

На правах рукописи

Рень Александр Викторович

**Разработка методики создания бортовой электронной
библиотеки изображений тестовых участков земной поверхности
для космонавтов**

Специальность 25.00.36 – «Геоэкология»

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**



Москва – 2009

Работа выполнена в Московском Государственном Университет
Геодезии и Картографии и Российском государственном научно
исследовательском испытательном Центре подготовки космонавтов имен
Ю.А. Гагарина.

Научный руководитель: доктор геолого-минералогических наук, профессор
Зверев Анатолий Тихонович.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук Верещака Тамара Васильевна

доктор геолого-минералогических наук Скарятин Вадим Дмитриевич

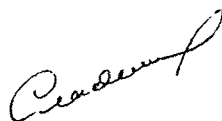
Ведущая организация: Научный центр аэрокосмического мониторинга
«Аэрокосмос»

Защита состоится 04 Июня 2009г., в 16:00 на заседании диссертационного
совета Д 212.143.02 в Московском Государственном Университете Геодезии и
Картографии по адресу: 105064, Москва, Гороховский пер., д.4, МИИГАиК (зал
заседаний учёного совета).

С диссертационной работой можно ознакомиться в библиотеке МИИГАиК.

Автореферат разослан 28 апреля 2009г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Сладкопезцев С.А.

Общая характеристика работы

Актуальность темы

Исследование поверхности Земли из космоса с начала семидесятых годов проводятся в СССР и США, а с середины восьмидесятых годов к ним присоединились Франция, Япония и Индия. Развитие космонавтики способствовало резкому усилению притока новой научной информации, что вызвало бурный рост фундаментальных исследований практически во всех областях знаний и прикладных наук.

Непосредственные исследования космонавтов являются важным научным и практическим результатом, существенно определяющим общий итог космических исследований (Лазарев, Савиных, 1996). Это следует учитывать при подготовке космонавтов к проведению орбитальных визуально-инструментальных геоэкологических исследований. С этой целью разрабатываются различные целенаправленные программы исследований для предполетной подготовки космонавтов и послеполетной научной обработки и интерпретации данных наблюдений различных природных и антропогенных процессов, явлений и объектов морских и наземных экосистем.

При действии природных и антропогенных факторов поверхность Земли постоянно преобразуется. Летчик-космонавт В.Г. Корзун отмечал, что «даже за два полета с разницей в пять лет можно заметить, как деятельность людей меняет поверхность Земли» (Корзун, 2006). В этих условиях возникает необходимость регулярного слежения за пространственно-временными изменениями природных и антропогенных объектов наземных экосистем. Однако рабочий день космонавта на орбите расписан весьма плотно, и в нем не предусмотрено время на космический мониторинг поверхности Земли, тем более что скорость полета достигает 28000 км/ч. В этих условиях значительное повышение производительности труда космонавта-исследователя должно обеспечить наличие на борту корабля и станции электронной библиотеки

58

космических изображений тестовых участков, разработке методики создания которой посвящается данная работа.

Электронная библиотека изображений тестовых участков наземных экосистем является важнейшей частью технических средств контроля и мониторинга состояния окружающей среды, оперативного обнаружения, анализа причин и прогноза последствий чрезвычайных ситуаций, угрожающих экологической безопасности.

Направление исследований связано с совершенствованием системы подготовки, средств и методов выполнения заданий визуально-инструментального наблюдения и съемки наземных экосистем и зон чрезвычайных экологических и техногенных ситуаций. Космические тренажеры относятся к классу систем человек-машина и являются наиболее эффективным средством подготовки и проведения научных исследований космонавтом-оператором. Проблема повышения эффективности профессиональной подготовки и научных исследований космонавтов по показателям качества, стоимости и сроков подготовки с каждым годом становится все более актуальной.

Требования ГОСТ 22.1.04.-96 «Мониторинг аэрокосмический» (номенклатура контролируемых параметров чрезвычайных ситуаций) в операциях визуально-инструментальных наблюдений и фотосъемки наземных объектов, выполняемых экипажами космических кораблей и орбитальных станций, пока не удовлетворяются в полной мере (Жуков, Грушин и др., 2006). Поэтому возникает необходимость модернизации процедур предполетного тестирования и оперативного контроля в космическом полете результатов наблюдений и съемки на базе создания тренажера автоматизированного рабочего места геоэкологического мониторинга поверхности Земли для выработки базовых навыков, подготовки и проведения научно-исследовательских работ на предполетной и полетной стадиях работы космонавтов.

