

# Мониторинг с помощью ДДЗ и практика регионального управления

*А.В. Чернов<sup>1</sup>*

**Ключевые слова:** ДДЗ, мониторинг, региональное управление

**Key words:** Earth remote sensing, monitoring, region management

**П**ри колоссальном потенциале мониторинга с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗ-мониторинга) примеров его промышленного внедрения в практику управления крайне мало. Цель данной статьи — попытаться ответить на вопрос, почему так происходит.

## Постановка задачи в общем виде

Допустим, в регионе N средней полосы России некая организация имеет желание применять космические снимки в задачах управления. Для этого необходимо разработать и защитить разделы инвестиционной целевой программы с условным названием «Использование ДДЗ в экономике региона» по различным тематическим направлениям. Технологии, обеспечивающие внедрение ДДЗ в прикладных областях, должны удовлетворять целому ряду условий и ограничений, в частности, следующим:

- необходимость охвата всей территории региона (проведение не пилотных проектов, рассчитанных на крупные города или отдельные районы, а мониторинг региона в целом);
- требование довести технологии до промышленной эксплуатации за один–три года и на их основе наладить решение текущих задач, возложенных на региональное правительство;
- возврат инвестиций в течение разумного срока (3–5 лет).

---

<sup>1</sup> Директор, Некоммерческое партнерство «Поволжский центр космической геоинформатики», 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 151, оф. 218, e-mail: ache@smr.ru

## Кто может

Рассмотрим основные типы игроков на рынке поставки космических снимков, производной продукции и программного обеспечения для их обработки.

1. Федеральное космическое агентство (Роскосмос) и его подведомственные организации — НЦ ОМЗ, ОАО «Рекод» и др. Последнее было создано для внедрения результатов космической деятельности и активно продвигается в регионы с подачи Роскосмоса. Их главные преимущества — возможность привлечения федеральных денег и опыт работ в рамках нескольких принятых региональных целевых программ (Татарстан, Калужская область, Башкортостан и др.). В планах — внедрение практически во всех регионах, для чего подписаны соответствующие рамочные соглашения.
2. Поставщики космических снимков и программных технологий (около 10 фирм), среди которых выделяются ИТЦ «СКАНЭКС», компания «Ракурс» и др.
3. Высшие учебные заведения и научно-исследовательские институты, из которых наибольшим весом обладает Институт космических исследований (ИКИ) РАН, разрабатывающий системы федерального уровня: «Систему дистанционного мониторинга земель» по заказу Минсельхоза, «Информационную систему дистанционного мониторинга» (ИСДМ) по заказу ФГУ «Авиалесохрана» и ряд других.
4. Фирмы, занимающиеся внедрением региональных ГИС и желающие придать им новое качество за счёт использования ДДЗ.

Разумеется, эти типы игроков не изолированы: ОАО «Рекод» и ИТЦ «СКАНЭКС» взаимодействуют с вузами, ИКИ собирает команды региональных партнёров (из тех, кто «посильнее») и научно-исследовательских институтов, но всё же их «площадки общения» довольно обособлены. Проблема взаимодействия, особенно взаимодействия государственных и коммерческих структур, стоит очень остро, чему способствуют неоднозначность юридических норм и избыточные ограничения, накладываемые существующим законодательством.

## Какие брать данные: что нужно и что есть в наличии

Всем хочется иметь самые подробные данные на максимальной территории, каждый день и желательно бесплатно. А в наличии есть очень немного (при кажущемся громадном выборе космоснимков), не быстро (заказы могут выполняться несколько месяцев — с учётом облачности) и довольно дорого.

Выделим три основных типа использования ДДЗ для мониторинга и анализа территории.

1. **Фиксирование объектов и их границ** и периодических изменений в их составе. Чаще всего делается с помощью обновления цифровых карт или составления детальных ортопокрытий. Если принять де-факто сложившиеся требования к ведению цифровых карт и разработке градостроительной документации соответствующего уровня, то достаточно разрешения ДДЗ 0.5–1 м на города и сельские населённые пункты и 2–5 м на межселенную территорию. Период обновления информации составляет 3–5 лет.
2. **Мониторинг сезонных и межсезонных изменений.** Для этого необходимо иметь 3–5 покрытий в год мультиспектральными космическими снимками. Большинство задач такого типа можно решить с помощью мультиспектральных снимков разрешения 5–30 м (от RapidEye до бесплатного Landsat) в зависимости от имеющихся ресурсов.
3. **Недельный и ежедневный мониторинг.** К сожалению, доступа к многоканальным данным такого типа разрешения 30–100 м на территории России практически нет. Большинство приложений основываются на ежедневных бесплатных снимках Terra/Aqua с разрешением 250–1 000 м.

