

УДК 631.6

**ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ
ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ
ПОЛЕСЬЯ**

В.А. Товкач, инженер

Э.Н. Шкутов, кандидат технических наук
РУП «Институт мелиорации»

Ключевые слова: мониторинг, дистанционное зондирование, космоснимки, мелиоративные системы, Полесье

Введение

Оперативные сведения о состоянии мелиоративных систем и сельскохозяйственных посевов на них можно получать двумя способами: либо непосредственным выездом на исследуемый объект, либо дистанционными методами.

При комплексном изучении территории на полевые работы необходимо посылать специалистов различных профессий и специализаций, что является весьма нерентабельным. Также при проведении полевых обследований очень трудно, а для больших территорий невозможно, добиться синхронизированности, одновременности наблюдений во всех частях территории, так как они могут относиться к разным фенологическим стадиям развития растений, разным состояниям погоды, разным этапам сельскохозяйственных работ. Таким образом, полевой метод сбора информации единственным быть не может. Он обязательно должен дополняться другими, неконтактными методами сбора информации, позволяющими охватить сразу значительные площади. Эту задачу позволяют решить методы дистанционного зондирования.

Под дистанционным зондированием Земли (ДЗЗ) подразумевается получение информации о земной поверхности (включая расположенные на ней объекты) без непосредственного контакта с ней, путем регистрации приходящего от нее электромагнитного излучения. Таким образом, дистанционное зондирование – косвенный метод получения информации о земной поверхности, и для извлечения этой содержательной информации из исходных данных требуются специальные методы обработки (дешифрирования) данных ДЗ. Эти методы реализованы в системах обработки изображений.

ДЗЗ – это огромное разнообразие методов получения изображений практически во всех диапазонах длин волн электромагнитного спектра: от ультрафиолетовой до дальней инфракрасной и радиодиапазона, самая различная обзорность изображений: от снимков с метеорологических геостационарных спутников, охватывающих практически целое полушарие, до детальных аэросъемок участка в несколько сот квадратных метров. Пространственное разрешение может варьировать, соответственно, от нескольких

километров до сантиметров.

По снимаемым спектральным диапазонам снимки могут различаться как полученные в одном спектральном диапазоне (чаще всего в широком видимом участке спектра, тогда их называют панхроматическими), съемки в реальных или условных цветах, когда одновременно совместно фиксируются две или три зоны спектра на одной и той же фотопленке (и дальше изображения в этих зонах уже реально неразделимы) и съемки многозональные – самый информативный и перспективный вид съемок, когда одновременно, но раздельно фиксируются несколько изображений в различных зонах спектра*. На одном лучше выделяются дороги и сооружения, на другом – водные объекты, на третьем – лучше видны подробности распределения растительности.

Сама возможность идентификации и классификации объектов по информации ДЗЗ основывается на том, что объекты разных типов (горные породы, почвы, вода, растительность и т.д.) по-разному отражают и поглощают электромагнитное излучение в том или ином диапазоне длин волн (рис.1).

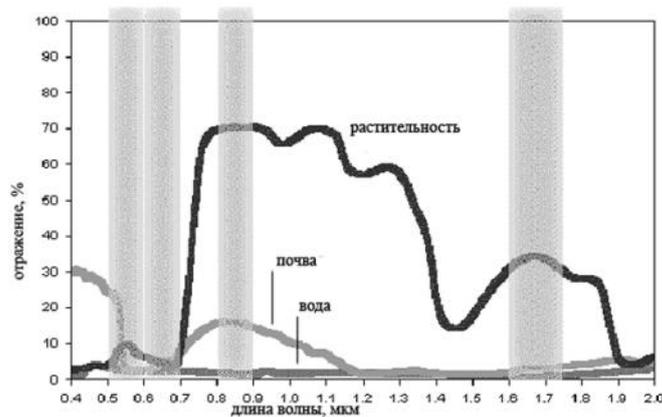


Рис. 1. Каналы регистрации типичных сканеров космического базирования

Данные дистанционного зондирования (ДДЗ) сразу поступают в цифровом виде, что позволяет непосредственно использовать для их обработки современные компьютерные технологии. Цифровое изображение в форме раstra представляет собой матрицу чисел. Каждый элемент этой матрицы, называемый пикселем, отвечает какой-либо характеристике (отражательной способности, температуре и т.д.) участка местности в определенной зоне электромагнитного спектра.