Для более глубокого изучения типовых природных и антропогенных объектов наземных экосистем и зон чрезвычайных ситуаций необходимо разработать перечень этих объектов, их классификацию и создать электронную библиотеку типовых космических изображений тестовых участков наземных экосистем. Электронная библиотека должна использоваться в интересах обеспечения плано-периодического мониторинга наземных экосистем с космических кораблей и орбитальных станций.

Анализ научно-технического уровня и перспектив развития визуально-инструментальных наблюдений (т.е. операций наблюдения объектов на поверхности Земли невооруженным глазом и с помощью оптических средств через иллюминатор) с использованием цифровых фото- и видеокамер показал, что эти средства представляют собой сложные интеллектуальные автоматизированные электронно-оптические системы, которые, с одной стороны, решают проблему оперативности получения и доставки на Землю космических снимков, а с другой, требует более глубокого изучения космонавтами фототехники и совершенствования способов визуально-инструментальных наблюдений (Жуков, Грушин и др., 2003).

Объект и предмет исследований

Объектом исследований является бортовая электронная библиотека изображений типовых природных и природно-антропогенных объектов наземных экосистем для космонавтов. Предметом исследования служит методика её создания.

Цель исследований

Разработка методики создания бортовой электронной библиотеки изображений тестовых участков наземных экосистем для космонавтов.

Цель исследований связана с необходимостью совершенствования системы подготовки космонавтов к выполнению задач визуально-инструментальных наблюдений и съемки поверхности Земли и методов

выполнения геоэкологических научно-исследовательских работ во время полетов.

Задачи исследований:

- аналитический обзор результатов визуально-инструментальных наблюдений с борта пилотируемых кораблей и орбитальных станций;
- выявление общих тенденций развития визуально-инструментальных наблюдений космонавтов;
- анализ технических характеристик бортовых средств визуально-инструментальных наблюдений;
- разработка структуры и содержания бортовой электронной библиотеки космических изображений тестовых участков наземных экосистем;
- разработка технических предложений на составляющие бортовой электронной библиотеки космических изображений тестовых участков;
- разработка концепции формирования банка космических изображений географических ориентиров тестовых участков природных и антропогенных объектов наземных экосистем и катастрофических экологических ситуаций для бортовой электронной библиотеки.

Методика исследования

При выполнении исследований анализировались опубликованные литературные, картографические и фондовые материалы, дневники и фотоальбомы космонавтов, альбомы космических снимков и результатов их визуального и автоматизированного дешифрирования, материалы международных конференций и Гагаринских чтений, программы наблюдений и съемок земной поверхности и задания экипажам космических кораблей и орбитальных станций, технические средства подготовки космонавтов, технические средства проведения визуально-инструментальных наблюдений и съемки поверхности Земли.

Научная новизна работы:

- систематизированы классификации природных и антропогенных объектов наземных экосистем применительно к задачам, решаемых на борту орбитальных станций;
- впервые разработана структура и содержание бортовой электронной библиотеки космических изображений тестовых участков в целях обнаружения и геоэкологического мониторинга природных и антропогенных объектов наземных экосистем и оценки опасности возникновения катастрофических экологических ситуаций;
- выявлены и проанализированы спектральные характеристики объектов наземных экосистем Владимирской и Курской областей и одного из районов Ирана;
- разработаны технические предложения на составляющие бортовой электронной библиотеки космических изображений тестовых участков наземных экосистем.

Практическая значимость работы заключается в разработке технологии создания бортовой электронной библиотеки космических изображений тестовых участков наземных экосистем для создания автоматизированного рабочего места мониторинга Земли (АРМ МЗ) с целью выработки базовых навыков, геоэкологической научно-практической подготовки космонавтов, проведения и интерпретации визуально-инструментальных наблюдений и съемки поверхности Земли.

На защиту выносятся следующие результаты:

1. Методика создания общей классификации природных и антропогенных объектов наземных экосистем и катастрофических экологических ситуаций применительно к задачам, решаемым при помощи визуально-инструментальных наблюдений и съемок земной поверхности с борта космических орбитальных станций.

2. Концепция и методика формирования банка космических изображений географических ориентиров и тестовых участков, природных и антропогенных объектов наземных экосистем для бортовой электронной библиотеки.
3. Технические предложения на составляющие бортовой электронной библиотеки космических изображений тестовых участков наземных экосистем.

