

## Базовые продукты обработки данных дистанционного зондирования Земли

Е.А. Лупян<sup>1</sup>, В.П. Саворский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Институт космических исследований РАН  
117997, Москва, Профсоюзная ул. 84/32,  
тел: +7 (095) 3335313 e-mail: evgeny@smis.iki.rssi.ru*

<sup>2</sup>*Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН,  
Фрязинский филиал  
141190, Фрязино, Московской обл., пл. Введенского, 1,  
E-mail: savor@ire.rssi.ru*

В работе на основе опыта создания, внедрения и эксплуатации различных систем дистанционного мониторинга введено и обосновано определение понятия базовых продуктов (БП) ДЗЗ. На основе анализа потребностей спутникового мониторинга определены общие свойства БП, показана их связь с уровнями представления спутниковых данных CEOS, классифицированы уровни БП., определены требования к процедурам генерации БП и исходным данным к ним.

**Ключевые слова:** базовые продукты (БП), ДЗЗ, уровни представления, спутниковые данные.

### Введение

Развитие систем и методов дистанционного мониторинга позволило в последние десятилетия начать создание новых методов и технологий обработки данных дистанционных наблюдений. Созданные технологии, в свою очередь, позволили приступить к созданию и широкому использованию новых информационных систем, ориентированных на решение научно-исследовательских и прикладных задач по данным спутниковых наблюдений Земли, т.е. в рамках систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Такие системы сегодня активно развиваются в различных областях научно-прикладных исследований и основной их задачей является получение оперативной и, главное, объективной информации о различных объектах, процессах и явлениях. По мере создания и начала эксплуатации подобных систем стали формироваться новые требования к технологиям обработки спутниковых данных. В большой мере эти требования сегодня ориентированы на то, что технологии обработки спутниковых данных должны быть максимально автоматизированы и при этом обеспечивать получение устойчивой объективной информации о наблюдаемых процессах и явлениях. Для выполнения таких требований во многих случаях необходимо создание совершенно новых систем и алгоритмов тематической обработки данных спутниковых наблюдений, а также разработки новых, ориентированных на получение исходной информации о них на основе данных ДЗЗ, моделей развития тех или иных явлений. Создание подобных алгоритмов и моделей, в свою очередь, требует от систем, предоставляющих информацию ДЗЗ, реализации новых уровней обработки данных. Кроме того, это вызывает необходимость предоставления не только и не столько откалиброванной информации для отдельных каналов, но и различного рода интегральных физических характеристик, получаемых на основе комплексирования спутниковых данных и/или восстановления параметров состояния исследуемых объектов по спутниковым данным. Это вызвано необходимостью использования этих характеристик в системах оценки состояния различных объектов и явлений и в моделях протекающих в них процессов. Такого типа продукты можно условно назвать базовыми продуктами (БП) ДЗЗ.

В настоящей работе на основе опыта создания, внедрения и эксплуатации различных систем дистанционного мониторинга (см. [1-7]) сделана попытка определения понятия базовых продуктов ДЗЗ и сформулированы основные требования к подобным продуктам.

### **Основные свойства базовых продуктов**

Для большинства тематических задач, связанных с изучением и мониторингом конкретных объектов, а также прогнозированием их развития, в идеале, удобно использовать физические характеристики наблюдаемых объектов, восстановленные по данным дистанционных наблюдений. Это характеристики представляют собой не просто калиброванные данные, полученные в разных наблюдательных каналах, а некоторые физические параметры, которые можно непосредственно использовать при описании наблюдаемых процессов и явлений, а также при построении моделей их развития.

При этом следует учитывать то, что такими характеристиками могут быть не только традиционно используемые геофизические параметры, сопоставимые с данными контактных измерений. К ним также следует отнести и интегральные характеристики (т.н. индексы), не сводимые к традиционным геофизическим параметрам, но при этом наиболее адекватно и полно реализующие потенциал дистанционных наблюдений.

К первой группе характеристик относятся, в частности

- поля температур на различных поверхностях (температура верхней границы облачности, температура водной поверхности, суши и т.п.);
- поля содержания водяного пара или аэрозоля в различных слоях атмосферы;
- поля альбедо различных поверхностей и т.п.