Все спутники в зависимости от разрешения можно подразделить на спутники сверхвысокого (1 м и крупнее), высокого (1-10 м), среднего разрешения (10-250 м) и низкого (более

* Интернет сайты (www.dataplus.ru, www.fotospace.ru, www.gisa.ru, www.gis-lab.ru, www.scanex.ru, www.sovzond.ru, www.spot.com, www.usqs.gov и др.).

250 м). Для изучения мелиоративных систем спутники низкого разрешения не подходят.

Отдельно можно выделить спутники с аппаратурой радиолокационной съёмки. При выполнении ДЗ в радиодиапазоне используются ультракороткие электромагнитные волны (УКВ), имеющие длину волны 1 мм – 30 см. Главной особенностью радиолокационных аппаратов является возможность съёмки территории независимо от погодных условий и естественной освещённости (времени суток и года). Если при съёмке в оптическом диапазоне установленная на спутнике аппаратура регистрирует солнечную энергию, отражённую и рассеянную поверхностью Земли (до 3 мкм), или собственное тепловое излучение Земли (более 3 мкм), то при радиолокационной съёмке космический аппарат сам посылает и принимает сигнал. Наиболее распространённым и популярным из таких спутников является канадский Radarsat-1. Существенное совершенствование съёмки предвидится с запуском проектируемого спутника Radarsat-2 (март 2007), где предусмотрены 12 режимов съёмки, а разрешение радиолокационных снимков будет составлять от 3 до 100 м при разнообразии используемых частотных зон съёмки и поляризации. Также в июне 2007 г. был осуществлён запуск немецкого спутника TerraSAR X (разрешение 1-16 м). В январе 2006 г. был запущен японский радиолокационный спутник ALOS (2,5-100 м). Снимки с него станут доступны в скором времени.

Технология выполнения исследований должна базироваться на комплексном использовании трех видов исследования территории: картографического (с использованием специализированных тематических баз данных о природной среде и гидротехнических сооружениях), дистанционного (аэрокосмического) и наземного обследования. Она должна состоять ориентировочно из следующих этапов:

- Формирование базы знаний (БЗ) и базы данных (БД), необходимых для выполнения работ по поставленной задаче.
- Обработка и анализ собранных материалов.
- Полевое эталонирование, заключающееся в наземном, рекогносцировочном и детальном обследовании наиболее интересных и характерных участков.
- Комплексный анализ и интерпретация всех собранных материалов и полученных за время работы результатов.

Подробнее можно ознакомиться в Отчете «Космоаэрогеологии» за 2005 г.*

Характеристика коммерческих спутников приведена в табл. 1.

Перспективы применения методов ДЗЗ в гидромелиорации

I. Методы ДЗЗ могут быть эффективны и экономически оправданы при *изучении состояния мелиоративных систем, оценке необходимости проведения ремонтно-*

* Отчет о научно-исследовательской работе по заданию 8.2.4. «Разработать систему оценки состояния и рекомендации по повышению эффективности использования польдерных систем на основе космических снимков высокого разрешения и наземных измерений» (ГНТП «Экологическая безопасность»). РУП «Космоаэрогеология». – Мн., 2005.