Отдельно стоит использование радарных данных, позволяющих получать снимки местности независимо от погодных условий, что крайне важно для задач оперативного реагирования на ситуацию. Для них важнейшим показателем качества является скорость выполнения заказа и периодичность повторной съёмки.

Заметим ещё раз, главный козырь космических снимков — возможность мониторинга. Карты можно сделать и на основе аэрофотоснимков (как правило, точнее и дешевле на больших территориях).

## Почему результаты пилотных региональных проектов не имеют массового внедрения

Наверняка вы присутствовали на большом числе презентаций, посвящённых возможностям ДДЗ, читали статьи, где описывается опыт создания пилотных проектов. Сколько из них доведены до промышленного внедрения? Увы, это вопрос риторический...

Отчасти в таком положении дел виновата сама схема создания пилотных проектов. Для их осуществления, во-первых, берутся самые характерные, «удобные» участки местности. Во-вторых, мало кто обращает внимание на стоимость данных, ориентируясь лишь на достижение визуально-презентационного эффекта. В-третьих, на этом

этапе отсутствуют проблемы с определением границ и характеристик объектов мониторинга — проводятся контрольные наземные измерения, в наличии необходимые карты и вся документация. При переходе же к промышленному внедрению приходится решать «нудные» задачи по подготовке исходных данных, настройке их оперативного обновления, а удельный (на единицу площади) бюджет при этом оказывается гораздо ниже, чем для пилот-проектов.

Если систематизировать основные проблемы, возникающие при переходе от пилотных проектов к промышленным внедрениям технологий, мы получим следующий «реестр», включающий следующие затруднения:

- отсутствие схемы сбора учётных данных об объектах мониторинга (что мониторим, что ищем и с чем сравниваем);
- неверный (завышенный) выбор разрешения ДДЗ, влекущий за собой повышение стоимости реализации проекта на уровне региона;
- большое время реакции системы (при сезонном мониторинге) из-за отсутствия возможности быстрого получения космических снимков и автоматизированных процедур их обработки;
- использование мониторинга только для информирования руководства, минуя систему управления (регионом, предприятием);
- отсутствие региональных центров обработки ДДЗ, квалифицированных кадров на местном уровне и недорогого программного обеспечения конечного пользования;
- отсутствие в законодательстве предметных областей необходимости применения ДДЗ.

### Как надо

Создание промышленных версий систем ДДЗ-мониторинга включает в себя следующие этапы.

1. Организация ГИС учётного уровня получения данных об основных учётных единицах (поле, лесной участок, водный объект, ООПТ и пр.). К сожалению, в качестве такой ГИС учётного уровня на практике невозможно использовать только систему ведения государственного кадастра недвижимости (ГКН) в силу различных целей, содержания понятия «объект местности» и заявительного принципа появления данных в ГКН.
2. Максимальное приближение к потребителям, распределённый характер ГИС (центральный узел – районные узлы). Данные должны производиться и использоваться по возможности на самом низком административном уровне.
3. Минимизация затрат, включая минимизацию средств на обслуживание. Стоимость обслуживания ГИС орга-

нов власти даже важнее стоимости поставки технологии, поскольку зарплаты чиновников относительно небольшие и выделить квалифицированных специалистов на техническое сопровождение «тяжёлых» СУБД, ГИС, пакетов обработки ДДЗ невозможно.

4. Приведение используемых карт и ДДЗ в соответствие с требованиями, предъявляемыми к точности измерений.
5. Максимальная автоматизация рутинных операций, ускорение времени поступления ДДЗ в систему для анализа. Об этом говорилось выше: после обработки данные мониторинга могут уже никому не понадобиться – пожары потушили, поля или убрали, или перепахали, обнаруженные нефтяные пятна на поверхности воды изменили свою конфигурацию или исчезли. Всё это ведёт к необходимости разработки автоматических или автоматизированных процедур первичной и тематической обработки данных. Принципиально важными классами задач автоматической обработки являются задачи первичной обработки и генерации сцен, автоматическая геометрическая и радиометрическая коррекция, автоматизированное выявление изменений (change detection) и классификация объектов (обнаружение границ и типов посевов, границ гарей, участков интенсивного освоения земель). Используемая в Самаре цепочка наполнения и использования данных регионального банка космических снимков (РБКС) представлена на рис. 1.
6. Максимальное встраивание в существующие бизнес-процессы.