Вторую группу характеристик составляют различные индексы, получаемые на основе измерений в различных каналах. Эти индексы, с одной стороны, являются достаточно устойчивыми к условиям измерений, а с другой стороны могут быть эффективно использованы для описания состояния наблюдаемых объектов. Например, это могут быть

- различные нормализованные вегетационные индексы, которые отражают объем биомассы в растительных системах;
- «почвенные» индексы, характеризующие степень покрытия наблюдаемых поверхностей растительностью;
- «снежные и ледовые» индексы, отражающие состояние снежного и ледового покрытия и т.д.

В дальнейшем мы будем для простоты называть такие характеристики обобщенными физическими характеристиками. Следует особо отметить, что обобщенные физические характеристики могут быть использованы для решения достаточно широкого класса тематических задач. На наш взгляд в ближайшие годы спрос на виды информации, получаемой на основе спутниковых данных, будет смещаться именно в сторону повышения спроса на различные обобщенные физические характеристики, которые можно будет использовать для количественного описания различных объектов и явлений, а также строить на их основе модели их состояния и развития. Этот вывод в значительной мере подтверждается тем, что все больший спрос появляется не на результаты качественного анализа данных ДЗЗ, а на результаты глубокой, устойчивой тематической обработки. Именно такие результаты позволяют оценить количественные характеристики различных объектов и быть использованы в качестве входной информации в моделях развития различных явлений и процессов. Основой для проведения такого типа тематической обработки может быть только набор обобщенных физических характеристик. Особо следует отметить, что такого рода тематическую обработку, стартующую именно с уровня обобщенных физических характеристик, значительно проще стандартизировать, обеспечив сопоставимость результатов оценки параметров со-

стояния различных объектов и явлений, получаемые по разным территориям различными специалистами и организациями. Именно поэтому наборы данных, содержащие обобщенные физические характеристики исследуемого физического объекта (или совокупности объектов), выраженные в устойчивых единицах, следует отнести к базовым продуктам (БП) ДЗЗ (**свойство 1**).

Расширение потребности в постоянном (т.е. потоковом) производстве продуктов обработки спутниковых данных сопровождается существенным расширением номенклатуры этих продуктов. При этом в этой номенклатуре, зачастую, легко выделяются большие группы сходных по своему целевому назначению продуктов. Продукт, который может быть преобразован во все различные специализированные базовые продукты, входящие в такую группу, является базовым продуктом данной группы (**свойство 2**).

Следует также отметить, что все чаще возникает потребность получения для анализа не просто одномоментной информации, а рядов данных, полученных на основе дистанционных наблюдений. При этом возникает потребность иметь не просто возможность работы с обобщенными физическими характеристиками, а с однородными временными и пространственными рядами наблюдений, точнее с однородно представленными рядами наблюдений. Совокупность однородно представленных БП образуют однородный ряд БП (**свойство 3**). Т.о. пользователь, анализирующий данные, содержащиеся в однородном ряде БП, имеет возможность работать с информацией, привязанной к фиксированным пространственно-временным сеткам, что существенно упрощает обработку данных и снижает вероятность их неверной или неточной интерпретации. Для формирования однородного ряда БП необходимо создание и внедрение технологий, обеспечивающих построение различных композитных продуктов, получаемых на основе разновременных наблюдений и очищаемых от влияния различного рода помех и искажений (например, облачности, геометрических искажений, пропусков съемки и приема и т.д.).

Таким образом, БП ДЗЗ – это продукт обработки данных ДЗЗ, который обладает свойством 1 и может обладать свойствами 2 и 3. Это продукт, содержащий данные по обобщенным физическим характеристикам исследуемых объектов, выраженные в абсолютных физических единицах (свойство 1), эффективно представляющий некоторую группу продуктов (свойство 2) и/или представленный на фиксированных пространственно-временных сетках (свойство 3).

Для уточнения уровней представления БП рассмотрим существующие системы представления (уровни обработки) данных ДЗЗ.