Таблица 1. Основные характеристики спутников

Прибор/режим съемки	Спутник	Спектральный диапазон, мкм	Пространственное разрешение, м	Полоса обзора, км	Цена за снимок	Минимальная площадь заказа, км (цена)
ETM+	Landsat 7	0.520 - 0.900 (Зеленый - БИК)	15	185	465€	185x170 (465€)
		0.450 - 0.515 (Синий)	30			
		0.525 - 0.605 (Зеленый)	30			
		0.630 - 0.690 (Красный)	30			
		0.750 - 0.900 (БИК)	30			
		1.550 - 1.750 (Средний ИК)	30			
		2.090 - 2.350 (Средний ИК)	60			
		10.40 - 12.50 (Тепловой)	60			
ASTER / VNIR	Terra	0.52 - 0.60 (Зеленый)	15	60	80\$	60x60 (80\$)
		0.63 - 0.69 (Красный)				
		0.76 - 0.86 (БИК)				
ASTER / SWIR	Terra	1.600 - 1.700 (Средний ИК)	30	60	80\$	60x60 (80\$)
		2.145 - 2.185 (Средний ИК)				
		2.185 - 2.225 (Средний ИК)				
		2.235 - 2.285 (Средний ИК)				
		2.295 - 2.365 (Средний ИК)				
ASTER / TIR	Terra	2.360 - 2.430 (Средний ИК)	90	60	80\$	60x60 (80\$)
		8.125 - 8.475 (Тепловой)				
		8.475 - 8.825 (Тепловой)				
		8.925 - 9.275 (Тепловой)				
HRV / PAN	SPOT 2	0.50 - 0.73 (Зеленый - БИК)	10	60	1900€	30x30 (620€)
		0.50 - 0.59 (Зеленый)				
		0.61 - 0.68 (Красный)				
HRV / XS	SPOT 2	0.78 - 0.89 (БИК)	20	60	1900€	30x30 (620€)
		0.61 - 0.68 (Красный)				
		0.78 - 0.89 (БИК)				
HRVIR / MONO	SPOT 4	0.50 - 0.59 (Зеленый)	10	60	1900€	30x30 (620€)
		0.61 - 0.68 (Красный)				
		0.78 - 0.89 (БИК)				
HRVIR / XS	SPOT 4	1.58 - 1.75 (Средний ИК)	20	60	1900€	30x30 (620€)
		0.61 - 0.68 (Красный)				
		0.78 - 0.89 (БИК)				
PAN	IRS-1C/1D	0.50 - 0.75 (Зеленый - БИК)	5.8	70	1470€	23x23 (290€)
LISS-3		0.52 - 0.59 (Зеленый)	23	140	600€	70x70 (195€)
		0.62 - 0.68 (Красный)				
LISS-4 / Mono	IRS-1C/1D	0.77 - 0.86 (БИК)	5.8	70	1970€	23x23 (390€)
		0.52 - 0.59 (Зеленый)				
LISS-4 / MSS	IRS-1C/1D	0.62 - 0.68 (Красный)	5.8	23	1970€	11,5x11,5 (640€)
		0.77 - 0.86 (БИК)				
		0.52 - 0.59 (Зеленый)				
LISS-3	IRS-P6	0.62 - 0.68 (Красный)	23	140	1970€	70x70 (640€)
		0.77 - 0.86 (БИК)				
		1.55 - 1.70 (Средний ИК)				
AWiFS	IRS-P6	0.52 - 0.59 (Зеленый)	55	740	1970€	370x370 (640€)
		0.62 - 0.68 (Красный)				
		0.77 - 0.86 (БИК)				
		1.55 - 1.70 (Средний ИК)				

Окончание табл. 1

Прибор/режим съемки	Спутник	Спектральный диапазон, мкм	Пространственное разрешение, м	Полоса обзора, км	Цена за снимок	Минимальная площадь заказа, км (цена)
HRG/PAN	Spot 5	0.48 - 0.71 (Зеленый - БИК)	2,5	60	5400€	20x20 (2020€)
			5			2700€
HRG/MSS		0.50 - 0.59 (Зеленый)	10	60	2700€	20x20 (1020€)
		0.61 - 0.68 (Красный)	10			
		0.79 - 0.89 (БИК)	10			
	1.58 - 1.75 (Средний ИК)	20		1900€	60x60 (1900€)	
HRG/PAN	Ikonos	0.45 – 0.90 (Зеленый - БИК)	1	11	16\$/ км ²	49км ² (архив)
						20\$/ км ²
HRG/MS		0.45 – 0.53 (Синий)	4	11	16\$/ км ²	49км ² (архив)
		0.52 – 0.61 (Зеленый)			20\$/ км ²	100км ² (новая)
	0.64 – 0.72 (Красный)					
	0.77 – 0.88 (БИК)			20\$/ км ²	100км ² (новая)	
PAN	Quickbird	0.45 – 0.90 (Зеленый - БИК)	0.6	16.5	16\$/ км ²	25км ² (архив)
						21\$/ км ²
MS		0.45 – 0.52 (Синий)	2.44	16.5	16\$/ км ²	25км ² (архив)
		0.52 – 0.60 (Зеленый)			21\$/ км ²	64км ² (новая)
	0.63 – 0.69 (Красный)					
	0.76 – 0.90 (БИК)			21\$/ км ²	64км ² (новая)	
PAN	OrbView-3	0.45 – 0.90 (Зеленый - БИК)	1	8	7\$/ км ²	64км ² (архив)
						14\$/ км ²
MS		0.45 – 0.52 (Синий)	4	8	7\$/ км ²	64км ² (архив)
		0.52 – 0.60 (Зеленый)			14\$/ км ²	192км ² (новая)
	0.63 – 0.70 (Красный)					
	0.76 – 0.90 (БИК)			14\$/ км ²	192км ² (новая)	
SAR / Fine			8	50	2800€	50x50 (2800€)
SAR / Standart			25	100	2000€	100x100 (2000€)
SAR / Wide			30	150	2000€	150x150 (2000€)
SAR / Extended Low	Radarsat-1	C-диапазон, 5.6 см	35	170	2000€	170x170 (2000€)
SAR / Extended High			25	75	2000€	75x75 (2000€)
SAR / ScanSAR Narrow			50	300	2000€	300x300 (2000€)
SAR / ScanSAR Wide			100	500	2000€	500x500 (2000€)

