

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ О ЗЕМЛЕ

### ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗАБРОШЕННЫХ ТОРФОРАЗРАБОТОК ПО МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫМ СПУТНИКОВЫМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ

© 2011 г. М. А. Медведева<sup>1\*</sup>, А. Е. Возбранная<sup>2, 3</sup>, С. А. Барталев<sup>1</sup>, А. А. Сирин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Учреждение Российской академии наук Институт космических исследований РАН, Москва

<sup>2</sup> Учреждение Российской академии наук Институт лесоведения РАН, МО, с. Успенское

<sup>3</sup> ФГУ национальный парк “Мещера”, Владимирская область, Гусь-Хрустальный

\* E-mail: evezza@yandex.ru

Поступила в редакцию 08.07.2010 г.

Представлена методика использования многоспектральных спутниковых данных для оценки состояния и динамики нарушенных добычей и не используемых в настоящее время торфяных месторождений. На примере болотных массивов Национального парка “Мещера” (Владимирская область) с использованием спутниковых изображений Landsat-TM и ETM+ за период 1992–2007 г. показана возможность мониторинга растительного покрова на участках заброшенных торфоразработок и относительных изменений влажности открытых поверхностей торфа. Предложенный и апробированный подход может быть использован для анализа состояния заброшенных торфяников с целью их инвентаризации, мониторинга изменений и выявления участков, требующих первоочередных мер по обводнению и восстановлению.

**Ключевые слова:** многоспектральные изображения, торфяные болота, заброшенные торфоразработки, растительный покров

#### ВВЕДЕНИЕ

По данным земельного учета площадь нарушенных торфоразработками и некультивированных земель в России составляет 1/4 млн. га. Однако эта величина, видимо, существенно занижена, прежде всего, за счет недоучета брошенных в начале 1990-х годов недовыработанных месторождений, частично переведенных позднее без рекультивации в другие категории земель, в частности, такие, как земли запаса или земли особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Ранее большая часть использованных месторождений торфа (всего, по разным оценкам, при добыче торфа было нарушено от 850 тыс. до 1.5 млн. га болот) после нормативной выработки залежи рекультивировалась для целей с.-х. использования, реже – для создания лесных культур и других задач (Торфяные болота ..., 2001).

Заброшенные торфоразработки представлены главным образом интенсивно дренированными полями фрезерной добычи, плохо заселяемыми растительностью. Даже через 15–20 лет они могут иметь участки открытого торфа и сильно высыхать в период отсутствия дождей. На таких участках происходят интенсивная деструкция и разложение торфа, водная и ветровая эрозия, эмиссия диоксида углерода в атмосферу. При этом брошенные поля торфодобычи являются, как и разрабатываемые месторождения, объектами добро-

вольного, а в перспективе и обязательного, учета как источники и поглотители парниковых газов (Руководящие принципы ..., 2006). Здесь наиболее велика вероятность торфяных пожаров (Минаева, Сирин 2002). Неиспользуемые торфоразработки образуют значительные территории, сконцентрированные в районе бывших торфодобывающих предприятий с относительно плотным населением. В связи с этим происходящие на заброшенных торфоразработках пожары могут представлять собой значительную угрозу для здоровья людей, включая население крупных городов и мегаполисов. Это одна из наиболее острых экологических проблем, связанных с торфяными болотами в Российской Федерации (Основные направления ..., 2003), которая имеет место и в ряде соседних европейских стран (A Quick Scan ..., 2009).

Для предотвращения указанных неблагоприятных процессов и снижения пожарной опасности необходимо подтопление таких территорий и изменение водного режима торфяных почв для обеспечения последующего восстановления болотных экосистем. Учитывая масштаб проблемы, требуется организация мониторинга неиспользуемых торфоразработок, в том числе для выявления первоочередных объектов для обводнения. Однако в настоящее время отсутствует единая система учета таких площадей, которые входят в разные категории земель с различной системой контроля и управления. Неиспользуемые торфо-

разработки имеют значительные размеры, труднопроходимы и сложны для наземного картографирования. Их растительный покров отличается высокой мозаичностью и быстрыми демутационными сменами, в том числе — из-за чувствительности к погодным условиям отдельных лет и частого воздействия торфяных пожаров. Поэтому данные спутниковых наблюдений представляются наиболее перспективной и единственно практически возможной технической основой создания системы мониторинга неиспользуемых торфоразработок, обеспечивающей регулярную инвентаризацию их состояния, в том числе для планирования и последующего контроля мероприятий по их обводнению.