Личный вклад автора

Основные научные результаты и методика создания бортовой электронной библиотеки изображений тестовых участков природных и антропогенных объектов наземных экосистем и катастрофических экологических ситуаций, изложенные в диссертации, получены автором лично. В рамках совместной работы с научным коллективом МИИГАиК систематизированы классификации природных и антропогенных объектов применительно к геоэкологическим задачам, решаемым при помощи визуально-инструментальных наблюдений и съемки земной поверхности.

Апробация работы

Научные и практические результаты, полученные автором в процессе работы над диссертацией, обсуждались на научной конференции студентов и молодых ученых МИИГАиК (2008г.), на XII межвузовском научно-практическом семинаре студентов, аспирантов и молодых учёных Московского региона (2008г.) и опубликованы в журнале «Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъёмка» (2008г., №6, 2 статьи) и в сборнике научных трудов «Инновационные технологии в экологии» (2008г.)

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и трех приложений. Общий объем работы без приложений составляет 159 страниц машинописного текста и включает 17 таблиц, 36

рисунков. Библиографический список включает 143 наименования, из них 20 на иностранном языке.

Содержание работы

Во введении обосновывается актуальность темы, формируется цель и задачи исследования, характеризуется научная и практическая значимость работы. Подчеркнуто, что бортовая электронная библиотека космических изображений тестовых участков наземных экосистем, обладающая широким спектром набора типовых природных и техногенных объектов и ситуаций, значительно расширит круг решаемых непосредственно на борту космического аппарата научных и практических задач, что повышает геоэкологическую научно-практическую значимость работы космонавта на орбите, качество и глубину научной проработки, достоверность выполняемых исследований, оперативность получения, отбора и передачи на Землю научной информации практически в реальном времени.

В главе 1 «Аналитический обзор результатов бортовых наблюдений с космических кораблей и орбитальных станций» рассмотрены общие тенденции развития научно-исследовательских работ космонавтов с использованием визуально-инструментальных наблюдений и съемок земной поверхности, разработаны некоторые типичные примеры научно-практических результатов визуально-инструментальных наблюдений и съемки земной поверхности и выполнено обобщение аналитического обзора. Выполненный аналитический обзор визуально-инструментальных наблюдений и съемки земной поверхности из космоса показал многоплановость и высокую эффективность научных и прикладных исследований космонавтов. Очень большой эффект дают планомерные наблюдения в рамках космического мониторинга природных и техногенных объектов и чрезвычайных ситуаций.

При обобщении результатов экспериментов выявляются отдельные недостатки. Так, по мнению коллектива исследований, научное руководство которым осуществляет д.т.н. В.М. Жуков, к основным недостаткам применения

автоматизированных ЦФК в КЭ «Ураган», влияющим на эффективность операций мониторинга районов ЧС, относится (Жуков и др. 2006) недостаточно четкая постановка задач космических экспериментов по ДЗЗ, которая не обеспечивает экипажи РС МКС всей необходимой информацией.

В главе 2 «Технические характеристики бортовых средств визуально-инструментальных наблюдений и портативных фото- и видеокамер» приведены общие сведения о научно-техническом обеспечении космического мониторинга с борта орбитальных станций, дана классификация способов визуально-инструментальных наблюдений и съемки земной поверхности, приведены технические характеристики портативных средств наблюдения Земли, проанализированы используемые способы компьютерной обработки материалов съемки цифровых и фото камерами и сделаны общие выводы.

Основной способ увеличения объема полезной научной информации при оптическом мониторинге природных объектов заключается в максимизации количества наблюдаемых образований в одном сеансе. Выбирается плоскость, проходящая на расстоянии, не превышающем заданное, от максимально возможного количества объектов наблюдения. КА ориентируется таким образом, чтобы ось наведения прибора расположилась в выбранной плоскости, а ось, соответствующая меньшему моменту инерции КА, оказалась к ней перпендикулярной. Тогда разворот к каждому последующему объекту наблюдения осуществляется по кратчайшему расстоянию.

Анализ опыта применения стационарных и портативных средств наблюдения Земли на орбитальном комплексе «Мир» и РС МКС показал, что каждая категория средств ДЗЗ с точки зрения эффективности их применения имеет свои достоинства и ограничения в применении (табл. 1).