восстановительных работ или реконструкции. Сегодня методы ДЗЗ перспективны при выявлении на мелиорированных площадях границ зон со следующими нарушениями:

1. Повторное заболачивание.
2. Переосушение угодий.
3. Затопление весенними половодьями, зимними и летне-осенними паводками.
4. Зарастание древесно-кустарниковой растительностью площадей и мелиоративной сети.

5. Заращение сети водной растительностью.

6. Вымочки.

7. Пожары на торфяниках.

Состояние и отражающие способности поверхности мелиоративных систем существенно зависят от водности года, поэтому для определения границ зон повторного заболачивания и переосушения мелиорированных угодий необходимо несколько снимков одной и той же территории в разные годы. Для таких целей подойдут, например, снимки со спутников Terra (Aster) и Landsat с разрешением 15 м. Проанализировав динамику образов во времени, можно достоверно выявить зоны повторного заболачивания и переосушения. Зоны неблагоприятного водного режима могут идентифицироваться и по состоянию, и по виду растительности. Например, затопленные понижения, наблюдавшиеся на весенних снимках, должны быть подтверждены съемкой перед уборкой зерновых. В это время на фоне созревающих хлебов отчетливо проявятся зелеными сорняками понижения, в которых культурные посевы погибли. Соотнося площади и дислокацию весенних затоплений и распространенность зон с сорной растительностью летом с водностью года, можно достаточно точно определить площади, непригодные для ведения интенсивного сельскохозяйственного производства и нуждающиеся в ремонте или реконструкции мелиоративной сети.

Решение задач, связанных с затоплением территории во время половодья, зимних и летне-осенних паводков, определением вымочек, а также границ зон временного переувлажнения во влажные годы обеспечивается уже на снимках с разрешением 15 м и крупнее. Для идентификации вымочек, возникающих в летний период, также очень важно правильно выбрать время съемки. Возможность образования вымочек обуславливается несколькими условиями: высокий уровень грунтовых вод, обильные осадки, почвенно-литологические условия. Поэтому, выбирая дату съёмки, необходимо опираться на совокупность этих условий. Для всех этих целей лучше использовать инфракрасную, тепловую или съемку в радиодиапазоне, поскольку съемка в видимой части спектра в дождливые периоды обычно затруднена из-за плотной облачности. На снимках сверхвысокого разрешения вымочки легко дешифрировать визуально.

Выявление зарослей древесно-кустарниковой растительности на мелиоративной сети и площадях систем, скорее всего, будет основываться на разности спектров отражения от травянистой и древесной растительности, либо на снимках высокого разрешения. Для отделения зарослей растительности от водной поверхности интерес представляют снимки, полученные в ближнем ИК-диапазоне.

Пожары и пыльные бури на торфяниках могут идентифицироваться визуально по дымящим либо пылящим площадям, а пожары еще и по высокотемпературным очагам, если съемка велась во время пожара, либо по специфической окраске площадей с выгоревшим торфом после пожара. Разрешение будет варьировать от 5 до 15 м в зависимости от размеров и площади распространения пожаров и бурь.