### **Уровни обработки данных ДЗЗ**

**Уровни обработки данных в EOSDIS.** Впервые уровни данных были классифицированы при создании системы NASA EOSDIS (Earth Observation System Data Information System) [8]. Эта классификация была введена для облегчения управления данными и стандартизации сервисов работы с данными и метаданными. При этом было выделено 5 уровней обработки (представления) данных по принципу: чем выше степень обработки данных, тем выше их уровень. На нулевой уровень в классификации НАСА помещены исходные данные, получаемые с борта космического аппарата, т.е. показания научной аппаратуры, а также телеметрические данные, характеризующие состояние и режим работы научной аппаратуры и борта космического аппарата. На уровне 1А находятся исходные показания научной аппаратуры, снабженные в виде аннотации вспомогательной информацией (набором корректирующих коэффициентов), необходимой для радиометрической и геометрической коррекции и географической привязки данных. Уровень 1В представляет данные уровня 1А в физических единицах, т.е. в параметрах измеренных научной аппаратурой характеристик электромагнитного поля. Уровень 2 представляет значения восстановленных по дистанционным измерениям

геофизических параметров исследуемых природных объектов. Уровень 3 представляет данные уровня 2, пересчитанные на регулярные пространственно-временные сетки, а уровень 4 – статистики и модельные оценки, получаемые по данным уровня 2.

В настоящее время эта классификация выглядит так, как представлено в таб. 1 [9]. Ее основные отличия по сравнению с первоначально сформулированной классификацией [8] касаются уточнения определений уровней 0 и 1.

Таблица 1. Уровни обработки данных [9].

Уровень данных	Описание
0	Восстановленные необработанные данные научных приборов и оборудования в полном разрешении с удалением части или всех коммуникационных артефактов (например, синхрометок, коммуникационных заголовков, дублирующих данных) (В большинстве случаев Система управления данными и операциями EOS EDOS предоставляет эти данные в центры данных в виде набора исходных данных для генерации продуктов более высокого уровня в сегменте Science Data Processing Segment (SDPS) или в SIPS )
1A	Восстановленные необработанные данные научных приборов в полном разрешении с привязкой ко времени, аннотированные вспомогательной информацией, включающей данные, необходимые для радиометрической и геометрической калибровок, и данные, необходимые для географической привязки (например, параметры орбиты), рассчитанной и присоединенной, но не примененной к данным уровня Level 0
1B	Данные научных приборов уровня Level 1A, обработанные до представления в виде физических единиц (не все научные приборы имеют этот уровень обработки)
2	Восстановленные геофизические параметры в том же месте и с тем же разрешением что и их исходные данные уровня Level 1
3	Данные, привязанные к равномерной пространственно-временной шкале, обычно с определенной степенью полноты и непротиворечивости
4	Результаты моделирования или результаты анализа данных нижних уровней представления (например, данные совокупности различных экспериментов)

Указанная в таблице 1 классификация применяется в настоящее время ко всем данным ДЗЗ, получаемым в рамках научных программ НАСА по наблюдениям Земли из космоса.

**Описание уровней CEOS.** Классификация НАСА была принята за основу при формировании классификации уровней обработки данных Международным комитетом по спутниковым наблюдениям (CEOS). Текущая версия одобренными CEOS определениями уровней обработки данных дано в таблице 2.

Таблица 2. Уровни обработки данных [10]

Уровень данных	Описание
0	Неоткорректированные («сырые») данные (см. Подуровни ниже) (может быть добавлена дополнительная вспомогательная информация, необходимая для последующей обработки)
0A	«Сырые» показания научной аппаратуры в таком телеметрическом формате, как получены со спутника
0B	«Сырые» показания научной аппаратуры в виде оригинальной телеметрии в компьютерно совместимом формате
0C	Поканальное представление данных, по определению CEOS WGISS. Демультимплексированные «сырые» показания научной аппаратуры в компьютерно совместимом формате, в котором убраны артефакты кодирования такие, как контрольные суммы и номера пакетов. Данные могут быть переформатированы и перетрансформированы с сохранением возможности обратного восстановления, например, упорядочены по времени, снабжены временными метками, декомпрессированы, обращены в порядке представления линии сканов. Данные упакованы с метаданными, необходимыми для долговременного сохранения

Уровень данных	Описание
1	Откорректированные поканально представленные данные в полном разрешении, упакованные со вспомогательными данными и инженерной (контрольной) телеметрией (см. Подуровни ниже) (может быть добавлена дополнительная вспомогательная информация, необходимая для последующей обработки)
1A	Радиометрически откорректированные данные
1B	Радиометрически и геометрически откорректированные данные
1C	Откорректированные геокодированные, т.е. географически привязанные, данные
1D	Ортокорректированные данные
2	Восстановленные геофизические параметры, т.е. значения характеристик природных объектов (например, высота океанических волн, влажность почвы, концентрация льда) в том же месте и с тем же разрешением что и их исходные данные уровня 1
2G	Данные уровня 2 на сетке, т.е. содержащие данные о привязке (т.е. меппинге) пикселей к некоей равномерной сетке (т.е. к некоторой проекции) внутри файла данных
3	Данные или восстановленные геофизические параметры, которые реорганизованы по пространству или времени из продуктов более низкого уровня. Такая реорганизация может включать пространственно-временное усреднение, перестановку и объединение
4	Тематические пространственно-временные обобщения (т.е. климатологические усреднения, статистики, временные серии и т.д.) Данные моделирования, которые не получены непосредственно в результате измерений. Например, переменные, основанные на временных сериях комплексных данных уровня 3