Таблица 1

**Характеристики оптических систем наблюдения на орбитальной станции
«Мир»**

Параметр	Зрительная	Фотографическая	Спектрометрическая	Многоспектральная	Телевизионная
Спектральное разрешение, м	2-4 км	40-100	2	10	100-150
Минимальная освещенность объекта солнцем, клк	10^{-2} -1	10-15	1-5	30-40	30-40
Минимальная высота солнца над горизонтом, градус	0-5	10-15	10-15	20-35	20-35
Минимальный контраст наземных деталей, %	5	30	5-10	5-10	50

В главе 3 «Спектрофотометрические характеристики природных и антропогенных объектов» рассмотрены отражательные свойства ландшафтов, их определение и взаимосвязь между ними, а также спектрофотометрическая изученность природных и антропогенных образований и спектрально-отражательные закономерности природных и антропогенных объектов. В настоящее время, как в нашей стране, так и за рубежом, изданы каталоги СКЯ природных образований, в которых отражены наиболее функциональные описания вариаций спектральных коэффициентов яркости объектов от различных влияющих факторов (физико-химических свойств объектов, условий их освещения, температуры, влажности и т. п.). В диссертации описаны результаты изучения автором спектральных характеристик природных объектов наземной фотометрии и по космическим изображениям, полученным со спутника «Ресурс-О МСУ-Э» (14 января 1997г., Владимирская область), SPOT (20 августа 1996г., Курская область) и «Ресурс-О МСУ-Э» (22 марта 1998г., мыс Сефидруд).

Ход спектральных кривых природных объектов, полученных в наземных условиях фотометрами (спектрометрами и т.д.) и дистанционными датчиками одинаков, меняется лишь амплитуда. Это связано со спектральной

чувствительностью сенсоров, влиянием атмосферы, состоянием самих природных объектов.

В главе 4 «Разработка общей классификации природных и антропогенных объектов применительно к задачам, решаемым при помощи визуально-инструментальных наблюдений и съёмки земной поверхности» изложены методологические основы классификации; систематизированы существующие классификации (покомпонентные, отраслевые, природоохранные и др.).

Наибольшую научно-практическую значимость по своей информативности и оперативности работы имеют четыре классификации, приведенные в диссертационной работе – компонентная, природно-ресурсная, отраслевая и целевая, которые являются основой орбитальных наблюдений и мониторинга земной поверхности, разработке которых и посвящена данная работа.

В общем виде при компонентной классификации выделяются системы объектов литосферы, рельефа, гидросферы, растительности, почвенного покрова и атмосферы. Природно-ресурсная классификация производится по видам и происхождению естественных ресурсов отдельно для ресурсов недр, вод, земельных и биологических ресурсов. Отраслевая классификация (по отраслям народного хозяйства) включает лесное, сельское и водное хозяйство, промышленность, городское хозяйство, рекреацию. Целевая классификация ориентирована на решение конкретных задач, в частности, проблем мониторинга чрезвычайных ситуаций, экологического риска и опасности катастрофических процессов и явлений. Для всех этих четырёх систем классификаций используется один принцип или последовательность оценки объектов и их свойств (рис. 1).

При осуществлении систематизации классификаций объектов земной поверхности в целях орбитальных визуально-инструментальных наблюдений и космического мониторинга, необходимо подчеркнуть важность, прежде всего

создания перечней необходимых объектов с подразделением их по различным принципам. Перечни позволяют судить о сущности и значении тех или иных объектов. Следующий этап анализа касается ранжирования объектов по их естественной и антропогенной динамике. При этом объекты оцениваются по их потенциальной роли в формировании катастрофических ситуаций. Наконец, экологически ориентированная классификация дает информацию о критериях опасности процессов и явлений и их приоритетности в отношении реализации систем геоэкологического мониторинга. Таким образом, комплексность и глобальный уровень классификации объектов поверхности Земли при создании баз данных космического геоэкологического мониторинга должны сочетаться с ее целевым назначением для обеспечения решения конкретных задач мониторинга и визуально-инструментальных наблюдений с космических орбит.