II. Очень актуальной задачей, при решении которой методы ДЗЗ могут оказаться вне конкуренции по эффективности и стоимости, является *задача оперативной оценки эффективности сельскохозяйственного использования мелиорированных площадей*. Оставив группу и без нашего участия интенсивно разрабатываемых проблем, связанных с дистанционными методами оценки урожайности, сосредоточимся на параметрах, связанных именно с мелиорированными площадями. Эта задача включает в себя следующие вопросы:

1. Идентификация видов сельскохозяйственных культур и, соответственно, границ посевных контуров.

2. Изучение дислокаций почвенных разновидностей для оценки в дальнейшем естественного плодородия площадей.

3. Определение степени засоренности сельскохозяйственных угодий и границы зон массовых повреждений культур, связанных с природными условиями мелиорированных площадей (заморозки, полегание, торфяно-песчаные бури, возможно, болезни, вредители, повреждение и гибель посевов от переувлажнения).

4. Выявление неиспользуемых и необработанных площадей.

Все эти показатели имеют важное значение, например, при выборе объектов для первоочередных инвестиций в восстановление работоспособности мелиоративных систем.

В настоящее время имеются обширные наработки по идентификации видов культурных растений по степени контрастности и спектральным отражательным свойствам. Большинство методов основывается на различии в спектральной яркости различных растений в определённую стадию развития [1].

На цветных снимках сверхвысокого разрешения некоторые виды посевов можно легко определить визуально.

Для решения мелиоративных задач самую большую роль играет возможность получить снимки в заданный интервал времени. Сроки съёмки сельхозугодий будут зависеть от решаемых задач.

Для съёмки сельскохозяйственных угодий наиболее благоприятны весенние сроки, за начало которых приняты средние даты между наиболее ранними и поздними сроками сева ранних яровых культур. Для юго-запада Беларуси – 17 апреля, северо-востока – 6 мая. Самую раннюю дату сева яровых за начало съёмки принимать нецелесообразно, так как в этот период почва находится в легкопластичном и переувлажнённом состоянии, следовательно, границы будут расплывчаты. Конец съёмки определяют по средней дате начала фенологической фазы появления третьего листа у яровой пшеницы (13 мая для юго-запада и 29 мая для северо-востока Беларуси). За начало осенних сроков съёмки следует принимать среднюю дату начала сева озимых культур, так как в это время территория наиболее распаханна, за конец – среднюю дату начала фенологической фазы кущения озимой ржи [2].

Весенний период после схода снежного покрова и просыхания почв – период наи-

большей открытости почв – лучшее время получения снимков для непосредственного дешифрирования почв по прямым признакам. Осенний период распашки полей под озимые культуры также оптимален, так как характеризуется большими площадями открытых почв. К тому же в это время можно идентифицировать осенние влагозапасы почв.

В определенном диапазоне гидрологических и почвенных условий для изучения степени увлажненности почв возможно использовать ранневесенние снимки, сразу после схода снежного покрова. Для определения вариаций влажности почв наиболее информативна область 2,08-2,35 мкм, но можно использовать также и инфракрасную область спектра.

Для изучения почв под сельскохозяйственными посевами используют косвенные признаки – состояние посевов. Их дифференциация хорошо отображается на снимках на первых стадиях развития посевов, до выхода колосовых в трубку; в это время на более гумусированных и увлажненных почвах микропонижений рельефа всходы развиваются раньше и образуют более сомкнутый покров с большой растительной массой. Впоследствии растительный покров выравнивается и его дешифрирование, связанное с разными почвенными условиями, менее заметно. В других случаях в переувлажненных западинах образуются «вымочки» – пятна без растительности. При созревании посевов пятнистый тон изображения полей также передает их изреженность и может быть использован для суждения о состоянии почв [3].

Наиболее информативными с точки зрения распознавания *свойств почвы* являются следующие спектральные интервалы: 520-620 нм – гумус, 700 и 900 – железо, 2080-2320 – влажность, 1220-1320 и 1550-1750 – интервалы сильного отражения, зависят от различных свойств почв [1].