Реализация задачи, сформулированной в последнем пункте, является самым главным и самым трудным делом. Это обусловлено рядом факторов. Традиционная процедура сбора требований к системе через рассылку писем в соответствующие департаменты и заинтересованные организации методологически некорректна. Текущие бизнес-процессы управления не «заточены» под использование снимков, и поэтому результирующий список предложений будет небольшой и несистемный. Надо идти по стандартной схеме внедрения IT-проектов: обследование предприятия системными аналитиками, составление техзадания и техпроекта, в которых определяются требования к исходным данным, и только затем приобретение снимков и внедрение ГИС с использованием ДДЗ. Кроме того, системным аналитикам приходится «генерировать желания», ибо в списке функций подразделений или совсем не значится, или крайне ограничен «ассортимент» задач, которые можно решать с помощью ДДЗ. Заметим, что крайне малое число компаний, специализирующихся на внедрении ДДЗ, имеют в своем штате необходимый набор системных аналитиков, математиков-специалистов по распознаванию образов и анализу

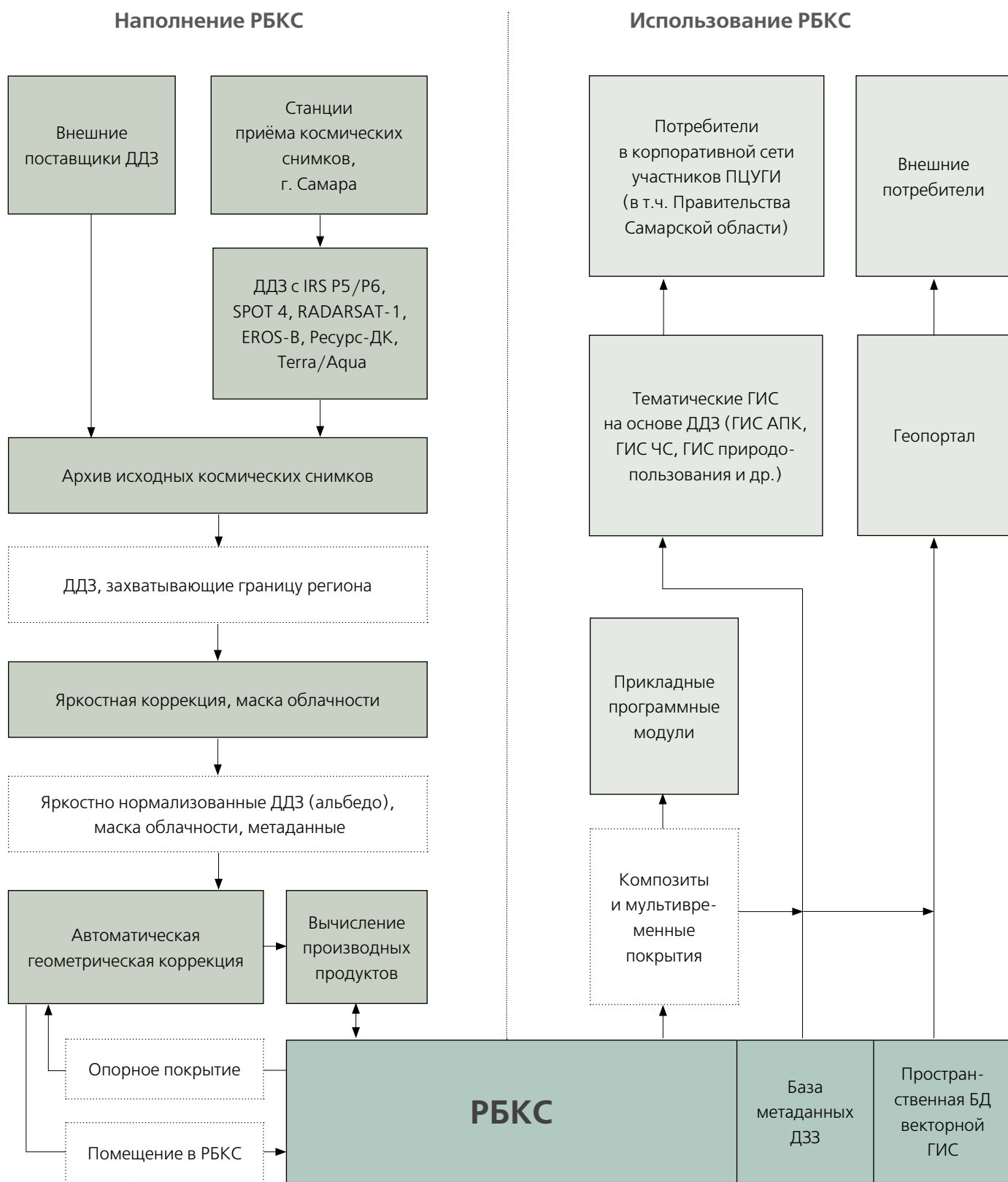


Рис. 1. Общая схема программного обеспечения, используемого для составления регионального банка космических снимков (РБКС)



Рис. 2. Схема контроля с использованием ДДЗ

изображений, программистов-кодеров, тестировщиков, операторов массового ввода данных и пр.

### Общая схема мониторинга и контроля с использованием ДДЗ

Общая схема использования ДДЗ в системах мониторинга и контроля выглядит примерно следующим образом.

1. Принимается решение о координатной привязке основных объектов учёта, производится массовый ввод первичных базовых данных, создаётся и внедряется распределённая ГИС учётного уровня, разрабатываются положения и административные регламенты, обеспечивающие предоставление и обновление данных в системе.