В настоящей работе представлены результаты исследования возможностей использования временных серий многоспектральных спутниковых изображений Landsat-TM/ETM+ для мониторинга пространственно-временных изменений заброшенных торфоразработок.

### ТЕСТОВЫЙ УЧАСТОК

Исследования проводились на примере объектов ФГУ Национальный парк “Мещера” (НП), на территории которого сосредоточен один из наиболее крупных в России комплексов нарушенных разработками торфяных болот с широким спектром различных воздействий, включающих добычу торфа, пожары и активные работы по искусственному обводнению. НП был создан в 1992 году в Гусь-Хрустальном р-не Владимирской обл. и примыкает к восточной границе Московской обл. На его территории площадью 118,7 тыс. га представлено большое разнообразие болотных экосистем Мещерской низменности, в том числе 62 крупных болотных массива.

Значительная часть болот парка общей площадью более 24 тыс. га была изменена под воздействием торфодобычи, мелиоративных работ и пожаров. За XX столетие было осушено и освоено 60% площади болот. При образовании парка в его границы были частично включены земли четырех бывших торфопредприятий, содержащих около 15 тыс. га выработанных торфяников. С начала промышленной разработки торфа в 1918 г. здесь применялись различные способы и методы добычи. На большинстве участков карьерной добычи первой половины прошлого столетия болотная растительность восстановилась, однако многие поля фрезерной добычи, заброшенные в начале 1990-х годов, представляют собой участки сухого, часто открытого торфа, периодически проходящие пожарами.

Болотная растительность парка относительно подробно детально изучена (Антипин и др., 2004), в том числе имеются цифровые карты части за-

брошенных торфоразработок, наличие которых позволило сформировать набор опорных данных для идентификации типов земного покрова при анализе спутниковых изображений. Начиная с 2005 г., на тестовом участке ведется наблюдение за изменением растительного покрова и показателей среды на системе постоянных пробных площадей, расположенных на трех наиболее репрезентативных болотных массивах. Выявлены основные тенденции и причины динамики растительного покрова нарушенных торфяников (Возбранная и др., 2008). Для проведения описанных в настоящей статье исследований на территории НП “Мещера” были выбраны девять болотных массивов общей площадью около 8 тыс. га.

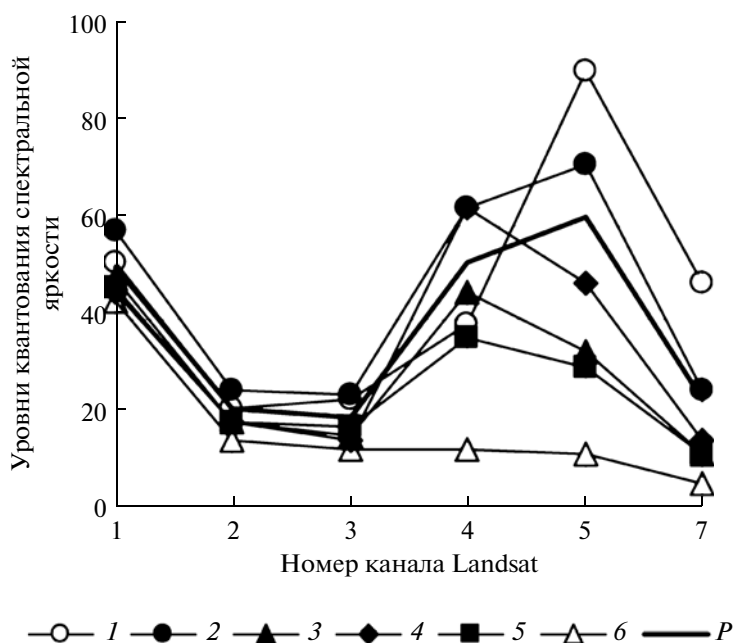
### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для проведения исследований использовалась временная последовательность трех спутниковых изображений территории тестового участка, имеющих пространственное разрешение 28,5 м. и полученных системами Landsat-TM и ETM+ в различные даты, а именно 29.05.92 (TM), 30.06.01 (ETM) и 10.08.07 (TM). Начало охваченного данными дистанционного зондирования (ДЗ) временного диапазона примерно соответствует времени полной остановки работ по добыче торфа на территории парка, за исключением одного болота (Тасин Борское), где ограниченные работы велись до 1998 г. Для анализа использовались изображения, полученные в шести спектральных диапазонах, а именно: TM1 (0,45–0,52 мкм), TM2 (0,53–0,61 мкм), TM3 (0,63–0,69 мкм), TM4 (0,75–0,90 мкм), TM5 (1,55–1,75 мкм) и TM7 (2,09–2,35 мкм).