Степень засоренности полей зерновых

В различные фазы развития растения имеют разные спектральные характеристики. Поэтому очень важным моментом является правильный выбор периода производства съемки. Наиболее успешно удаётся определить засоренность полей, засеянных озимой рожью. Так, съемку засоренных полей озимой ржи лучше производить в трёх спектральных интервалах (550, 650 и 840 нм) в период колошение – молочная спелость.

Ошибки в определении степени засоренности полей, занятых ячменем и овсом, оказываются значительно большими, чем для ржи, а определение степени засоренности полей, засеянных пшеницей, находящейся в фазе колошения, практически невозможно, так как доверительные интервалы СКЯ сорных и культурных растений в этом случае перекрываются. Поэтому степень засоренности лучше определять, когда злаки находятся в стадии восковой спелости (рис. 2), т. е. за 2-3 недели до уборки урожая. В этот период культурные растения приобретают желтую окраску, а сорняки ещё остаются зелёными [1].

Идентификация неиспользуемых земель производится после окончания сева всех

видов сельскохозяйственных культур, а определение необработанных площадей – после уборки всех культур.

Для определения состояния посевов, подвергшихся неблагоприятным воздействиям (заморозки, торфяно-песчаные бури, засуха, полегание, повреждение и гибель посевов от болезней и насекомых), необходимо провести космосъёмку в видимом и ближнем ИК-диапазоне спектра. На рис. 3 представлены спектральные кривые отражения почв и растений (здоровых и погибших).

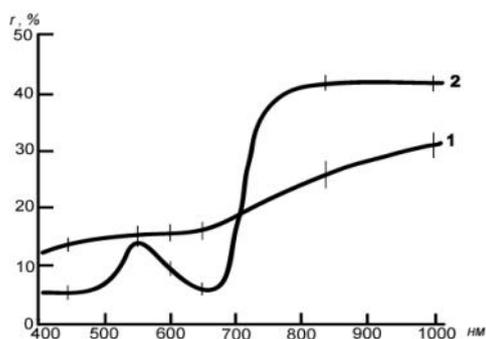


Рис. 2. Спектральные кривые отражения культурных (1) и сорных (2) растений в фазе восковой спелости [1]

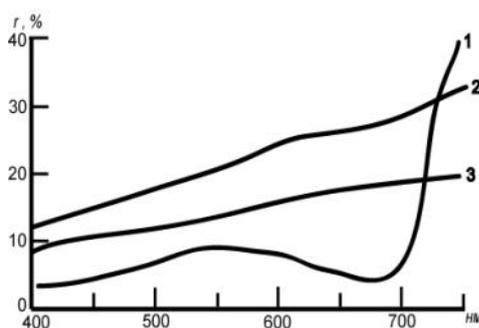


Рис. 3. Спектральные кривые отражения здоровых (1), погибших (2) растений и почвы (3) [3]

Из рисунка следует, что спектральные кривые отражения здоровых и погибших растений значительно различаются между собой. Здоровые растения имеют максимум отражения в зелёной и два минимума в сине-фиолетовой и красной областях спектра, тогда как погибшие растения характеризуются монотонным подъемом кривой отражения от фиолетовой до красной областей спектра.

Таким образом, все повреждённые посевы в результате различных неблагоприятных условий можно легко отделить от здоровых посевов. Это можно сделать, используя спектральные коэффициенты яркости растений или визуально, если площадь погибших посевов достаточно велика.

Идентификацию неиспользуемых участков осушенных земель лучше производить после окончания сева всех видов сельскохозяйственных культур, а необработанных площадей – после уборки всех культур.

Перспективными задачами могут также являться определение биомассы некоторых видов посевов, нахождение закрытой дренажной сети, определение мощности торфа. Так, например, в Беларуси оценкой биомассы посевов зерновых злаков, в частности, ячменя занимался РНТЦ «Экомир»[4].

