

Д.В. ЖУКОВ, В.А. МАТЯШ, В.Ф. МОЧАЛОВ, А.В. ТРУФАНОВ
**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ АКТУАЛЬНЫХ ПРИКЛАДНЫХ
ЗАДАЧ НАЗЕМНО-АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
ЭКОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ,
ИССЛЕДУЕМЫХ В ПРОЕКТЕ ELRI-184**

Жуков Д.В., Матяш В.А., Мочалов В.Ф., Труфанов А.В. Системный анализ актуальных прикладных задач наземно-аэрокосмического мониторинга эколого-технологических объектов, исследуемых в проекте ELRI-184.

Аннотация. Проведен системный анализ прикладных задач, решаемых на основе тематической обработки материалов аэрокосмической съемки и тестовых наземных измерений. В статье рассматриваются вопросы применения аэрокосмических средств наблюдения при решении актуальных прикладных задач, входящих в сферу интереса проекта ELRI-184 «Integrated Intelligent Platform for Monitoring the Cross-Border Natural-Technological Systems». Рассмотрены направления, имеющие особую практическую значимость для приграничных территорий государств — участников проекта. На основе экспертного анализа и моделирования получены числовые значения показателей, характеризующих систему мониторинга.

Ключевые слова: технология и методический аппарат аэрокосмического мониторинга, материалы дистанционных наблюдений, тематическая обработка материалов съемки, показатели, характеризующие систему мониторинга, противопожарная обстановка.

Zhukov D.V., Matyash V.A., Mochalov V.F., Trufanov A.V. System analysis of actual applied tasks for ground-based and aerospace monitoring of natural-technological objects in ELRI-184 project.

Abstract. The article focuses on system analysis of thematic tasks, which are solved on the basis of Aerospace image processing and ground-based measurement processing. This article discusses the use of aerospace surveillance in dealing with topical application tasks that are included in the scope of interest of the ELRI-184 project «Integrated Intelligent Platform for Monitoring the Cross-Border Natural-Technological Systems». The directions of particular utility in border areas of the project participants are also considered in this article. Numerical values of the indicators based on expert analysis and simulation, that describe the monitoring system were received.

Keywords: remote sensing, ground-based measurements, multi-spectral platforms, Object-Based Image Analysis, Earth observation satellites.

1. Введение. В настоящее время перечень актуальных прикладных задач, которые решаются с использованием данных, получаемых в результате аэрокосмического мониторинга, постоянно расширяется. Согласно [1] таких задач насчитывается 318, в том числе 101 задача по геологии и недропользованию, 61 — по поверхностным водам, 7 — по животному миру и водным биологическим ресурсам, 15 — по почвам, 14 — по нелесной растительности, 36 — по лесам, 16 — по атмосферно-

му воздуху, 8 — по ландшафтам, 30 — по антропогенным объектам, 23 — по использованию и развитию территорий.

В проекте ELRI рассматриваются следующие объекты наземно-космического мониторинга:

- наводнения на реке Даугаве в районе города Даугавпилс, прогноз угрозы наводнений;

- дамба, ограждающая Лубанское озеро, анализ возможных последствий прорыва дамбы;

- состояние внутренних водоемов, морей и заливов;

- лесопользование и лесопатологические изменения;

- объекты дорожного хозяйства;

- состояние объектов нефтегазового комплекса;

- состояние объектов электроэнергетики;

- туристско-рекреационные объекты и территории.

Актуальность выбранных объектов определяется тем, что, при неправильной их эксплуатации, или возникновении критической ситуации на соответствующем объекте в процессе функционирования и использования, может быть нанесён значительный ущерб экологии и экономике региона, а также возникает угроза жизни и здоровью людей.

Мониторинг состояния реки Даугавы во время весеннего паводка позволит спрогнозировать, какие территории могут быть затоплены в конкретный период времени. Разлив реки зависит от многих факторов, среди которых наиболее важное значение имеют: толщина льда, толщина снежного покрова в бассейне реки, скорости изменения и абсолютные значения температуры воздуха, количество осадков и др.