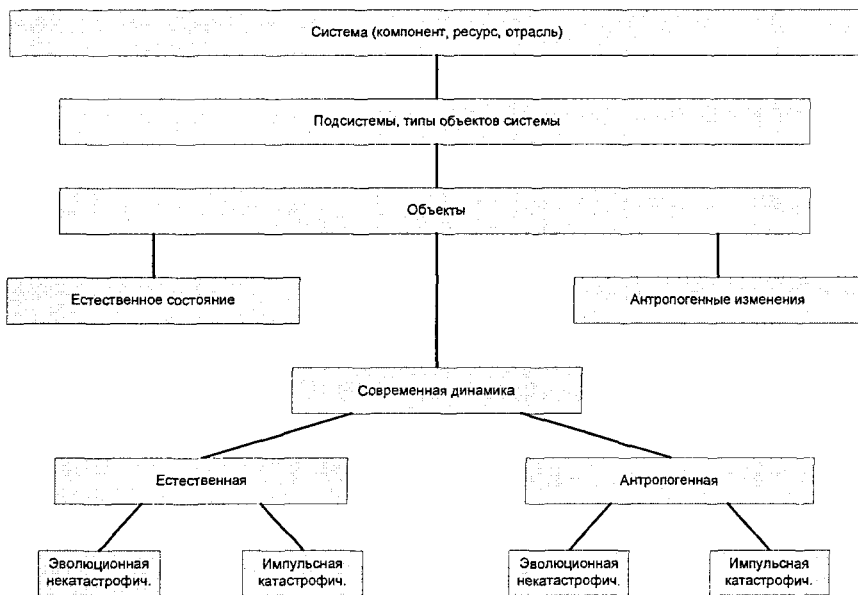


Рис. 1. Принципиальная схема классификации природных и антропогенных объектов и экологических ситуаций

Классификация территории по природным предпосылкам катастроф должна учитывать зависимость этих предпосылок от региональных и зональных особенностей природной среды и ее компонентов.

Классификация территории по природно-техногенным (инженерно-геологическим) предпосылкам катастроф должна учитывать целый комплекс взаимодействующих и усиливающих друг друга природных и антропогенных факторов. Взаимосвязи природных и антропогенных компонентов в природной среде приводят к деградации ландшафтного уровня, когда нарушается вся структура экосистем и образуются "антропогенные пустыни". Восстановление подобных территорий особенно трудоемко и длительно.

Механизм возникновения и проявления катастрофических процессов, зависящий от сочетания всех факторов, определяет площади и активность процессов, степень их импульсивности, ритмичности, предсказуемости. Каждая из этих характеристик может быть положена в основу своеобразного ряда процессов или явлений, а также их индикаторов (объектов геоэкологического мониторинга Земли).

Классификация территории по техногенным (антропогенным) предпосылкам катастроф имеет важное значение в связи с тем, что степень хозяйственного освоения в любом случае создает неблагоприятный экологический фон, снижает природный потенциал экосистем. В первую очередь это касается промышленного освоения и градостроительства, затем лесохозяйственного и сельскохозяйственного освоения и в меньшей степени рекреационного. Подобный фон увеличивает вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций в случае нерационального природопользования, превышения разумного техногенного воздействия на природную среду. В отличие от природных катастроф, имеющих физическую природу, техногенные катастрофы часто обуславливаются запредельными масштабами загрязнения (радиационное, кислотные дожди, тяжелые металлы, пестициды, засоление).

Регулярное, с определённой периодичностью, слежение из космоса за местами развития стихийных бедствий и техногенных катастроф, а также потенциально опасными территориями их возможного развития представляет актуальнейшую научную и практическую экологическую задачу. Визуально-инструментальные наблюдения и съёмки с космических орбит важны для выявления начала развития чрезвычайных экологических ситуаций, предупреждения о них и контроле основных стадий их развития.

После рассмотрения перечня процессов и явлений, к изучению которых привлекаются космонавты, дана оценка возможностей визуально-инструментальных наблюдений из космоса. В целом эти возможности зависят от физиономичности объектов (признаков их распознавания), детальности наблюдения (с помощью визуальных приборов), временных условий (длительность разовых наблюдений и их периодичностей). Значение имеют также предварительная подготовка космонавтов, их опыт и оперативная информация передаваемая на борт корабля в процессе эксперимента. Перечисленные, с одной стороны, могут ограничивать возможности космонавтов и в тоже время позволяют получать уникальную информацию о тех или иных ситуациях.

В главе 5 «Разработка технических предложений на составляющие бортовой электронной библиотеки изображений тестовых участков» разработана концепция классификации и формирования банка географических ориентиров и их космических изображений и концепция формирования банка тестовых участков природных и антропогенных объектов наземных экосистем и их космических изображений для бортовой базы данных.