Основной проблемой при заказе архивных снимков является сложность нахождения нужной даты снимка. Очень часто происходит непонимание разницы между частотой пролета спутника над одной и той же территорией и непосредственно осуществлением

съемки этой территории. Как известно, снимки высокого и среднего пространственного разрешения имеют большой объем (до нескольких Гигабайт) при незначительной площади снятой территории. Поэтому попытка регулярной съемки всей поверхности Земли обречена на провал, так как даже самые скоростные системы передачи информации не в состоянии поддерживать, а самые мощные сервера не в состоянии хранить такой объем информации. Следовательно, в первую очередь спутники снимают те страны и районы, снимки которых наиболее востребованы. Низкий уровень развития рынка данных ДЗЗ в Беларуси и отсутствие государственных закупок космической информации сказываются на интенсивности съемки территории страны зарубежными операторами.

Также стоит отметить, что космоснимки с разрешением более 2 м секретны и их использование необходимо согласовывать с соответствующими органами.

Все спутники сверхвысокого разрешения производят в основном съёмку по заказу. Поэтому найти архивные снимки определённой территории в заданный промежуток времени (особенно маловостребованных районов, таких как Полесье) с таких спутников практически невозможно. Спутники среднего разрешения также снимают территорию достаточно редко (несколько раз в год), следовательно, и их архивные снимки найти проблематично.

В Беларуси нет частных компаний, занимающихся распространением космоснимков, в то время как на российском рынке сформировался устойчивый круг компаний – поставщиков данных ДЗЗ. Причем все они работают в основном на базе данных иностранных спутников, передающих снимки со средним разрешением (Landsat и ASTER), высоким (SPOT, IRS-1, RadarSat) и сверхвысоким (QuickBird, Orbview, EROS, KVR-1000, IKONOS). Лидерами здесь являются компания «Совзонд» и «Совинформспутник», которые были созданы с участием государственных структур, но теперь все более становятся чисто «рыночными» предприятиями. Быстро развиваются частные фирмы НТЦ «Сканэкс», «Прайм Групп», «Гео-Надир», «ДАТА» и другие.

В рамках отработки технологии и оценки возможностей выявления объемов и уточнения дислокации вымочек на мелиоративных системах Полесья, нами был произведен поиск архивных снимков со спутников высокого и среднего разрешения территории с координатами 52°10' с.ш. – 52°20' с.ш., 26°30' в.д. – 26°45' в.д. (ПОСМЗил). Поиск осуществлялся за 2001-2006 гг. Даты снимков представлены в табл. 2.

Для определения вымочек целесообразно покупать снимки, полученные сразу после выпадения продолжительных ливневых дождей. Проанализировав выпадение осадков за 2001-2006 гг. и сопоставив эти данные с имеющимися датами снимков, было обнаружено, что из 39 найденных снимков в Полесском регионе за пять лет в область сильных осадков попало девять (выделены жирным курсивом), три из которых получены в течение одного месяца 2006 г. (вторая половина августа – первая половина сентября), а ещё три в 2004 г. Причём, из этих девяти снимков три сделаны спутником Landsat, на котором в мае 2003 г. произошла поломка, что отражается на качестве данных, посту-

пающих сегодня в архив. Таким образом, более или менее пригодными для фиксации вымочек могут быть только четыре снимка. Следовательно, изучение вымочек конкретной территории по архивным снимкам (наиболее дешевый путь) оказалось весьма затруднительным.

Таблица 2. Даты съёмки территории ПОСМЗиЛ различными спутниками

Terra (Aster)	Landsat 7	Spot 2-4	Spot 5	IRS 1c/1d
2002-07-04	2001-07-17	2002-03-17	2002-08-02	2003-04-18
2002-08-21	2001-05-05	2002-03-29	2003-08-18	2004-08-30
2005-09-13	2002-08-21	2002-08-18	2006-06-18	2005-04-09
2006-04-26	2003-04-02	2006-04-23	2006-08-14	2006-09-19
	2003-11-12	2006-04-26	2006-08-18	
	2004-04-04	2006-04-27	2006-09-13	
	2004-04-20	2006-06-18		
	2004-08-10	2006-06-23		
	2004-09-11	2006-07-05		
	2004-10-13	2006-07-31		
	2005-04-07	2006-08-14		
	2005-07-12			
	2005-07-28			
	2005-11-01			

Отработка технологии заказов на съёмку заданных территорий не проводилась в связи с финансовыми трудностями. Однако, очевидно, что при существующем положении использование технологий ДЗЗ в мелиорации достаточно затратно и не гарантирует съёмки в заданные сроки. А оперативный мониторинг за динамикой процессов типа сезонных полевых работ, либо развития наводнений пока находится явно за пределами наших возможностей.