Дамба, ограждающая Лубанское озеро, является гидротехническим сооружением, защищающим окружающие территории от весенних наводнений. С помощью дамбы через систему шлюзов и каналов также регулируется уровень воды в озере. На прилегающей территории живут люди и расположены сельскохозяйственные угодья, которые находятся в зоне риска затопления. Дамба построена несколько десятков лет назад и, с учетом ее технического состояния, требуется круглогодичный мониторинг обстановки и возможных аварийных ситуаций, связанных с возможным прорывом дамбы или шлюзов. Особенно актуально это становится в период весенних паводков, когда на дамбу многократно усиливается давление воды из озера, и повышается опасность ее аварийного прорыва.

Лесные пожары несут смертельную угрозу населению и животным, наносят непоправимый урон природе и хозяйственной деятель-

ности предприятий. Последние годы характеризовались увеличением в летнее время сухих и жарких периодов, что явилось одной из причин роста количества лесных пожаров. Исследуемая в рамках проекта территория является приграничной для Латвии и России, что повышает важность мониторинга состояния лесных массивов на предмет их пожарной опасности. При этом целесообразно организовать комплексное обследование территорий соседних государств, прогнозирование и моделирование путей распространения огня.

Водные объекты имеют огромное значение для жизни и хозяйственной деятельности человека, потребление воды постоянно растёт, водные ресурсы интенсивно эксплуатируются. Для территорий, рассматриваемых в рамках проекта, характерна интенсивная сельскохозяйственная деятельность с использованием большого количества минеральных удобрений. Попадая в водоёмы, удобрения вызывают химическое загрязнение, изменяют состав флоры и фауны, приводят к зарастанию. Моря и заливы территорий проекта интенсивно используются для судоходства, для перевозки нефтепродуктов, различных грузов, что всегда влечёт риски попадания вредных веществ в море с соответствующими последствиями.

В результате наземно-космического мониторинга повышается качество принятия управленческих решений, направленных на правильную и эффективную эксплуатацию ресурсов, на предотвращение возникновения аварийных ситуаций, на оптимизацию мероприятий по устранению последствий возможных нарушений.

На основе анализа существующих систем аэрокосмического мониторинга, технологий их функционирования, а также факторов, влияющих на их структуры и характеристики, был определен перечень следующих типовых задач, которые должны быть решены при наземном и аэрокосмическом мониторинге сложных объектов:

- задача выбора в качестве источника исходных данных (материалов съемки) одного или несколько эксплуатируемых космических аппаратов и (или) бортовой комплект аэросъемочного оборудования;

- задача поиска наиболее оптимальных условий для проведения съемочных работ с учетом сезонно-суточной изменчивости отражательно-излучательных характеристик ландшафта, их влияния на информативные свойства формируемых изображений, а также режимы работы съемочного оборудования;

- задача организации комплексной обработки материалов съемки и результатов тестовых наземных измерений на основе аппаратно-программных средств;

- задача представления результатов проделанной аналитической работы в удобной для пользователя форме, позволяющей оперативно и обоснованно принимать управленческие решения.

В настоящее время перечисленный комплекс научно-практических задач решается в большинстве случаев на основе моделирования отдельных структурных частей системы аэрокосмического мониторинга, определения параметров системы на примере выполненных отдельных работ, а также на основе экспертного анализа перспектив решения прикладных задач.

Применительно к задачам, решаемым в проекте ELRI-184, в статье приводятся структура методического аппарата, используемого при исследовании указанных задач интегрированного наземно-аэрокосмического мониторинга сложных эколого-технологических объектов, а также результаты оценивания частных показателей, характеризующих качество работы предлагаемой системы мониторинга при решении отдельных прикладных задач рассматриваемого проекта.

1. Методические основы мониторинга. Структура методических основ технологии автоматизированного решения прикладных задач на основе аэрокосмического мониторинга и наземных измерений может быть представлена в виде сложного взаимосвязанного технологического процесса, схема которого приведена на рис. 1.