Сопоставление таблицы 1 и таблицы 2 показывает, что между ними нет существенных различий. Описания, представленные в таблице 2 являются, по существу, уточнениями определений, данных в таблице 1. Существенным является только добавление уровня 1D (ортокорректированные данные наблюдений), уровня 2G (представление восстановленных геофизических параметров на равномерной сетке вместо уровня 3 НАСА) и переопределение уровня 3 (по существу, это построение пространственно-временных распределений из фрагментов, представляющих собой продукты более низкого порядка).

**Описание уровней данных USGS Landsat.** Для представления данных Landsat USGS [11] использует классификацию, являющуюся некоторым расширением дефиниции НАСА для уровня 1 (см. таблицу 1). Для этого введены уровни 1T, 1Gt и 1G:

- **1T (Standard Terrain Correction)** – данные, радиометрическая и геометрическая коррекция которым проведена по опорным точкам и цифровой модели местности;
- **1Gt (Systematic Terrain Correction)** – данные, радиометрическая и геометрическая коррекция которым проведена по цифровой модели местности;
- **1T (Systematic Correction)** – данные, радиометрическая и геометрическая коррекция которым проведена по данным, собранным научной аппаратурой и космическим аппаратом.

**Описание уровней данных ALOS.** Описание продуктов проекта ALOS, включающее и определения уровней обработки данных дано в [12]. Важно отметить, что принятая в ALOS для большинства продуктов классификация базируется и, по существу, полностью соответствует схеме CEOS (см. таб. 2). Исключением является схема классификации продуктов PALSAR, что обусловлено особенностями представления данных PCA. Для представления данных PALSAR введены уровни 1.0, 1.1 и 1.5:

- **1.0** – восстановленные необработанные данные, снабженные корректирующими коэффициентами для радиометрической и геометрической коррекции (коррекция не проведена);
- **1.1** – сжатые комплексные данные в координатах дальность-азимут с наклонной дальностью;
- **1.5** – многолучевое обработанное изображение в картографических координатах, координаты вычисляются без учета высоты.



**Описание уровней данных SPOT.** Данные SPOT классифицирует по своей оригинальной шкале [13] на уровни Level 0, Level 1A/B, Level 2A/B, Level 3A/B. Однако тщательный анализ показывает, что уровни Level 1, Level 2 и Level 3 в классификации SPOT – это, по существу, уровни Level 1A, Level 1B, Level 1C и Level 1D классификации CEOS. Т.о., без потери общности при анализе уровней обработки данных мы можем исходить из классификации CEOS (см. таблицу 2) или, в упрощенном варианте, из классификации NASA EOSDIS (см. таблицу 1).

### **Классификация уровней представления БП**

Анализ приведенных выше определений уровней обработки показывает, что

- 1) для перспективных проектов ДЗЗ целесообразно использовать наиболее разработанную классификацию уровней обработки, т.е. классификацию CEOS (см. таблицу 2) или ее упрощенный вариант – классификацию НАСА (см. таблицу 1);
- 2) общепринятой практикой является расширение и детализация базовой классификации, при которых соблюдается общий принцип «чем выше степень обработки данных, тем выше их уровень»;
- 3) в принятых системах классификации не использовано понятие «базовые продукты»;
- 4) в крупных центрах обработки данных ДЗЗ в качестве промежуточных продуктов, обеспечивающих на последующих шагах производство тематических БП, необходимо генерировать и хранить откалиброванные и откорректированные данные, измеренные научной аппаратурой, т.е. продукты уровней 1C и 1D по классификации CEOS;
- 5) для целей дистрибуции данных в качестве базовых продуктов целесообразно использовать продукты уровня 2G (на локальном уровне) и уровня 3 (на региональном и глобальном уровнях);
- 6) поскольку на уровне 2 значительно (по сравнению с уровнем 1) увеличивается номенклатура продуктов, для выделения базовых продуктов из всей номенклатуры уровня необходимо производить их дополнительную селекцию, исходя из востребованности продуктов, взаимосвязанности процедур их генерации и затрат на производство и распространение.

