

# Использование ДДЗЗ в региональных исследованиях и в учебном процессе

С.В. Пьянков<sup>1</sup>, Е.М. Связов<sup>1</sup>, Ю.Н. Шавнина<sup>1</sup>

**Ключевые слова:** Пермский государственный университет, Центр геоинформационных систем и технологий, проекты, данные дистанционного зондирования Земли, космический мониторинг

**Key words:** The Perm State University, the Center for GIS and Technologies, projects, Earth remote sensing data, space monitoring

При подготовке специалистов в области наук о Земле активно используются дисциплины, рассматривающие технологии получения, обработки и применения данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ). При этом под ДДЗЗ понимают любое изучение объекта, осуществляемое на расстоянии без непосредственного контакта с ним, а не только авиа- и космоснимки. Несмотря на многообразие методов ДДЗЗ главная роль принадлежит исследованиям с помощью электромагнитного излучения, которое характеризуется определёнными физическими параметрами, функционально зависящими от свойств объектов. К этим методам относятся и аэрокосмические исследования.

При изучении дисциплин, рассматривающих технологии ДДЗЗ, необходимо обращать внимание на физические основы, а также принципы получения данных. Ещё одним важным аспектом при подготовке будущих специалистов является овладение программными средствами и связанными с ними видами обработки ДДЗЗ. Под видами обработки нужно понимать следующие технологические эта-

пы, которые должны освоить будущие специалисты:

1. создание синтезированных снимков и производных изображений;
2. радиометрическая и геометрическая коррекция изображений;
3. дешифрирование снимков и построение тематических карт;
4. создание мозаик изображений.

В Пермском государственном университете осуществлялось несколько проектов с использованием ДДЗЗ: космический мониторинг сельхозугодий и исследование условий вегетации сельскохозяйственных культур, космический мониторинг развития весеннего половодья и определение зон затопления. На основе этих проектов были разработаны практические задания для студентов географического факультета, а результаты исследований используются при чтении лекций.

Применение ДДЗЗ позволяет отслеживать динамику развития сельскохозяйственных культур и их состояние одновременно на большой территории (сельскохозяйственное предприятие, административный район и т.д.) и существенно снижает материальные затраты на осуществление мониторинга.

По заказу Министерства сельского хозяйства Пермского края Центр геоинформационных систем и технологий Пермского государственного университета разработал геоинформационную систему космического мониторинга сельскохозяйственных угодий. Цель её создания — обеспечение заинтересованных пользователей объективной и оперативной информацией о состоянии и развитии основных сельскохозяйственных культур, эффективности использования земельных ресурсов. Основные задачи системы космического мониторинга сельскохозяйственных угодий:

1. разработка географической базы данных сельскохозяйственных угодий Пермского края;
2. получение на основе данных дистанционного зондирования информации о состоянии растительности, условиях произрастания сельскохозяйственных культур;
3. разработка, сопровождение и техническая поддержка интерактивного веб-сайта, содержащего информацию о сельскохозяйственных угодьях.

В процессе создания географической базы данных производилась актуа-

<sup>1</sup> ГИС центр Пермского государственного университета, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15, тел.: +7(342) 239-68-52, 239-61-61, e-mail: gis@psu.ru

лизация границ сельскохозяйственных предприятий и контуров полей в среде ArcGIS. Осуществлялась инвентаризация данных о сельскохозяйственных угодьях, информация систематизировалась, выявлялись несоответствия между контурами полей и границами сельскохозяйственных предприятий, полученных из различных источников. В случае отсутствия информации о границах полей и предприятий производилась их оцифровка по данным агрохимических обследований и космическим снимкам. В качестве исходных данных использовались космические снимки IRS с разрешением 6 м, карты агрохимических обследований и электронные карты, содержащие контуры полей и границы сельскохозяйственных предприятий.