В самом процессе подготовки и проведения мониторинга можно выделить ряд типовых этапов (шагов) решения прикладных задач, являющихся общими для любого контролируемого объекта [2] (см. таблицу):

- произвести всесторонний анализ объекта мониторинга;
- определить количественные и качественные характеристики объекта, их числовые значения и структурные показатели, выделить ключевые или критические параметры объекта;
- разработать методики для обработки и оценки материалов, полученных в результате мониторинга объекта;
- провести оценку экономической эффективности от внедрения технологий мониторинга;
- подготовить и организовать мероприятия по получению аэрокосмической информации, тестовым и наземным работам;
- выбрать источник исходных данных (материалов съемки) — один или несколько эксплуатируемых космических аппаратов и (или) бортовой комплект аэросъемочного оборудования;

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ
СЪЕМКИ ПРИ РЕШЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**

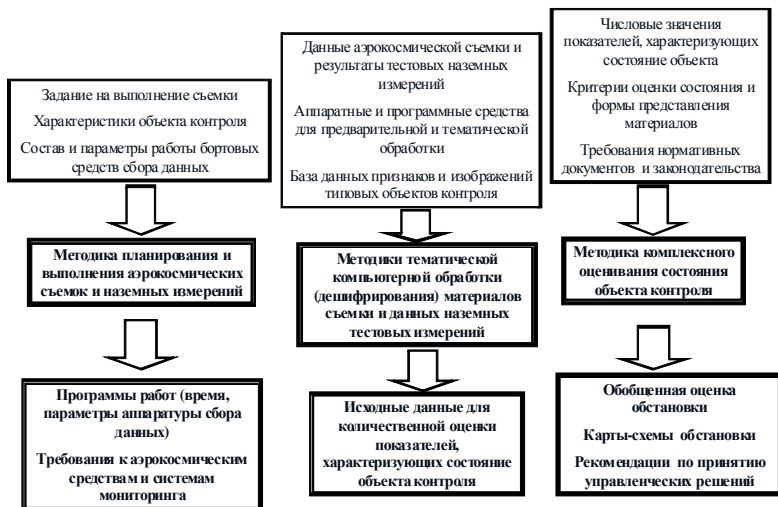


Рис. 1. Структура методического аппарата и технологии автоматизированного решения прикладных задач в системе авиационно-космического мониторинга и наземных измерений.

Таблица 1. Основные этапы работ системы мониторинга

Условное наименование этапа	Основные виды работ	Выходные материалы	Ориентировочная продолжительность этапа, мес.
Планирование и подготовка работ	Выбор объектов, определение перечня контролируемых показателей, вариантов информационных источников, формирование программы съемочных работ	Программа съемок и наземных измерений	2
Сбор данных	Съемка, тестовые наземные измерения	Материалы съемки, результаты наземных измерений	1

Условное наименование этапа	Основные виды работ	Выходные материалы	Ориентировочная продолжительность этапа, мес.
Обработка данных и представление отчетных материалов	Обработка материалов съемки, наземных измерений, разработка тематического слоя цифровой карты, формирование обобщенных оценок и рекомендаций	Данные о контролируемых показателях, выводы и предложения.	3

- выбрать наиболее оптимальные условия для проведения съемочных работ с учетом сезонно-суточной изменчивости отражательно-излучательных характеристик ландшафта, их влияния на информативные свойства формируемых изображений, а также режимы работы съемочного оборудования;

- произвести тематическую обработку материалов мониторинга, и на основе полученных результатов определить состояние объекта, проанализировать динамику развития контролируемых процессов, построить прогнозные модели развития ситуации;

- представить результаты проделанной аналитической работы в удобной для пользователя форме, позволяющей оперативно и обоснованно принимать управленческие решения.

2. Системный анализ технологии аэрокосмического мониторинга и наземных измерений. В задачу системного анализа входит и проведение необходимого анализа неопределенностей, ограничений, и формулирование, в конечном счете, некоторой оптимизационной задачи.

В исследуемой системе рассматриваются следующие источники материалов съемки:

- космические средства наблюдения, обеспечивающие сбор материалов в видимом, инфракрасном и сверхвысокочастотном диапазонах спектра;

- оптико-электронные средства наблюдения, размещенные на борту самолетов (вертолетов);

- беспилотные летательные аппараты, оснащенные оптико-электронной аппаратурой наблюдения;

- результаты выборочных тестовых наземных измерений, позволяющие верифицировать результаты тематической обработки материалов съемки.

В рамках системного анализа процессов аэрокосмического мониторинга и наземных измерений исследуемых (контролируемых) сложных объектов при моделировании определяются следующие частные показатели: качество (K), цена (S), оперативность (T). Далее при постановке задачи исследований будем выделять практические задачи, решаемые в плановом порядке и в режиме чрезвычайной ситуации.