Общие принципы построения базы данных. База данных (БД) определена как совокупность взаимосвязанных хранящихся вместе данных при наличии такой оптимальной избыточности, которая допускает их использование оптимальным образом для одного или нескольких приложений, данные запоминаются так, чтобы они были независимы от программ, использующих

эти данные. Данные в БД структурированы таким образом, чтобы была обеспечена возможность дальнейшего наращивания приложений. Основными задачами, решаемыми пользователями с использованием разработанной базы данных являются:

- выбор оптимальных условий наблюдения для контрастного воспроизведения природных и антропогенных объектов (ПАО) с учетом шумовых характеристик ПАО и фонов;

- выработка технологических схем извлечения семантической информации из материалов визуальных наблюдений, определение инвариантов спектрально-отражательных и предметно-специфических характеристик в качестве дешифровочных признаков ПАО, подлежащих каталогизированию и сравнению при автоматическом распознавании космических изображений;

- синтез тестовых реализаций пространственного поля яркости заданных классов ПАО на основе их пространственной спектральной модели и другие.

В качестве архитектуры создания бортовой электронной библиотеки тестовых участков и приложений осуществляющих CRUD (Create, Read, Update and Delete) предлагается использовать сервис-ориентированную - SOA (Service-oriented Architecture), которая предлагает модульный подход к разработке программного обеспечения, основанный на использовании сервисов (служб) со стандартизированными интерфейсами.

В основе SOA лежат принципы многократного использования функциональных элементов, ликвидации дублирования функциональности в ПО, унификации типовых операционных процессов и функциональную организацию на основе промышленной платформы интеграции.

Компоненты программы могут быть распределены по разным узлам сети, и предлагаются как независимые, слабо связанные, заменяемые сервисы. Программные комплексы, разработанные в соответствии с SOA, реализуются

как набор веб-сервисов, интегрированных при помощи известных стандартных протоколов (SOAP, WSDL, и т. п.).

Интерфейс компонентов SOA-программы предоставляет инкапсуляцию деталей реализации конкретного компонента (ОС, платформы, языка программирования и т.п.) от остальных компонентов. Таким образом, SOA предоставляет гибкий и элегантный способ комбинирования и многократного использования компонентов для построения сложных распределённых программных комплексов.

Основными целями, достигаемыми SOA при разработке информационных систем, являются:

- сокращение издержек при разработке приложений, за счёт упорядочивания процесса разработки,

- расширение повторного использования кода,

- независимость от используемых платформ, инструментов, языков разработки,

- повышение масштабируемости создаваемых систем,

- улучшение управляемости создаваемых систем.

К основным принципам SOA относятся:

- Архитектура, как таковая, не привязана к какой-то определённой технологии,

- Независимость организации системы от используемой вычислительной платформы (платформ),

- Независимость организации системы от применяемых языков программирования,

- Использование сервисов, независимых от конкретных приложений, с единообразными интерфейсами доступа к ним,

- Организация сервисов как слабо-связанных компонентов для построения систем.

Архитектура не привязана к какой-то определённой технологии. Она может быть реализована с использованием широкого спектра технологий, включая такие технологии как REST, RPC, DCOM, CORBA или веб-сервисы. SOA может быть реализована используя один из этих протоколов и, например, может использовать, дополнительно, механизм файловой системы для обмена данными.

Главное, что отличает SOA, это использование независимых сервисов, с чётко определёнными интерфейсами, которые, для выполнения своих задач, могут быть вызваны неким стандартным способом, при условии, что сервисы заранее ничего не знают о приложении, которое их вызовет, а приложение не знает, каким образом сервисы выполняют свою задачу.

В задаче реализации бортовой электронной библиотеки космических изображений тестовых участков наземных экосистем SOA рассматривается как архитектура информационных систем, позволяющая создавать приложения, построенные путём комбинации слабо-связанных и взаимодействующих сервисов. Эти сервисы взаимодействуют на основе какого-либо строго определённого платформенно-независимого и языково-независимого интерфейса (например, WSDL). Определение интерфейса скрывает языково-зависимую реализацию сервиса.

Системы, основанные на SOA, могут быть независимы от технологий разработки и платформ. Приложения, работающие на одних платформах, могут вызывать сервисы, работающие на других платформах, что облегчает повторное использование компонентов. SOA поддерживает интеграцию и консолидацию операций в составе сложных систем.

Типичный состав компонентов системы при разработке в сервис-ориентированной архитектуре представлен на рис. 2.