2. Внедряется комплексная система мониторинга объектов и явлений:
  - на основе космических снимков;
  - на основе GPS/ГЛОНАСС слежения за подвижными объектами, фотографирования местности и других технологий наземного сбора данных;
  - приём данных от населения и организаций через геопортал.
3. Анализируются мониторинговые данные в ситуационных центрах, запускаются функции «прицельного» выезда на место и составления актов проверок и инспектирования с использованием GPS/ГЛОНАСС навигаторов.

4. Производится информирование населения о проведённых мероприятиях через геопортал.

Упрощённая схема этой процедуры представлена на рис. 2. Данная схема подходит для решения задач муниципального земельного контроля (самозахват или неразрешённое использование участков), контроля использования сельхозземель и субсидий на их обработку, контроля использования земель лесного фонда, выдачи разрешений на охотопользование, а также для решения многих других задач.

Крайне важным является вопрос, почему требуются выездные проверки и нельзя обойтись информацией, полученной с космических снимков. Проблема в том, что акты контроля имеют правовые последствия, и космические снимки вы не предъявите в суде в качестве основного доказательства. Как доказать, что снимок не был намеренно отредактирован, дом или карьер не нарисованы, как доказать, что это именно изображение дома на снимке? Необходим сертификат на используемое средство измерения (как нужен сертификат сотруднику ГАИ на радар, которым он измерил скорость вашего движения). Простого и дешёвого средства подтверждения подлинности снимков и независимой экспертизы результатов их дешифрирования в России не существует. Думаю, эту проблему можно было бы решить на уровне общественных объединений поставщиков космических снимков с привлечением государственных структур.