При решении практической задачи в плановом порядке, чаще всего, требуется к заданному заранее сроку получить максимально качественную информацию в наиболее благоприятных внешних условиях с минимальными ресурсными затратами.

В режиме чрезвычайных ситуаций, как правило, требуется максимально быстро получить данные и информацию, с качеством, обеспечивающим принятие оперативных управленческих решений независимо от условий наблюдения. При наличии материалов космической съемки задачу можно решить в течение нескольких часов после получения исходных данных. В противном случае, в течение нескольких десятков часов организуется аэросъемка.

Наиболее удобными формами представления отчетных материалов являются векторные слои цифровой карты в формате Shape-файлов с присоединенными атрибутивными данными, атрибутивной информацией, а также в виде растровых изображений фотосхем в графическом формате. Для большинства практических задач отчетные материалы разрабатываются в течение нескольких десятков рабочих часов на базе автоматизированных рабочих мест.

При обосновании требований к данным аэрокосмической съемки учитывают технический уровень эксплуатируемых оптико-электронных аэрокосмических средств наблюдения. Наиболее распространены отечественные и зарубежные аэрокосмические средства, обеспечивающие получение изображений в видимом диапазоне спектра в трех спектральных каналах с линейным разрешением на местности 0,1...60,0 м и в дальнем инфракрасном диапазоне (8,0...13,0 мкм) — с линейным разрешением на местности 0,5...60,0 м.

Структурная схема последовательности определения частных показателей характеризующих качество работы системы, приведена на рис. 2.

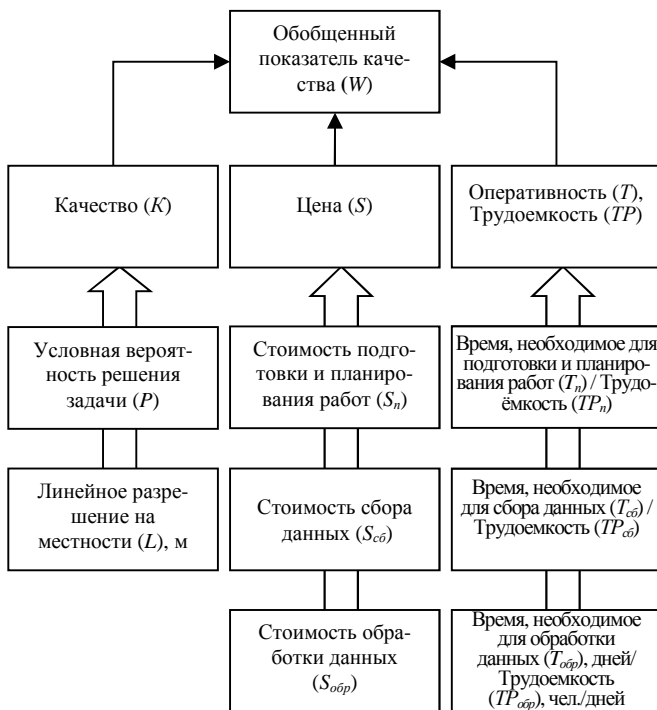


Рис. 2. Частные показатели, характеризующие качество работы системы аэрокосмического мониторинга и наземных измерений.

Качество выполнения работ (K) в частном случае предлагается оценивать с помощью интегрального показателя, учитывающего полноту и достоверность решения задачи

$$K = f(L, P). \quad (1)$$

Условная вероятность решения задачи (P) определяется на основе выражения:

$$P = P_{об} \cdot P_{сб}. \quad (2)$$

Вероятность сбора данных $P_{сб}$ в течение требуемого промежутка времени определяется экспертным путем и зависит, в основном, от технического состояния средств сбора данных, гидрометеорологических условий при проведении съемки, географической широты участка

работ и других параметров. Как правило, эта величина не превышает 0,9.

Относительно объективным показателем, влияющим на качество работ, является вероятность обнаружения объектов $P_{об}$ на снимке.