Определенные надежды связывались с запуском БелКА — белорусского космического аппарата для дистанционного зондирования Земли. Однако, при аварии ракеты-носителя он был уничтожен. В настоящее время разрабатывается программа создания нового космического спутника в течение двух-трех лет.

Выводы

1. Современные возможности ДДЗ позволяют решать две обширные задачи:

- а) изучать состояние мелиоративных систем и оценивать необходимость проведения ремонтно-восстановительных работ или реконструкции;
- б) оперативно оценивать эффективность сельскохозяйственного использования мелиорированных площадей.

2. РУП «Институт мелиорации» в рамках своей работы располагает на территории республики сетью опытных участков. Практически это готовый набор реперных объектов для ДЗЗ. На этих землях постоянно ведется наземное наблюдение за погодными условиями, водным режимом и работой элементов мелиоративных систем, а также процессом формирования урожая различных сельскохозяйственных культур. Еще одним плюсом мелиоративных

систем является то, что «координатная сетка», видимая из космоса, практически создана прямо на земле – это системы открытых каналов. Их расположение привязано топосъемкой к координатам, расстояния между элементами сети также известны, поэтому привязка снимка и вычисления площадей на этих территориях не представляют никаких трудностей. Используя эти преимущества, институт предполагает задействовать все имеющиеся возможности по получению и использованию космоснимков при организации мониторинга за состоянием и эффективностью использования мелиорированных земель.

3. Необходимость развития технологий ДЗЗ требует превентивной организации структуры наземного сектора. За период до запуска белорусского спутникового аппарата можно накопить собственное методическое обеспечение и практический опыт, используя данные ДЗЗ с зарубежных спутников. Например, уточнить оптимальные временные интервалы для разных зон республики, для конкретных целей, определиться с наиболее информативными диапазонами спектра для разных задач и т.д. Этот опыт поможет оперативно и на полную мощность задействовать возможности белорусского спутника для решения практических задач в области мелиорации и сельскохозяйственного использования мелиорированных земель.

4. Информация о методиках и пакетах матобеспечения, используемых при обработке снимков, очень дорогая или секретная. В мире, очевидно, и в Беларуси, наибольшие затраты связаны с разработкой пакетов для автоматизированной обработки космоснимков. По нашему мнению, работа специалиста с космоснимками также может быть очень продуктивной, как в части накопления и обобщения оперативной информации, так и в создании методических наработок для формирования алгоритмов компьютерной обработки. Но, конечно, со временем, все равно придется разрабатывать матобеспечение для автоматической обработки космоснимков для решения народнохозяйственных задач.

Литература

1. Кондратьев, К. Я. Аэрокосмические исследования почв и растительности. / К. Я. Кондратьев, В. В. Козодеров, П. П. Федченко – Л.: Гидрометеоздат, 1986. – 232 с.
2. Аэрокосмические методы в почвоведении и их использование в сельском хозяйстве. Отв. ред. Добровольский Г.В., Андроников В.Л. – М.: Наука, 1990. – 246 с.
3. Кравцова, В. И. Космические методы исследования почв. /В. И. Кравцова. – М.: Аспект Пресс, 2005. – 190 с.
4. Ковалёв, А. А. Оценка состояния посевов зерновых злаков дистанционным зондированием (на примере посевов ячменя). / Ковалёв А. А., Иванченко В. М., Драгун В. С. [и др.]. – Мн., 1995. – 65 с.

Summary

Tovkach V., Shkutov E. Prospects and Resources of the Remote Sensing of the Earth at Monitoring Foundation of the State of Reclamation Works in Polesie

Examined: Methods of remote sensing of the Earth and commercial satellites with parameters available for investigation of the state of reclamation works. Given: two main groups of tasks being perspective for application of data of remote sensing of the Earth for reclamation works, evaluation of need to carry out damage control works or reconstruction; active efficiency assessment of agricultural utilization of drained areas. Given: assessment of possible technical parameters of survey that may be quite effective for solution of specific reclamation tasks. Given: an example of search of archival pictures with high and medium image resolution aimed to investigation of wettings on a certain area.