Анализ и обработка спутниковых изображений включали в себя следующие основные этапы:

- оценка уровня разделимости по спутниковым изображениям различных типов земного покрова;
- подготовка на основе имеющихся опорных наземных данных и результатов визуального экспертного анализа обучающей выборки для контролируемой классификации спутниковых изображений;
- классификация типов земного покрова независимо по каждому разновременному спутниковому изображению;
- экспертная оценка достоверности полученных результатов;
- сравнение результатов классификации разновременных спутниковых изображений и оценка динамики земного покрова участков торфоразработок.

Предварительный анализ имеющихся многоспектральных спутниковых изображений позволил установить множество достаточно уверенно распознаваемых типов земного покрова тестово-



**Рис. 1.** Средние значения спектральной яркости в каналах Landsat-TM/ETM для набора распознаваемых классов и участка ошибочной классификации (*P*): 1 – открытый торф; 2 – кипрейные, вейниковые и березово-вейниковые сообщества; 3 – сообщества с преобладанием сосны; 4 – сообщества с преобладанием ивы и березы; 5 – гидрофильные сообщества с рогозом и камышом; 6 – вода.

го участка. Выбранные на спутниковом изображении 2007 г. и находящиеся на семи из девяти массивах 11 эталонных участков шести названных ниже различных типов земного покрова, представляющих собой по наземной информации примерно однородные площади, позволили сформировать репрезентативный набор опорных данных для проведения классификации с обучением. Для других спутниковых изображений опорные данные были получены на основе экспертного установления соответствия между типичными сигнатурами идентичных классов в пространстве значений спектральных яркостей в каналах ТМ3, ТМ4 и ТМ5.

Так, проведенный анализ информативности используемых спутниковых данных позволил установить возможность выделения с достаточным уровнем достоверности на исследуемой территории следующих шести типов земного покрова, преимущественно отражающих факт наличия, а также характер и состояние растительности:

1. *Открытый торф* – участки открытого (в том числе пройденного огнем) торфа с разреженным растительным покровом (встречаются отдельные экземпляры березы, пушицевые кочки, мелкие фрагменты покрова второго типа).

2. *Кипрейные, вейниковые и березово-вейниковые сообщества*, формирующиеся при зарастании открытого торфа: березово-вейниково-кипрейные, кипрейные, пушицево-вейниково-моховые зла-

ково-травяные, тростниково-травяные растительные ассоциации.

3. *Сообщества с преобладанием сосны* различной степени угнетенности, характерные для естественной восстановительной динамики участков неиспользуемых торфоразработок с карьерной и ручной добычей торфа.

4. *Сообщества с преобладанием ивы и березы* на зарастающих фрезерных полях: преимущественно березняки, реже ольшаники или осинники с примесью березы, распространены березово-вейниковые и кустарниково-вейниковые ассоциации.

5. *Гидрофильные сообщества с рогозом и камышом* на обводненных участках (встречается также частуха, пушица стройная или многоколосковая).

6. *Вода* – водоемы, образовавшиеся в результате естественного или искусственного подтопления участков торфяников.