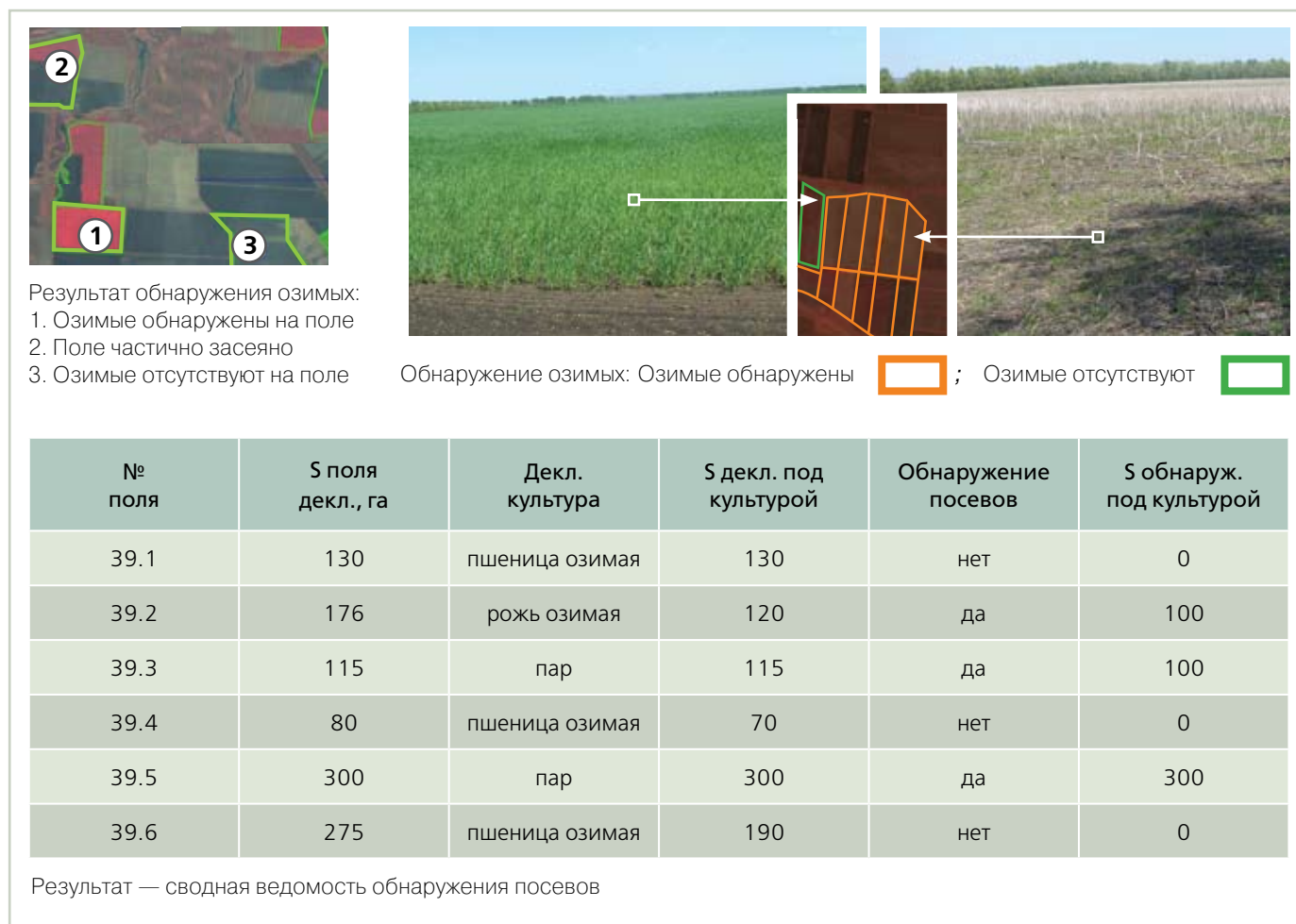


Рис. 3. Контроль состояния озимых культур по космическим снимкам

### ДДЗ-мониторинг в Самарской области

Начиная с 2007 г. в Самаре ведутся работы по внедрению ДДЗ-мониторинга по схеме, приведённой на рис. 1. Создана цифровая картографическая основа, региональный банк данных космических снимков, существует собственный Центр приёма и обработки ДДЗ на основе приёмной станции «УниСкан», о чём неоднократно рассказывалось и на страницах этого журнала, и во многих других публикациях.

Ниже представлены выполненные в 2009–2010 гг. и планируемые на будущее работы по некоторым направлениям (сельское хозяйство, природопользование, охотопользование).

#### Геоинформационная система агропромышленного комплекса (ГИС АПК) 2009–2010 гг.:

1. Создание цифровых карт посевных площадей с использованием картографической основы М 1:10 000;

2. Внедрение распределённой ГИС АПК во всех 27 районах области, обеспечивающей сбор деклараций сельхозпроизводителей 2 раза в год;
3. Сбор информации из кадастра недвижимости;
4. Проведение НИР по автоматическому определению границ, типов и состояния посевов.

#### ГИС АПК 2011–2012 гг.:

5. Мониторинг с использованием космических снимков реальных границ посевов, типов культур, неиспользуемых земель; мониторинг посевных и уборочных работ (рис. 3);
6. Связь мониторинга с условиями предоставления дотаций;
7. Контроль состояния посевов, урожайности;
8. Предоставление госуслуг через геопортал;
9. GPS/ГЛОНАСС контроль использования земель;
10. Создание геоинформационной системы сельхозпредприятий.