Следовательно, к обсуждаемым базовым продуктам относятся только продукты уровней 2G и 3 классификации CEOS, поэтому для достижения целей нашей работы мы фактически должны предложить провести некоторое уточнение (фактически, детализацию) определений этих уровней. При этом также следует обратить внимание на то, что в общем случае речь должна идти не только о геофизических характеристиках, упомянутых в классификации CEOS, но и обсуждавшихся выше обобщенных физических характеристиках.

Формулируя определения уровней представления БП, мы исходим из необходимости эффективно развивать средства обработки, что и задает основные типы БП и их место в общем цикле обработки данных. С учетом вышесказанного, а также из опыта формирования уровней обработки информации в различных системах можно предложить следующие уровни представления БП:

- БП уровня 1 (БП-1) - продукты, содержащие «обобщенные физические» привязанные к одному сеансу (сцене) данные, этот уровень является подмножеством уровня 2G CEOS;
- БП уровня 2 (БП-2) - привязанные к фиксированному времени (временные) композиты, полученные на основе наблюдений за некоторый период времени и аппроксимированные на фиксированную пространственную и временную сетку, этот уровень является подмножеством уровня 3 CEOS, точнее подмножеством его подмножества 3T, которое включает композиты, привязанные к фиксированному времени;

- БП уровня 3 (БП-3) – производные продукты, которые получаются на основе продуктов уровня 2 путем аппроксимации данных на различные временные и пространственные сетки. На этом уровне могут также формироваться продукты, представляющие «производные» обобщенные физические характеристики, которые могут быть получены на основе БП уровня 1 и 2. Этот уровень является также подмножеством подмножества уровня 3 CEOS, а именно подмножеством 3D, которое включает композиты, композиты производных продуктов.

### **Требования к процедурам генерации БД и исходным данным к ним**

Перспективы развития российской орбитальной группировки ДЗЗ и возможностей использования зарубежных данных открытого доступа предполагает:

- существенное увеличение объемов первичной космической информации;
- широкого внедрения систем взаимного анализа первичных космических данных из разных источников наблюдения, включая интеграцию мультиспектральных и гиперспектральных данных в единых системах анализа;
- интеграцию первичной космической информации из российских и зарубежных источников.

Исходя из определений БП, которые обсуждались в разделе 2, становится достаточно очевидным, что БП должны представлять собой наборы данных, точно привязанные к наблюдаемым физическим объектам, при этом однозначно интерпретируемые пользователями, проводящими тематическую обработку и обеспечивающие сопоставимость данных, получаемых из разнородных источников. Именно поэтому их использование БП позволяют

- а) следить за динамикой изменчивости контролируемого объекта на протяжении времени, достаточного для выяснения характеристик его долговременной (например, климатической, имеющей масштабы десятилетий) изменчивости;
- б) строить пространственные распределения (карты) восстанавливаемых по дистанционным данным параметров в региональном и глобальном масштабах;
- в) иметь возможность сопоставлять данные, получаемые из различных источников спутниковых наблюдений, что чрезвычайно важно для проведения интеркалибровки наблюдений и, в конце концов, сведению данных к единой физической шкале;
- г) обеспечивать процедуры калибровки научных приборов по внешним источникам, находящимся в условиях, близких к условиям наблюдений;
- д) обеспечивать возможность валидации восстановленных по дистанционным наблюдениям различных параметров объектов;
- е) обеспечивать исходной устойчивой информацией модели развития различных явлений и процессов.