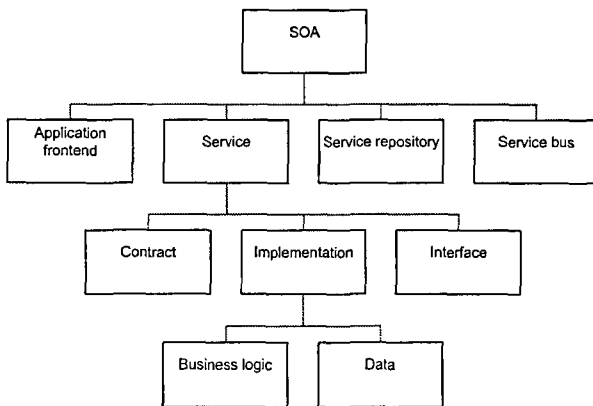


Рис. 2. Типовые элементы архитектуры SOA.

Выбор SOA-архитектуры обусловлен, прежде всего, требованиями к универсальности программных интерфейсов сервисов.

Учитывая природу данных, в виде некоторой предметной области, наиболее подходящей для целей описания и хранения является активно развивающаяся в последние годы технология RDF (Resource Description Framework).

RDF — это разработанная консорциумом W3C модель для описания ресурсов, в особенности — метаданных о ресурсах. В основе этой модели лежит идея об использовании специального вида утверждений, высказываемых о ресурсе. Каждое утверждение имеет вид «субъект — предикат — объект» и в терминологии RDF называется триплетом. Для идентификации субъектов, предикатов и объектов в RDF используются URI (Uniform Resource Identifier).

Одной из главных целей RDF является представление утверждений одинаково в машинно- и человеко-распознаваемом виде.

При реализации системы предлагается использовать несколько синтаксисов для представления RDF-информации: RDF/XML и триплеты (Нотация 3). RDF/XML — более компактное и легко-читаемое человеком представление. Триплеты по сути являются исходным представлением данных хранимых непосредственно в RFD-хранилище.

В качестве Языка запросов, используемого при обращении к RDF-данным, предлагается использовать SPARQL. SPARQL (SPARQL протокол и язык RDF-запросов) — это язык запросов и протокол для RDF. SPARQL использует WSDL 2.0 для описания способов передачи SPARQL-запросов к сервису обработки SPARQL-запросов, а также для возврата результатов запроса той сущности, которая выполняла запрос. Данный протокол создан рабочей группой W3C.

В приложении помещён материал по описанию заданий и результатов научных исследований космонавтов, выполненных на пилотируемых кораблях и ОК «Мир», а также помещены технические характеристики бортовой съёмочной аппаратуры.

Заключение

Основные научные и практические результаты выполненных исследований заключаются в следующем:

1. На основе аналитического обзора результатов бортовых наблюдений с космических кораблей и орбитальных станций выявлены общие тенденции развития научно-исследовательских работ космонавтов с использованием визуально-инструментальных наблюдений и съёмок земной поверхности и показана многоплановость и высокая эффективность научных и прикладных исследований космонавтов. Показано, что очень большой научно-исследовательский эффект дают планомерные наблюдения в рамках космического геоэкологического мониторинга природных и техногенных объектов и чрезвычайных ситуаций. На базе накопленного многолетнего опыта космических полетов выработаны общие рекомендации по совершенствованию методик подготовки космонавтов и проведению исследовательской работе на орбите.

2. Выполнен сравнительный анализ бортовых средств визуально-инструментальных наблюдений и портативных фото- и видеокамер. Показано, что используемые стационарные и портативные средства наблюдения Земли с

точки зрения эффективности их применения имеют свои достоинства и ограничения в применении. Так, стационарные средства, установленные внутри модулей, ограничены по углам наведения и связаны с необходимостью разворота орбитальной станции, а портативные средства не оснащены устройствами координатной привязки кадров и устройствами компенсации смаза изображения, возникающего за счет орбитального движения станции. Разработаны рекомендации по проведению съемок объектов чрезвычайных ситуаций (ЧС) из космоса космонавтом – оператором с помощью цифровой фотокамеры. Проанализированы способы оперативной компьютерной обработки цифровых фотоснимков на борту космического аппарата, показаны пути их совершенствования за счет включения в программу обработки изображений на борту космического корабля (орбитальной станции) ряда операций, реализуемых в интерактивном режиме, включая координатную привязку кадров, приведение перспективного снимка к плановому виду, впечатывание служебной информации в кадр, оконтуривание и выделение площадей экологических бедствий (наводнений, пожаров и др.), наложение тематических слоёв на изображении обрабатываемого кадра и т.д. Показано, что разработанные классификации способов визуально-инструментальных наблюдений Земли из космоса и схема иерархической системы показателей эффективности позволяют определить подходы к решению задач качественного и количественного оценивания эффективности операций с участием экипажа орбитальной станции.