**ГИС объектов водного фонда, 2010 г.:**

1. Инвентаризация объектов водного фонда (включая малые реки, озёра, гидротехнические сооружения), определение береговой линии: май–август 2010 г. Точность положения контуров соответствует масштабу 1:10 000–1:25 000;
2. Внедрение ГИС водного фонда и водопользования в работу Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Самарской области, реализация основного технологического процесса — согласование размещения земельного участка;
3. Получение и анализ данных кадастра недвижимости вблизи береговой линии;
4. Проведение НИР, обеспечивающих автоматизированный мониторинг хозяйственной деятельности вблизи водных объектов с использованием ДДЗ (конец 2010 г.).

**ГИС объектов водного фонда, 2011 г.:**

5. Мониторинг и контроль состояния водных объектов, хозяйственной деятельности вблизи береговой линии, гидротехнических сооружений;
6. Реализация государственных услуг и функций с использованием ДДЗ.

**ГИС лесного хозяйства, 2009–2010 гг.:**

1. Инвентаризация земель, занятых лесами, уточнение их площадей по космоснимкам;
2. Автоматизация основных технологических процессов (согласование размещения земельного участка, выдача выписки из лесного кадастра, проведение плановых и внеплановых мероприятий, обследования, осуществление контроля);
3. Разработка и установка ГИС лесного фонда для задач Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Самарской области, а также в 10 лесничествах; настройка обмена данными;
4. Получение и анализ данных кадастра недвижимости вблизи береговой линии, контроль земельных участков лесного фонда, находящихся в аренде;
5. Проведение НИР, обеспечивающих автоматизированный мониторинг хозяйственной деятельности (анализ изменений) с использованием ДДЗ и обнаружение нарушения границ, включая определение пожаров, границы гарей и др.

**ГИС лесного хозяйства, 2011 г.:**

6. Мониторинг земель, занятых лесом, с помощью ДДЗ (начиная с конца 2011 г.);

7. Контроль лесопользования инспекторами с помощью навигационных приборов;
8. Реализация государственных услуг и функций с использованием ДДЗ.

**Охотопользование и рыболовство, 2010 г.:**

1. Определение и инвентаризация границ охотоугодий (2010 г.);
2. Разработка и установка ГИС в интересах Департамента охотопользования и рыболовства (ноябрь 2010 г.), настройка обмена данными;
3. Автоматизация основного технологического процесса — предоставление разрешения на охотопользование, включая подачу заявления через портал госуслуг с привязкой к карте.

**Охотопользование и рыболовство, 2011 г.:**

4. Осуществление контроля инспекторами с помощью навигационных приёмников;
5. Расширение перечня госуслуг и дальнейшая автоматизация.

**Мониторинг границ лицензионных участков общераспространённых полезных ископаемых и мониторинг состояния особо охраняемых природных территорий (ООПТ), 2008–2011 гг.:**

1. Инвентаризация границ лицензионных участков, инвентаризация и землеустройство ООПТ регионального назначения (2008–2009 гг. — 153 объекта, 2010 г. — 50 объектов);
2. Установка ГИС «Недропользование» и ГИС ООПТ в интересах Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Самарской области (сентябрь 2010 г.);
3. Проведение НИР, обеспечивающих автоматизированный мониторинг хозяйственной деятельности в границах участков с использованием ДДЗ (конец 2010 г.), и обнаружение нарушения границ;
4. Мониторинг хозяйственной деятельности в границах лицензионных участков и состояния ООПТ (начиная с 2011 г.)
5. Реализация государственных услуг и функций с использованием ДДЗ (2011 г.).

**Что нужно изменить в законодательстве**

В табл. 1 сформулированы предложения для развития космической отрасли, связанные с созданием аппаратов данных дистанционного зондирования и использованием информации, поступающей с них.