Первые два типа характеризуются наиболее низкими уровнями болотных вод (УБВ), периодически сильно высыхающей поверхностью почвы и наиболее высокой степенью пожароопасности. Третий и четвертый типы земного покрова занимают промежуточное положение, а пятый характеризуется значениями УБВ, близкими к водной поверхности.

На рис. 1 представлены средние значения спектральной яркости распознаваемых типов земной поверхности, полученные на основе используемых многоспектральных спутниковых

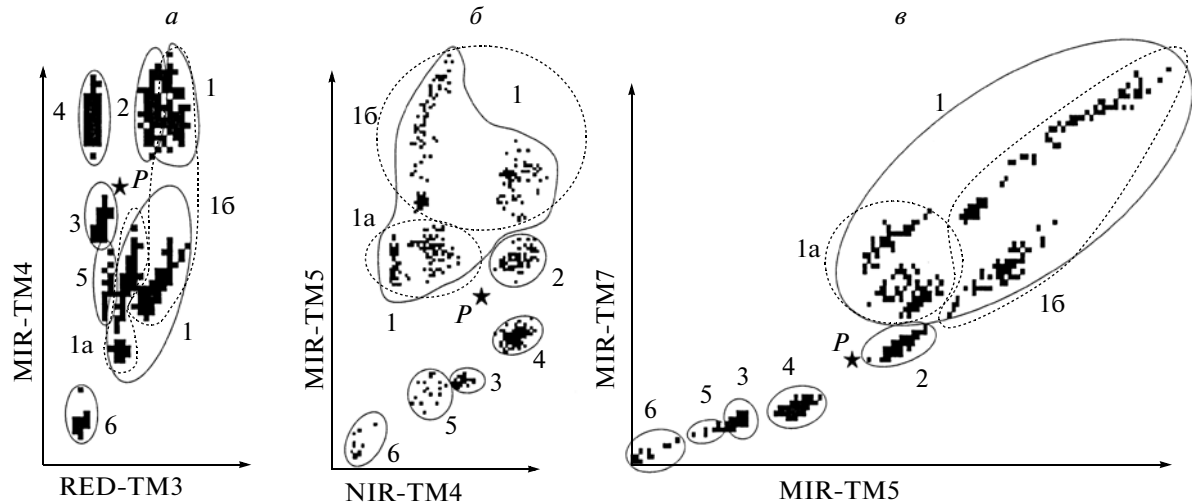


Рис. 2. Области различных классов в двумерном пространстве значений спектральной яркости для различных сочетаний каналов Landsat-TM/ETM (см. также пояснения к рис. 1): 1а – влажный торф; 1б – сухой торф. P – ошибочно классифицированный участок.

изображений и данных обучающей выборки. Рисунок 2 характеризует области, занимаемые различными распознаваемыми классами обучающей выборки в двумерных пространствах значений спектральной яркости, образуемых различными сочетаниями наиболее информативных для решения данной задачи каналов прибора Landsat-TM/ETM, а именно ТМ3, ТМ4, ТМ5 и ТМ7.

Исследования возможностей классификации с обучением проводились с использованием трех различных методов: минимального расстояния, максимального правдоподобия и расстояния Махаланобиса. В качестве наиболее приемлемого был выбран метод минимального расстояния исходя из полных матриц ошибок и вычисленных точностей классификаций, представленных в таблице (Лабутина, 2004). Определение данных характеристик проводилось по одному для всех методов набору случайно выбранных точек, распределенных по всем исследуемым участкам изображения 2007 г. Примеры результатов классификации по разновременным спутниковым изображениям различных типов земного покрова на некоторых участках торфяных разработок представлены на рис. 3.

Кроме того, была проведена экспертная оценка достоверности полученных результатов применительно к данным, полученным с использованием спутникового изображения 2007 г. для 60 различных участков массива Тасин-Борского, в наибольшей степени обеспеченного материалами наземного обследования, исключая ранее выбранные площади для обучения классификатора. При этом был выявлен лишь один ошибочно классифицированный участок (P), а суммарная ошибка классификации не превысила 2%.