Показатель определяется на основе математической модели процесса распознавания. Она заключается в расчете разрешающей способности системы наблюдения R_c , обратно пропорциональной $P_{об}$:

$$P_{об} = \exp \left[- \left(\frac{B}{D \cdot R_c} \right)^2 \right], \quad (3)$$

$$P_{об} = \exp \left[- \left(\frac{B \cdot L}{D} \right)^2 \right], \quad (4)$$

где формула (3) является приведением формулы (4) к плоскости объекта, а линейное разрешение на местности (ЛРМ) L определяется из выражения

$$L = M / 2R_c \cdot \sqrt{\Delta K}, \quad (5)$$

где ΔK — яркостной контраст между объектом и фоном в спектральном интервале λ ; M — масштаб изображения; D — геометрический размер простого объекта (диаметр, длина и т.п.); B — коэффициент распознавания формы простого объекта оператором-дешифровщиком; R_c — разрешающая способность аппаратуры.

Формулы (3) и (4) справедливы для анализа состояния объектов контроля в задаче прогнозирования вероятности опознавания простых объектов, не имеющих выраженную структуру.

В зависимости от используемых при дешифрировании признаков объекта математическая модель процесса распознавания будет различной. Так, для решения задач в интересах лесного хозяйства важным дешифровочным признаком может служить структура изображения.

Важнейшей характеристикой средств, обеспечивающих практическую реализацию процессов распознавания объектов при аэрокосмическом мониторинге, является их линейное разрешение на местности (ЛРМ) которое представляет собой половину периода предельно разрешаемого поля миры, приведенного к местности. ЛРМ определяет объективное использование пространственных и спектрально-яркостных признаков объектов на снимке и, следовательно, является «показателем качества результата», дающим представление о резуль-

тативности использования аппаратуры в выбранном диапазоне спектра и условий наблюдения для идентификации объекта.

Разрешающая способность аппаратуры — это свойство давать раздельное изображение двух близко расположенных точек (линий).

Особо следует отметить, что при определении ЛРМ, помимо разрешающей способности аппаратуры, отдельно учитывается влияние на качество изображения условий наблюдения, спектрально-яркостных свойств сцены в регистрируемом диапазоне спектра и технических характеристик оптической системы. Так из формулы (5) видно, что при расчете ЛРМ учитывается влияние на результативность идентификации контраста объекта и фона. Определяющая роль спектрального интервала на величину контраста объясняется тем, что в одном диапазоне объект может иметь яркостные характеристики, различные с фоном, а в другом нет [3].

Так, например, обнаружение границ скрытых очагов пожаров (на торфяных болотах) можно уверенно осуществлять только на основе инфракрасной (тепловой) съемки в диапазонах 3..5 или 8..13 мкм. Определение состояния растительности на основе фитоиндекса предполагает наличие данных съемки в ближнем инфракрасном и красном диапазонах спектра.

Достижение максимальной разрешающей способности системы и, соответственно, вероятности обнаружения может быть реализовано выбором условий наблюдения (полета носителя).

Таким образом, оценка качества используемых средств наблюдения, вероятность успешного обнаружения контролируемых параметров зависят от ЛРМ данных съемки.

В рамках проводимого анализа актуальных прикладных задач, решаемых в рамках проекта ELRI-184, предлагается следующая последовательность выполнения операций обработки аэрокосмических данных и наземных измерений:

1) Определение свойств объекта контроля, его информативных признаков для обнаружения. Признаки делятся на прямые и косвенные, прямые — на спектрально-яркостные и пространственные.

2) Анализ возможности определения информативных признаков по данным съемки и расчет яркостного контраста между объектом и фоном ΔK в используемых спектральных каналах аппаратуры наблюдения. Расчет яркостных контрастов осуществляется непосредственно по изображению. В некоторых случаях для повышения результативности проводят улучшающие преобразования, например, яркостную кор-

рекцию изображений, направленную на уменьшение влияния яркости воздушной дымки.

3) Расчет линейного разрешения на местности L данных съемки.

4) Расчет вероятности обнаружения объектов $P_{об}$ по формуле (4).

В этом пункте определяется возможность анализа пространственных признаков объектов в используемом спектральном диапазоне.

6) Расчет вероятности решения задачи на основе формулы (2).

7) Оценка качества работы системы мониторинга. Если качество ниже порогового значения, например 60%, разрабатываются предложения по его улучшению.

