефом поверхности: это области затемнений и переналожений, они относятся к геометрическим искажениям, но также влияют на радиометрию. Многие из современных радиолокационных спутниковых систем ДЗЗ (ALOS PALSAR, TerraSAR, Radarsat 2 и др.) позволяют получать изображения при различной поляризации излучения. Поляризация определяется ориентацией вектора электромагнитной индукции, при взаимодействии с объектом поляризация изменяется и несет в себе информацию об объекте.

Список литературы

1. Кантемиров Ю.И. Обзор современных радиолокационных данных ДЗЗ и методик их обработки с использованием ПК SARscape// Журнал «Геоматика» 2010, №3, с. 42-46.
2. Никольский Д.Б. Сравнительный обзор современных радиолокационных систем // Журнал «Геоматика» 2008, №1, с. 11-17.
3. Шовенгерт Р.А. Основы дистанционного зондирования Земли// Книга «Дистанционное зондирование. Методы и модели обработки изображений» 2007, с 17-19.
4. Б.М. Балтер, В.В. Егоров. Методы и возможности дистанционного зондирования. Итоги; науки и техники; Сер. Исследование космического; пространства. М.: [ВИНИТИ](#), 1981, т. 16,191с.
5. Физические основы, методы и средства исследований Земли из космоса (под. редакцией докт. техн. наук Я.Л. Зимана). //Итоги науки и техники. Сер. Исследование Земли из космоса. М.: [ВИНИТИ](#), 1987, т. 1,196с.
6. В.В. Егоров, В.И. Тарнопольский. Физические основы дистанционного зондирования; Земли из космоса.//Материалы международного учебного семинара [ООН](#) по применению: дистанционного зондирования, Баку, Изд-во "Элм", 1977, с. 21-37.
7. Я.Л. Зиман. О дальнейшем развитии методов исследования Земли из космоса.//Исслед. Земли из космоса, 1980;№ 1, с. 125-133.
8. А.З. Разяпов, И.В. Кудрин, Д.А. Шаповалов, А.М. Степанов. Мониторинг атмосферных загрязнений урбанизированных территорий (курс лекций), М., МИСиС, 2001, 54с.
9. Н.А. Арманд, А.М. Волков, А.И. Захаров, И.С.Нейман; Г.М. Чернявский, А.В. Шишанов, А.С. Шмаленок. Перспективные; отечественные; спутниковые радары с синтезированной апертурой: // Радиотехника и электроника. 1999, т. 44, № 4, с. 442-447.
10. А.И. Канашенков, Л.А. Ведешин. Аэрокосмические радары; метрового диапазона: возможности, и перспективы использования в дистанционном зондировании Земли; (аналитический обзор). //Исслед. Земли из космоса, 2004 (в печати).

УДК 537.86

РЕЗОНАНСЫ В БРЭГГОВСКИХ СЛОИСТЫХ СТРУКТУРАХ С ЛИНЕЙНЫМИ И НЕЛИНЕЙНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Сидоров Дмитрий Владимирович

sidorov@email.ua

Ассистент кафедры прикладной и компьютерной радиофизики
Днепропетровского национального университета имени Олеся Гончара,