Указанный участок был отнесен при распознавании ко второму классу, тогда как по данным наземного обследования на данном участке произрастали преимущественно низкорослые деревья (класс 4), перемежающиеся с участками травянистой растительности (класс 2).

Результаты исследования возможностей классификации участков открытого торфа по относительному уровню его влажности (влажный и сухой) представлены на рис. 2. При этом очевидно, что классы сухого и влажного торфа группируются в обособленные кластеры с относительно небольшой переходной областью. Для проведения исследований обучающая выборка для класса открытого торфа была разделена на два подкласса на основе их спектральных различий в каналах ТМ5 и ТМ7. Рисунок 4 иллюстрирует значения спектрального отражения средних значений и дисперсии обучающей выборки изображения 2007 г. для двух классов торфа различной влажности. Распознавание двух указанных типов открытого торфа выполнялось также на основе классификации с обучением, фрагмент результатов которой представлен на рис. 5. В таблице представлены матрицы ошибок и точность классификации в том числе и для этих двух классов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные по результатам проведенной классификации данные характеризуют изменение земного покрова девяти неиспользуемых торфяников на территории тестового участка, общая динамика которых представлена на рис. 6а. Результаты, полученные для трех из девяти указан-

Полные матрицы ошибок и точность результатов классификации по разным методам оценки. Класс 1 – торф (1а – влажный, 1б – сухой), классы 2–6 – см. пояснения к рис. 1

<i>Метод “максимальное правдоподобие”</i>									
Классы	Реальные								
Расчетные	1а	1б	2	3	4	5	6	Σ	Точность, %
1а	14	0	1	0	0	0	0	15	93.3
1б	0	6	22	То же	2	То же	То же	30	20.0
2	То же	0	9	«	1	«	«	10	90.0
3	«	То же	0	5	0	1	«	6	83.3
4	«	«	То же	0	5	0	«	5	100.0
5	«	«	«	1	0	1	«	2	50.0
6	«	«	«	0	То же	0	1	1	100.0
Σ	14	6	32	6	8	2	То же	69	
Точность, %	100.0	100.0	28.1	83.3	62.5	50.0	100.0		<b>59.42*</b>
<i>Метод “расстояние Махаланобиса”</i>									
1а	13	0	1	0	0	0	0	14	92.9
1б	1	6	23	То же	1	То же	То же	31	19.4
2	0	0	9	«	То же	«	«	10	90.0
3	То же	То же	0	5	0	1	«	6	83.3
4	«	«	То же	0	5	0	«	5	100.0
5	«	«	«	1	0	1	«	2	50.0
6	«	«	«	0	То же	0	1	1	100.0
Σ	14	6	33	6	7	2	То же	69	
Точность, %	92.9	100.0	27.3	83.3	71.4	50.0	100.0		<b>57.97*</b>
<i>Метод “минимальное расстояние”</i>									
1а	14	0	0	0	0	0	0	14	100.0
1б	0	4	То же	То же	То же	То же	То же	4	То же
2	То же	0	34	«	«	«	«	34	«
3	«	То же	0	5	«	«	«	5	«
4	«	«	То же	1	9	«	«	10	90.0
5	«	«	«	0	0	1	«	1	100.0
6	«	«	«	То же	То же	0	1	То же	То же
Σ	14	4	34	6	9	1	То же	69	
Точность, %	100.0	100.0	100.0	83.3	100.0	100.0	100.0		<b>98.55*</b>

\* – общая точность классификации.

ных выше участков, представлены в качестве примера на рис 6.

Анализ полученных результатов, в частности, свидетельствует о наличии процессов зарастания

открытых участков торфа древесно-кустарничковой и травяной растительностью в период 1992–2001 гг. Однако период 2001–2007 гг. характеризуется увеличением площади травяных сообществ и участков открытого торфа на фоне сокращения