Для того, чтобы было возможно решение перечисленных задач, исходная информация для построения БП (традиционно такой информацией являются продукты уровней 1С и 1D по классификации CEOS) должна удовлетворять следующим основным требованиям:

#### **1. наличием точной пространственно-временной привязки, обеспечиваемой:**

- 1.1. высокоточной привязкой (с точностью не хуже  $10^{-6}$  с) к временной шкале, предпочтительно к UTM, что включает как процедуры высокоточной регистрации временных меток, так и, при необходимости, их коррекции;
- 1.2. высокоточной орбитальной привязкой (с точностью порядка  $1 \div 10$  м для научной аппаратуры (НА) высокого разрешения,  $50 \div 100$  м – для НА среднего разрешения и  $500 \div 1000$  м – для НА низкого разрешения);
- 1.3. высокоточными данными по ориентации научной аппаратуры (с точностью порядка  $1'' \div 5''$  для приборов высокого разрешения);

- 1.4. проведением геометрической коррекции (лучше ортокоррекции), устраняющей геометрические неоднородности по полю зрения НА;
  - 1.5. обеспечением географической привязки данных с точностями, соответствующими пространственному разрешению НА (для НА высокого разрешения эта точность составляет 1 м, для НА среднего разрешения - 50 м, для НА низкого разрешения - 500 м);
- 2. однозначной интерпретацией данных, обеспечиваемой:**
- 2.1. проведением калибровки НА по внутренним (бортовым) эталонам;
  - 2.2. проведением радиометрической коррекции, устраняющей неоднородности условий наблюдения по полю зрения НА;
  - 2.3. периодической переаттестацией внутренних калибровочных эталонов по внешним источникам;
  - 2.4. представлением данных в абсолютных физических единицах;
  - 2.5. представлением данных в виде относительных единиц (индексов), облачающих более устойчивыми, чем исходные спектральные данные, мерительными характеристиками, описывающими наблюдаемые природные объекты;
  - 2.6. использованием сертифицированных программных средств, обеспечивающих проведение перечисленных выше в пп.1-10 процедур обработки;
  - 2.7. для эффективной реализации этих процедур наряду с исполнением перечисленных выше требований 1-11 целесообразно представлять данные на стандартных, т.е. фиксированных в пространстве и времени, равномерных пространственно-временных сетках.

При этом следует применять несколько масштабных сеток, согласованных с пространственным разрешением аппаратуры (см. выше п.2, 5), а также с пространственно-временными масштабами изменчивости исследуемых физических объектов. Исходная первичная космическая информация уровней 1С и 1D по классификации CEOS, предназначенная для генерации БП, должна включать:

- 1) калиброванные и ортонормированные показания научной аппаратуры, выраженные в абсолютных единицах;
- 2) описания хранимых в наборе физических параметров (либо их стандартизованные имена);
- 3) откорректированные временные метки UTM;
- 4) данные по географической привязке;
- 5) указание на выбранную географическую проекцию;
- 6) описание пространственной сетки;
- 7) описание либо ссылка на сертифицированные программные средства, использованные для генерации первичной космической информации уровня 1;
- 8) параметры качества данных (точности пространственно-временной привязки, точности оценки хранимых физических параметров, наличие и количество сбоев и т.п.);
- 9) описание режимов работы НА;
- 10) описание условий проведения наблюдений (в частности, углы Солнца, балл облачности и т.п.).

## **Заключение**

Таким образом, мы видим, что с использованием общепринятой классификации уровней обработки данных удастся сформулировать новый класс востребованных продуктов, которым должна оканчиваться стандартная обработка информации в многоцелевых центрах приема и распространения данных. Этот тип данных в ближайшее время, несомненно, будет



востребован специалистами, создающими и использующими системы тематической обработки данных современного уровня.

Продукты этого нового класса можно назвать базовыми продуктами, поскольку именно они могут в ближайшее время стать реальной основой для широкого класса систем тематической обработки данных. Существенной особенностью этого класса продуктов, безусловно, является то, что эти продукты позволяют начать тематическую обработку информации не с уровня откалиброванных значений разнородных приборов, а с устойчивого уровня обобщенных физических характеристик. Важно, что эти характеристики, по определению, не зависят от того, какими средствами и в каких условиях были проведены наблюдения и как организована предварительная обработка данных.

Кроме того, БП должны предоставляться пользователям как в виде одномоментных срезов данных, так и в виде пространственных и временных рядов данных, аппроксимированных на однородные временные и пространственные сетки. В этом случае специалисты ведущие тематическую обработку смогут иметь удобное описание исследуемых и контролируемых ими объектов и будут свободны от рутинной и трудоемкой работы по приведению разрозненных наборов данных в вид, необходимый для их корректного использования в современных системах дистанционного мониторинга, что является основным приоритетным назначением для результатов тематической обработки данных дистанционных наблюдений.