Кроме того, возможно прогнозное оценивание (без имеющихся у исполнителя материалов съемки) потенциального качества функционирования системы наблюдения и выбор наилучших условий наблюдения для достижения максимальной вероятности $P_{об}$. Прогноз осуществляется на основе моделирования оптико-электронной системы с учетом условий наблюдения при получении данных, обеспечивающих качественный результат. Оценивается ЛРМ для данной аппаратуры на основе анализа контраста между объектом и фоном.

К учитываемым условиям наблюдения относятся, в частности: движение носителя аппаратуры, высота Солнца, освещенность объекта контроля, альbedo сцены, физические характеристики атмосферы (яркость воздушной дымки, виды рассеивающих частиц, их концентрации и закономерности распределения по высотам).

Цена и оперативность выполнения операций при использовании средств наблюдения определяются на основе суммирования соответствующих показателей.

3. Заключение. Таким образом, на основе моделирования отдельных элементов предлагаемой технологии и системы аэрокосмического мониторинга, а также наземных измерений, экспертной оценки показателей, характеризующих работу данной системы, были получены следующие результаты:

- формализованы основные элементы технологии решения рассматриваемых в проекте ELRI-184 задач мониторинга, методические основы решения основных задач сбора обработки и представления результатов;

- предложены показатели, характеризующие работу предлагаемой системы аэрокосмического мониторинга.

Целесообразно в дальнейшем провести работы, направленные на создание и дальнейшее совершенствование специального модельно-алгоритмического и программного обеспечения решения задач оцени-

вания и выбора наиболее эффективных вариантов функционирования предлагаемой системы аэрокосмического мониторинга и наземных измерений для конкретных практических задач.

Литература

1. Классификатор тематических задач оценки природных ресурсов и окружающей среды, решаемых с использованием материалов дистанционного зондирования Земли. Редакция 7. – Иркутск: ООО «Байкальский центр». 2008. 80 с.
2. *Охтилев М.Ю., Соколов Б.В., Юсупов Р.М.* Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов. М.: Наука, 2006. 410 с.
3. *Марков А.В., Григорьева О.В., Бровкина О.В., Мочалов В.Ф., Жуков Д.В.* Автоматизированные методы оценки состояния окружающей среды по данным мульти- и гиперспектральной космической съемки // Геоматика. 2012. № 4. С. 102-106.

Жуков Денис Валерьевич — научный сотрудник ВИ(НИ) ВКА им. А.Ф. Можайского. Область научных интересов: автоматизация тематической обработки, обработка материалов много и гиперспектральной съемки, тематическая обработка данных дистанционного зондирования. Число научных публикаций — 7. spb_pilligrim@rambler.ru; ВИ(НИ) им. А.Ф. Можайского, Ждановская наб. 13, Санкт-Петербург, 197198, РФ.

Zhukov Denis Valerievich — scientist of MI(SI) MSA of A.F. Mozhayskogo. Research interests: automation of thematic processing, processing of materials is a multi and hyper spectral shooting, thematic data processing of remote sensing. The number of scientific publications — 7. spb_pilligrim@rambler.ru; MI(SI) MSA of A.F. Mozhayskogo, Zhdanovskaya Emb., 13, St.Petersburg, 197198, Russia.

Матяш Валерий Анатольевич — к.т.н., доцент; доцент кафедры компьютерной математики и программирования Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (ГУАП). Область научных интересов: интеллектуальный анализ данных, обработка данных дистанционного зондирования Земли, системы наземно-космического мониторинга, системы поддержки принятия решений. Число научных публикаций — более 25. vam@aanet.ru; ГУАП, ул. Большая Морская, д. 67, Санкт-Петербург, 190000, РФ; р.т. +7(812)312–2166, факс +7(812) 312–2166.

Matiash Valerii Anatolyevich — Ph.D., Associate Professor; Assistant Professor chair of computer mathematics and programming of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation (SUAI). Research interests: data Mining, processing of remote sensing of the Earth, ground-space monitoring, decision support system. The number of scientific publications — more than 25. vam@aanet.ru; SUAI, st. Bolshaya Morskaya, 67, St.Petersburg, 190000, Russia; office phone +7 (812) 312–2166, fax: +7 (812) 312–2166.