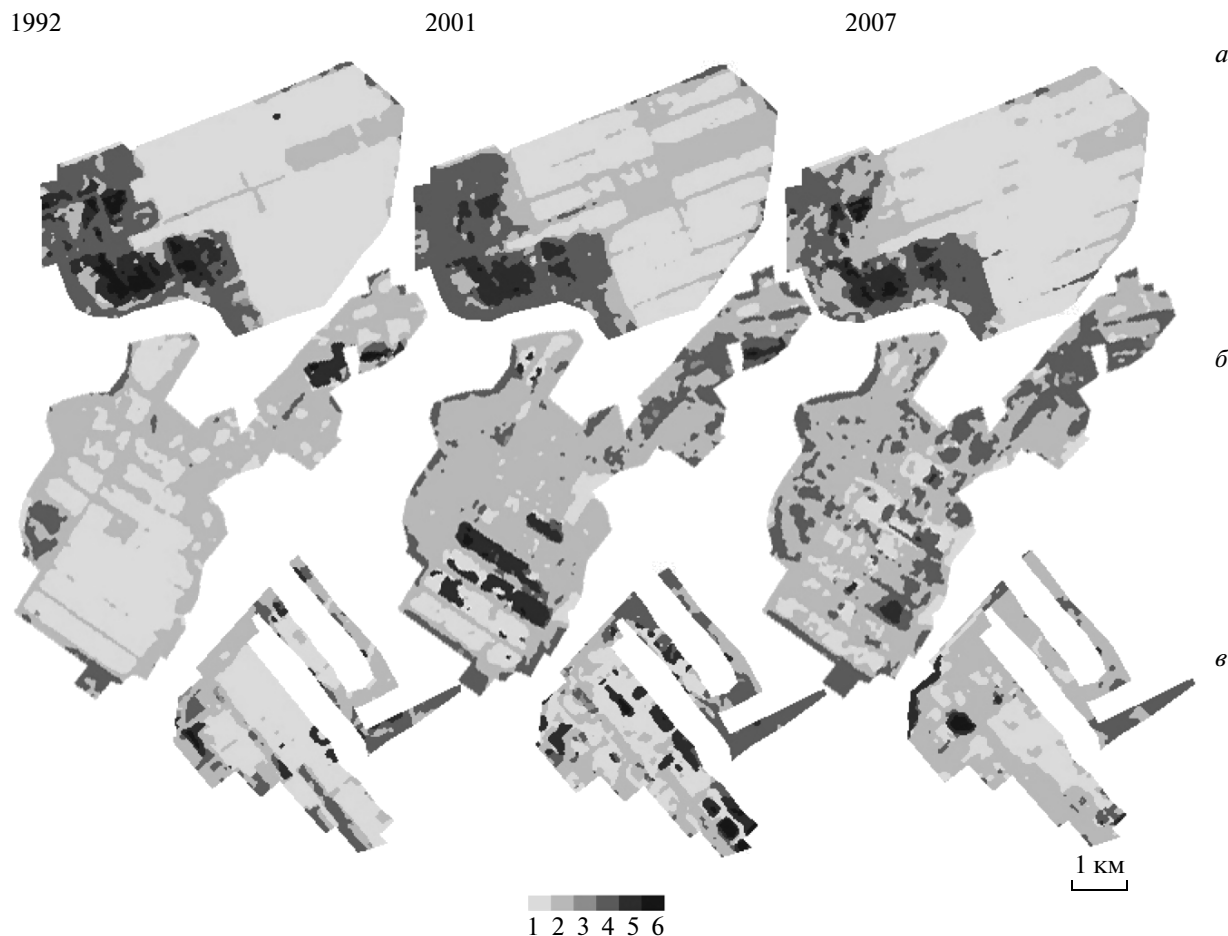


Рис. 3. Пример классификации по разновременным спутниковым изображениям участков торфоразработок на болотных массивах: *а* – Островское, *б* – Мезиновское, *в* – Тасин-Борское.

площадей насаждений лиственных пород, что может быть результатом сухого и жаркого лета 2007 г., приведшего к масштабным торфяным пожарам. В то же время указанная динамика имеет свои особенности при рассмотрении отдельных торфяных массивов. Так, для Тасин-Борского болота наблюдаются поступательное уменьшение площади открытого торфа и увеличение доли площадей с травяной растительностью и насаждениями лиственных пород. Здесь влияние пожаров оказалось слабее. Для двух других представленных на рис. 6 массивов заметно увеличение площади открытого торфа при одновременном уменьшении покрытой растительностью территории. Особо отчетливо воздействие пожаров проявляется на примере Островского болота (рис. 3, 5 и 6). Одновременно результаты анализа данных для Мезиновского массива показали наличие сукцессионной смены травяных сообществ, имевших место в 2001 г., насаждениями с преобладанием ивы и березы в 2007 г.