Исследования условий вегетации сельскохозяйственных культур проводились в рамках выполнения государственного контракта по проекту «Развитие системы космического мониторинга на основе данных дистанционного зондирования для рационального использования сельскохозяйственных угодий» (Министерство сельского хозяйства Пермского края) и гранта РФФИ (проект 09-05-99027-р\_офи). Целью исследования стала оценка условий вегетации сельскохозяйственных культур в 2007–2009 гг. в аграрных районах Пермского края на основе данных, полученных по космическим изображениям в видимом и инфракрасном (тепловом) диапазонах съёмки. Оценка условий вегетации проводилась с использованием следующих тематических продуктов: карт температуры подстилающей поверхности и её тенденции, нормализованного индекса вегетации NDVI и его тенденции, индекса засухи. Для решения поставленных задач использовались космические снимки спутника Terra. Условия вегетации оценивались в период основного проведения сель-

скохозяйственных работ (с третьей декады апреля по август) на полях сельскохозяйственных предприятий Пермского края. Получение картографической информации по ДЗЗ возможно в том случае, когда количество облачности не превышает 30% на момент пролёта спутника над интересующей территорией.

Для характеристики термических условий подстилающей поверхности использовались значения яркостной температуры, полученные из соответствующих тепловых каналов космических снимков Terra MODIS. При расчёте яркостной температуры исключались пиксели изображения, соответствующие водным объектам, облачности и снежному покрову. Для этой цели рассчитывались соответствующие маски. Расчёт масок происходит автоматически в момент загрузки данных в программу ScanEx Image Processor. После обработки, содержащей процедуры настройки отображения каналов изображения, информация сохранялась в растровом формате \*.img и экспортировалась в базу геоданных по сельскохозяйственным угодьям. Для получения карт температуры подстилающей поверхности это изображение подгружалось в среду ArcGIS, где последовательно выполнялись процедуры по отнесению значений к одному из классов состояний и попиксельному экспорту значений температуры в формат базы данных. При обработке снимка в пакете ArcGIS отсекались все значения –9999, соответствующие отсутствию информации в данном пикселе, а также заведомо низкие значения на границе облачного слоя.

Состояние растительности, оценённое через индекс NDVI, существенно изменяется в процессе вегетационного развития растений. Так, от момента начала вегетации сельскохозяйственные растения накапливают зелёную

биомассу и, следовательно, величина индекса увеличивается; в конце июня–июле величина биомассы достигает максимума, после которого в процессе формирования урожая и уборки отмечается уменьшение зелёной биомассы и снижение значений NDVI. Значения вегетационных индексов на полях исследуемого района оценивались по ряду параметров: средние значения, их отклонения и экстремальные значения.

Выявление признаков засухи производилось с помощью соответствующего индекса, который рассчитывается как отношение суммы экстремальных (минимальной и максимальной) суточных значений температуры к значениям NDVI. Чем выше значение индекса засухи, тем с большей вероятностью на исследуемой территории отмечается засуха. Значение индекса 1200–1400 свидетельствует о наступлении слабой засухи (растения угнетены, но жизнеспособны), 1400–1600 — средней и сильной засухи (растения существенно угнетены), более 1600 — катастрофической засухи (полная гибель растений). Расчёт индекса засухи производился в программном комплексе ArcGIS с помощью модуля Spatial Analyst. Для расчёта необходимо знать величину температуры подстилающей поверхности днём (максимальная температура), ночью (минимальная температура), значение NDVI за данные сутки. Засуха не является быстроразвивающимся и быстропротекающим явлением, её наступление происходит в результате накопления причин, вызывающих угнетение растений, поэтому отслеживать признаки начала засухи необходимо при благоприятных условиях её развития, отмечающихся за длительный промежуток времени.

Таким образом, данные дистанционного зондирования позволяют производить инвентаризацию сельскохозяйственных угодий и оперативную