Актуальные проблемы	Предложение
Необходимость двойного (тройного) лицензирования деятельности — на приём и обработку ДДЗ, на картографию, гостайну	Устранить необходимость получения лицензий на обработку космических снимков
Отсутствие нормативных документов, регулирующих использование ДДЗ зарубежных космических аппаратов, сертификации подлинности ДДЗ	Разработать и принять закон об использовании ДДЗ; создать центр сертификации подлинности ДДЗ с условно бесплатным проведением работ для нужд СФ и муниципалитетов
Отсутствие возможности непрерывного мониторинга территории для задач сельского хозяйства, природопользования, предупреждения ЧС с помощью снимков среднего разрешения	Сместить сроки разработки и запуска группировки малых космических аппаратов в плане мероприятий Федеральной космической программы России на 2006–2015 годы; разрешить запуск частных космических аппаратов среднего разрешения
Создаются региональные центры приёма и обработки ДДЗ и центры космических услуг	Создать региональные и муниципальные операторы Российской инфраструктуры пространственных данных (РИПД) согласно Концепции РИПД, одобренной Правительством РФ 17 августа 2006 г.
ДДЗ в практике регионального управления используются недостаточно	Принять нормативные акты, расширяющие права муниципальных и региональных властей в предметных областях; изменить порядок работы с ДДЗ, определённый в Постановлении правительства РФ от 28 мая 2007 г. № 326 «Положение о получении, использовании и предоставлении геопространственной информации»

Табл. 1. Предложения для развития космической отрасли

Указанные в табл. 1 проблемы не единственные и не главные. Основное препятствие для существенного расширения использования технологий ДДЗ-мониторинга состоит в том, что российское законодательство в предметных областях крайне слабо ориентировано на использование ДДЗ среднего и высокого разрешения. Ни в одном административном регламенте, за редким исключением, не прописана возможность их применения. Более того, не предусматривается обязательность координатного описания объектов при осуществлении хозяйственной деятельности — границ сельхозполей в рамках официальной отчётности, границ предполагаемых рубок, границ разрешений на охотопользование и т.п. (табл. 2).

### Заключение. Структура инвестиционной целевой программы

В заключение приведём основные идеи, отражённые в нашей «виртуальной» инвестиционной целевой программе, которая будет состоять из трёх разделов.

Первый раздел касается общих задач получения и обработки ДДЗ. В нём речь идёт о необходимости учёта:

- мероприятий по приобретению и первичной обработке ДДЗ, обеспечивающих три основных уровня, указанные выше (формирование регионального банка данных космических снимков);
- мероприятий по созданию картографической основы и элементов РИПД;
- разработки общесистемных программных средств (включая геопортал).

Мероприятия, описанные в первом разделе, позволяют существенно сократить затраты на реализацию основного второго раздела, который предусматривает мероприятия по созданию программных комплексов по тематическим направлениям (сельское хозяйство, природопользование и т.д.). План каждого из мероприятий будет включать предпроектные и проектные работы, массовый ввод данных, создание программных комплексов и их внедрение. Использование созданных программных комплексов

Предметная область	Закрепить в законодательстве на федеральном уровне следующие требования
Кадастр недвижимости	Упрощённое описание координат границ участков на основе ДДЗ при постановке на кадастровый учёт по «дачной амнистии» и восстановлении границ ранее учтённых земельных участков
Администрирование и повышение собираемости земельного налога	Использование информации муниципального реестра земель, создаваемого с использованием ДДЗ, для связи объектов и субъектов налогообложения
Сельское хозяйство	Создание приложений к отчётным формам СХ – с привязкой к схеме расположения полей; установление связи с условиями предоставления дотаций
Земельный контроль. Мониторинг границ лицензионных участков лесного, водного фонда, недр, охотоугодий, несанкционированной застройки	Составление актов нецелевого использования и самозахвата земель с использованием ДДЗ, передача полномочий на муниципальный и региональный уровень. Обязательность координатного описания границ лицензионных участков, границ проведения мероприятий лесонасаждения, границ пожаров и пр.
Градостроительство	Обязательность использования ДДЗ соответствующего разрешения для разработки градостроительной документации и её экспертизы. Обязательность проведения публичных слушаний в сети Интернет через систему геопорталов с привязкой к ДДЗ
Цифровая картография и пространственные данные	Ускорение создания региональных и муниципальных сегментов российской инфраструктуры пространственных данных. Внесение ортопокрытий ДДЗ в список базовых пространственных данных

Табл. 2. Координатное описание объектов при осуществлении хозяйственной деятельности

должно быть встроено в административный регламент обеспечения определённого вида государственных услуг или функций.

Третий раздел будет включать обеспечивающие мероприятия по обучению и подготовке кадров, организационно-правового обеспечения, маркетинговых и презентационных мероприятий; отражать этапы развития технического обеспечения и управления программой.

### Monitoring Using Earth Remote Sensing Techniques and Practical Experience of Region Management. By A. Chernov

*With colossal potential of monitoring applying remote sensing data, the examples of its commercial introduction into management practices are few.*