3. Систематизированы классификации природных и антропогенных объектов наземных экосистем и катастрофических экологических ситуаций применительно к задачам, решаемым при помощи визуально-инструментальных наблюдений и съемок наземных экосистем из космоса, на базе покомпонентной (по оболочкам, сферам природной среды) и отраслевой классификации объектов земной поверхности, а также классификации объектов поверхности Земли в целях наблюдения и оценки опасности возникновения

катастрофических экологических ситуаций. Классификация территории по техногенным предпосылкам катастроф имеет важное значение в связи с тем, что степень хозяйственного освоения в любом случае создает неблагоприятный экологический фон, снижает природный потенциал экосистем. Визуально-инструментальные наблюдения и съемки с космических орбит важны для выявления начала развития чрезвычайных экологических ситуаций, предупреждения о них и контроле основных стадий их развития.

4. Проанализированы спектрофотометрические характеристики природных и антропогенных объектов, показаны взаимосвязи между отражательными свойствами ландшафтов и сделан вывод о том, что наиболее полно отражательные свойства элементов земной поверхности описываются спектральными коэффициентами яркости в сочетании с индикатрисами отражения. Изучены спектрально-отражательные закономерности природных и антропогенных объектов наземных экосистем. Показано, что ход спектральных кривых природных объектов, полученных в наземных условиях фотометрии (спектрометрами и т.д.) и дистанционными датчиками одинаков, меняется лишь амплитуда. Сделан вывод о том, что все спектральные кривые различных объектов природной среды условно можно разбить на три класса: монотонно возрастающих с увеличением длины волны (класс почв), имеющий резкий минимум в красном и резкий максимум в ближнем ИК-диапазоне (класс растительности) и монотонно падающих с увеличением длины волны (класс воды). Особенностью спектральной (энергетической) информации является её низкая помехоустойчивость и зависимость от множества полезных и мешающих факторов. Сами же параметры состояния зондируемых объектов также обладают стохастическими свойствами, как в пространстве, так и во времени. На этом основании сделан вывод о том, что для решения обратных задач дистанционного зондирования, возникающих при автоматизированном дешифрировании космических изображений, надо уделять особое внимание определению инвариантных функций связи спектральных и предметно-

специфических характеристик исследуемых объектов, в вопросах восстановления этих функций по материалам космических съемок.

5. Разработаны концепция, методика и технические предложения по информационному обеспечению бортовой электронной библиотеки космических изображений тестовых участков наземных экосистем, которые охватывают проблемы, связанные с ориентированием и опознаванием интересующих космонавта-исследователя геоэкологических и других объектов. С этой целью разработана система географических ориентиров, качественный и количественный состав которых во многом определяется природно-географическими зонами и рельефом. Показано, что для приобретения практических и необходимых теоретических навыков при ориентировании на местности требуется проведение тренировочных занятий космонавтов в разных природно-географических зонах и геоэкологических ситуациях на примере специально подобранных тестовых участках, отражающих разнообразие естественных и искусственных обстановок и динамику их развития.

6. Разработана концепция и методика формирования банка географических ориентиров и космических изображений тестовых участков наземных экосистем для бортовой электронной библиотеки.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Рень А.В., Повышение эффективности визуально-инструментальных наблюдений космонавтов. (соавторы Зверев А.Т., Малинников В.А.) Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка., 2008, №6, с.34-37.
2. Рень А.В., Разработка структуры и содержания бортовой электронной библиотеки тестовых участков. (соавторы Зверев А.Т., Малинников В.А., Савиных В.П.) Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка., 2008, №6, с.79-81.
3. Зверев А.Т., Рень А.В., Бортовая библиотека тестовых участков земной поверхности для космонавтов., Сборник научных трудов «Инновационные технологии в экологии», Москва, МИИГАиК, 2008 г.

Подписано в печать 27.04.2009. Гарнитура Таймс
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Объём 1.5 усл. печ. л.
Тираж 80 экз. Заказ №2 Цена договорная

Издательство МИИГАиК
105064, Москва, Гороховский пер., 4
Отпечатано в типографии МИИГАиК