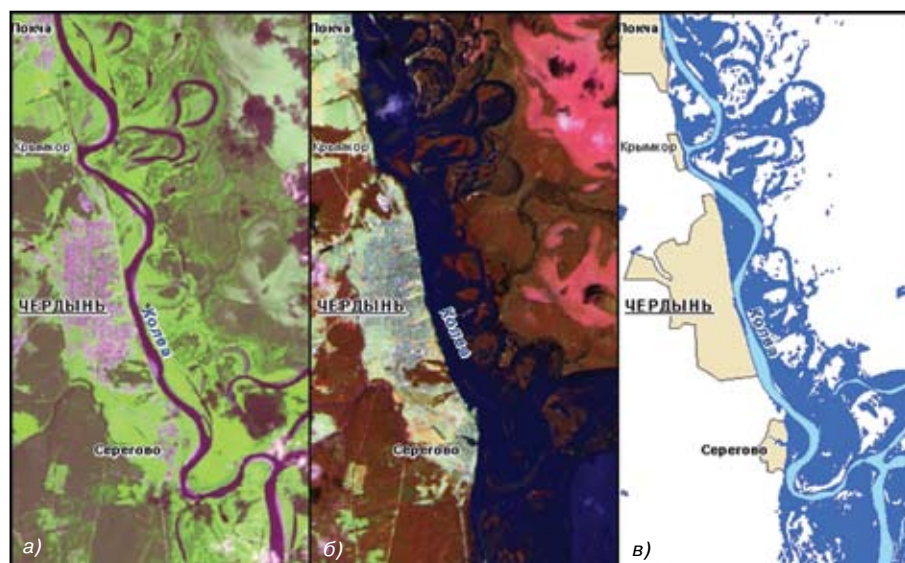


Рис. 1. Мониторинг паводкоопасных территорий

а) снимок IRS-1D LISS за 24 июня 2008 г.  
б) снимок SPOT 4 HRVIR за 19 мая 2009 г.  
в) карта зоны затопления

оценку условия вегетации сельскохозяйственных культур от отдельного поля до региона в целом, своевременно выявлять очаги угнетения растительности и оценивать масштаб наступления неблагоприятных явлений.

Использование ДДЗЗ позволяет также осуществлять мониторинг развития половодья, в частности, определять границы залегания снежного покрова на водосборах и контролировать состояние паводкоопасных территорий, определять зоны затоплений.

Для определения границ залегания и анализа динамики схода снежного покрова в оперативном режиме в ГИС центре Пермского госуниверситета используются космические снимки Terra MODIS с пространственным разрешением 250–1000 м. Уникальные свойства аппаратуры (36 каналов, высокое радиометрическое разрешение, повторяемость съёмки не менее 1 раза в день и широкая полоса съёмки, составляющая 2300 км) и разработанные алгоритмы обработки данных (детектирование облачности и снежного покрова, вычисление температуры земной поверхности) делают данные MODIS необходимым материалом для решения поставленной задачи. Детектирование снежного покрова

основано на расчёте нормализованного снежного индекса (NDSI). Расчёт маски снежного покрова производится автоматически в момент загрузки данных в программу Image Processor. Пространственно-временной анализ тематических продуктов космических изображений проводился на основе геоинформационной системы ArcGIS. С помощью оверлейных операций определялась динамика схода снежного покрова (изменения площади, покрытой снегом) по бассейнам рек.

Мониторинг паводкоопасных территорий осуществляется на основе мультиспектральных космических снимков высокого разрешения в динамике за период прохождения половодья. Предоставляемая Пермским ЦГМС фактическая и прогнозная информация о состоянии водных объектов служит определяющей при выборе снимков на ту или иную территорию. Для мониторинга паводков в предыдущие годы были использованы ДДЗЗ с космических аппаратов IRS-1D, IRS-P6 (разрешение 23 м), SPOT 2, SPOT 4 (разрешение 20 м), которые наиболее полно подходят для решаемой задачи и являются оптимальными с точки зрения стоимости снимков. Результатом обработки спутниковых данных

были синтезированные изображения интересующих территорий. По отдельным объектам рассчитывались зоны затопления на основе разновременных снимков (рис. 1). Были использованы снимки за период максимальных (май 2009 г.) и минимальных (июнь 2008 г.) уровней воды в реках. На основе этих данных выделялись зоны затопления. Совместное использование ДДЗЗ среднего и высокого разрешения позволяет сочетать регулярный мониторинг прохождения половодья с получением крупномасштабных изображений отдельных интересующих территорий.

Преимуществом ДДЗЗ перед другими данными являются достоверность и оперативность их получения для большой территории, а также большое количество формальных методов обработки информации.

### Application of Earth Remote Sensing Data in Regional Studies and Training Process. By S.V. Piankov, E.M. Sviyazov and Yu.N. Shavnina

*A number of projects with the use of Earth remote sensing data was implemented at the Perm State University: space monitoring of farming lands and studies of agricultural crops vegetation, space monitoring of spring flood development and determination of flooded zones. On the basis of those projects hands-on tasks were developed for students of the Geography Department. The results of the studies are used in lecturing.*