Следует отметить также то, что на сегодняшний день работы по созданию технологий производства БП в нашей стране только начаты. Несмотря на то, что создание и внедрение подобных технологий в конечном итоге потребует достаточно больших усилий и затрат, их создание и внедрение необходимо, поскольку в ближайшие годы именно базовые информационные продукты станут основными продуктами, потребляемыми в сфере услуг ДЗЗ. Именно такие продукты позволят создавать и внедрять различные информационные сервисы, обеспечивающие конечных пользователей устойчивой и достоверной информацией об интересующих их явлениях, объектах и процессах. При этом может оказаться, что измерительные системы, для которых не будут реализованы комплексы построения базовых продуктов, просто не будут через какое-то время востребованы на рынке услуг дистанционного зондирования.

## Литература

1. Абушенко Н.А., Барталев С.А., Беляев А.И., Ершов В.В., Коровин Г.Н., Кошелев В.В., Е.А. Лупян, Ю.С. Крашенинникова, А.А. Мазуров, Минько Н.П., Р.Р. Назиров, А.А. Прошин, Е.В. Флитман Система сбора, обработки и доставки спутниковых данных для решения оперативных задач службы пожароохраны лесов России // Научные технологии. 2000. Т. 1. № 2. С. 4–18.
2. Коровин Г.Н., Котельников Р.В., Лупян Е.А., Щетинский В.Е. Основные возможности и структура информационной системы дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ Рослесхоз) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. Т.7. №2. С.97–105.
3. Толпин В.А., Барталев С.А., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Савин И.Ю., Флитман Е.В. Возможности информационного сервера СДМЗ АПК // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. Т.7. №2. С.221–232.
4. Нестеренко А.А., Романов А.А., Андреев М.В., Лупян Е.А. Общесистемное обеспечение отраслевой системы мониторинга Госкомрыболовства // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2004. Выпуск 1. Т.1. С.204–212.
5. Бурцев М.А., Ефремов В.Ю., Мазуров А.А., Прошин А.А., Лупян Е.А., Милехин О.Е. Система доступа к данным Европейского, Западно-Сибирского и Дальневосточного центров приема Росгидромета // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. Т.8. №3. С.113–119.

6. Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В., Крашенинникова Ю.С. Технологии построения информационных систем дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. Т.8. № 1. С.26–43.
7. Буццев М.А., Емельянов К.С., Ефремов В.Ю., Мазуров А.А., Пахомов Л.А., Прошин А.А., Саворский В.П. Построение информационной системы удаленной работы с каталогами данных НЦ ОМЗ // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. Т.7. №4. С.64–71.
8. Asrar, G., and Greenstone, R., 1995. MTPE EOS Reference Handbook. NASA Goddard Space Flight Center.
9. <http://earthdata.nasa.gov/data/references/processing-levels>
10. Interoperable Catalogue System Validates, CEOS/WGISS/ICS/Valid, Issue:1.2, April 2005, 55p.)
11. [http://edcsns17.cr.usgs.gov/helpdocs/landsat/product\\_descriptions.html](http://edcsns17.cr.usgs.gov/helpdocs/landsat/product_descriptions.html).
12. ALOS Data Users Handbook, Revision C, March 2008, Earth Observation Research and Application Center, Japan Aerospace Exploration Agency ([http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/doc/fdata/ALOS\\_HB\\_RevC\\_EN.pdf](http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/doc/fdata/ALOS_HB_RevC_EN.pdf))
13. Piwowar J.M. Getting Your Imagery at the Right Level. Cartouche, No. 41, Winter 2001.

## **Basic products of Earth Remote Sensing Data Processing**

**E.A. Loupian<sup>1</sup>, V.P. Savorskiy<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Space Research Institute of RAS  
117997, Moscow, Profsoyuznaya str. 84/32,  
tel: +7 (495) 3335313  
e-mail: evgeny@smis.iki.rssi.ru*

*<sup>2</sup>Kotel'nikov Institute of Radioengineering and Electronics of RAS  
Fryazino Branch  
141190, Fryazino, Moscow region, Vvedenskogo sq., 1,  
E-mail: savor@ire.rssi.ru*

The concept of basic products (BP) is introduced and motivated using the experience obtained in development, implementation, and exploitation of various Earth remote sensing systems. Analysis of satellite monitoring needs allows to determine common BP properties, to reveal BP links with CEOS data levels, to install BP level classification, and to formulate requirements for BP generation procedures and to their input data.

**Keywords:** basic products (BP), Earth remote sensing (ERS), data level, data processing.