Мочалов Виктор Федорович — инженер СПИИРАН, старший научный сотрудник ВИ(НИ) ВКА им. А.Ф. Можайского. Область научных интересов: тематическая обработка материалов аэрокосмической съемки для решения практических задач, оценка состо-

нения окружающей среды. Число публикаций — 25., vicavia@yandex.ru ; ВИ(НИ) ВКА им. А.Ф. Можайского, Ждановская наб. 13, Санкт-Петербург, 197198, РФ.

Mochalov Viktor Fedorovich – engineer of SPIIRAS, senior research associate of MI(SI) MSA of A.F. Mozhayskogo. Research interests: thematic processing of aerospace data for the solution of practical tasks, assessment of a environment state. The number of scientific publications — 25. vicavia@yandex.ru; MI(SI) MSA of A.F. Mozhayskogo, Zhdanovskaya Emb., 13, St.Petersburg, 197198, Russia.

Труфанов Александр Владимирович — исследователь Рижского Технического университета. Область научных интересов: обработка данных дистанционного зондирования Земли, наземно-космический мониторинг, модели и методы исследования информационных процессов в сложных системах. aleksandrs.trufanovs@rtu.lv, RTU, Riga, Kalku 1, Latvija.

Aleksandrs Trufanovs is a researcher at Riga Technical University. Scientific interests: processing of remote sensing of the Earth, ground-space monitoring, models and methods aimed at investigating information processes in complex systems. aleksandrs.trufanovs@rtu.lv, RTU, Riga, Kalku 1, Latvija.

Поддержка исследований. Данная работа была выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты №№ 13-07-00279-а, 13-08-00702-а), проекта ESTLATRUS 2.1/ELRI – 184/2011/14 «Integrated Intelligent Platform for Monitoring the Cross-Border Natural-Technological Systems» (2012–2013 гг.).

Рекомендовано лабораторией информационных технологий в системном анализе и моделировании, заведующий лабораторией заместитель директора СПИИРАН Соколов Б.В., д-р техн. наук, проф.
Статья поступила в редакцию 27.04.2013.

РЕФЕРАТ

Жуков Д.В., Матьяш В.А., Мочалов В.Ф., Труфанов А.В. **Системный анализ актуальных прикладных задач наземно-аэрокосмического мониторинга эколого-технологических объектов, исследуемых в проекте ELRI-184.**

Рассматриваются вопросы системного анализа актуальных прикладных задач наземно-космического мониторинга экологических и техногенных объектов в проекте 2.1/ ELRI -184/2011/14 «Интегрированная Интеллектуальная платформа для мониторинга приграничных эколого-технологических систем» в рамках программы Эстонско-Латвийско-Российского приграничного партнёрства. Объекты необходимо исследовать во всех аспектах: техническом, экономическом, экологическом и т.д., поскольку только такой всесторонний подход обеспечивает повышение обоснованности решения конкретной проблемы. Применяются интегрированные данные, полученные, как традиционными наземными, так и аэрокосмическими средствами.

На основе экспертной оценки показателей, характеризующих работу системы и моделирования отдельных элементов системы аэрокосмического мониторинга, формализовано представлены структурные звенья мониторинга, методические основы решения основных задач сбора, обработки и представления результатов; приведены показатели, характеризующие работу системы аэрокосмического мониторинга.

SUMMARY

Zhukov D.V., Matiash V.A., Mochalov V.F., Trufanov A.V. **System analysis of actual applied tasks for ground-based and aerospace monitoring of natural-technological objects in ELRI-184 project.**

The actual problem of system analysis of thematic tasks, which are solved on the basis of Aerospace image processing and ground-based measurement processing in Project 2.1/ELRI-184/2011/14 «Integrated Intelligent Platform for the Cross-Border Natural-Technological System Monitoring» (INFROM) within the Program: «Estonian-Latvian-Russian cross border cooperation Programme within the European Neighborhood and Partnership instrument 2007–2013» is considered in the abstract. Research objects must be examined in all aspects: technical, economic, ecological etc., because only such a comprehensive approach provides greater validity to solve a particular problem. Recently the increasing application at the solution of this problem is found by complex use of space and land data within geoinformation systems. On the basis of expert assessment of indicators that characterize the system work and the individual element simulation of the aerospace monitoring system, there are submitted structural units of monitoring, methodical foundations of solving the basic problems of gathering, processing and reporting of results; there are also shown indicators of the aerospace monitoring system.