К сожалению, полученные результаты выявили отрицательную динамику площадей гидрофильных

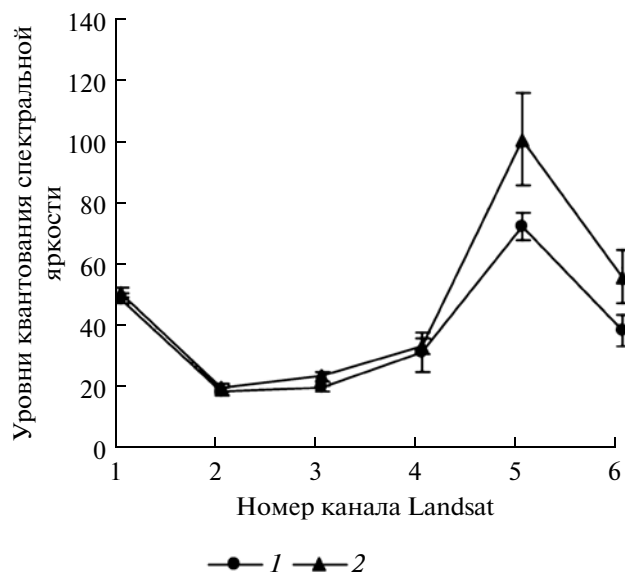


Рис. 4. Средние значения и дисперсия спектральной яркости в каналах Landsat-TM/ETM для различных по уровню влажности классов открытого торфа: 1 – влажный, 2 – сухой.

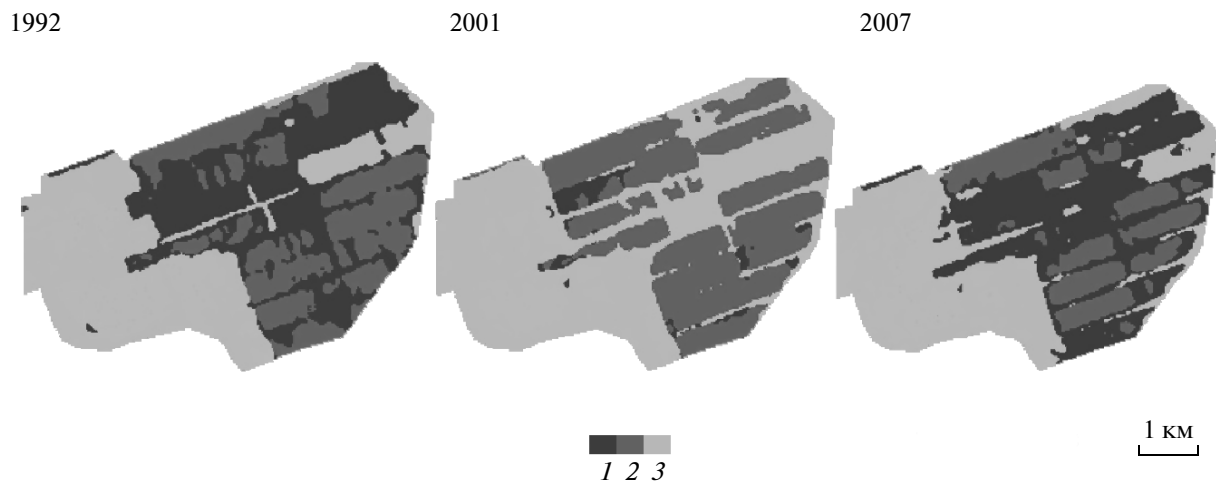


Рис. 5. Пример классификации участков с разделением состояний открытого торфа: 1 – влажный торф; 2 – сухой торф; 3 – другие классы земного покрова.

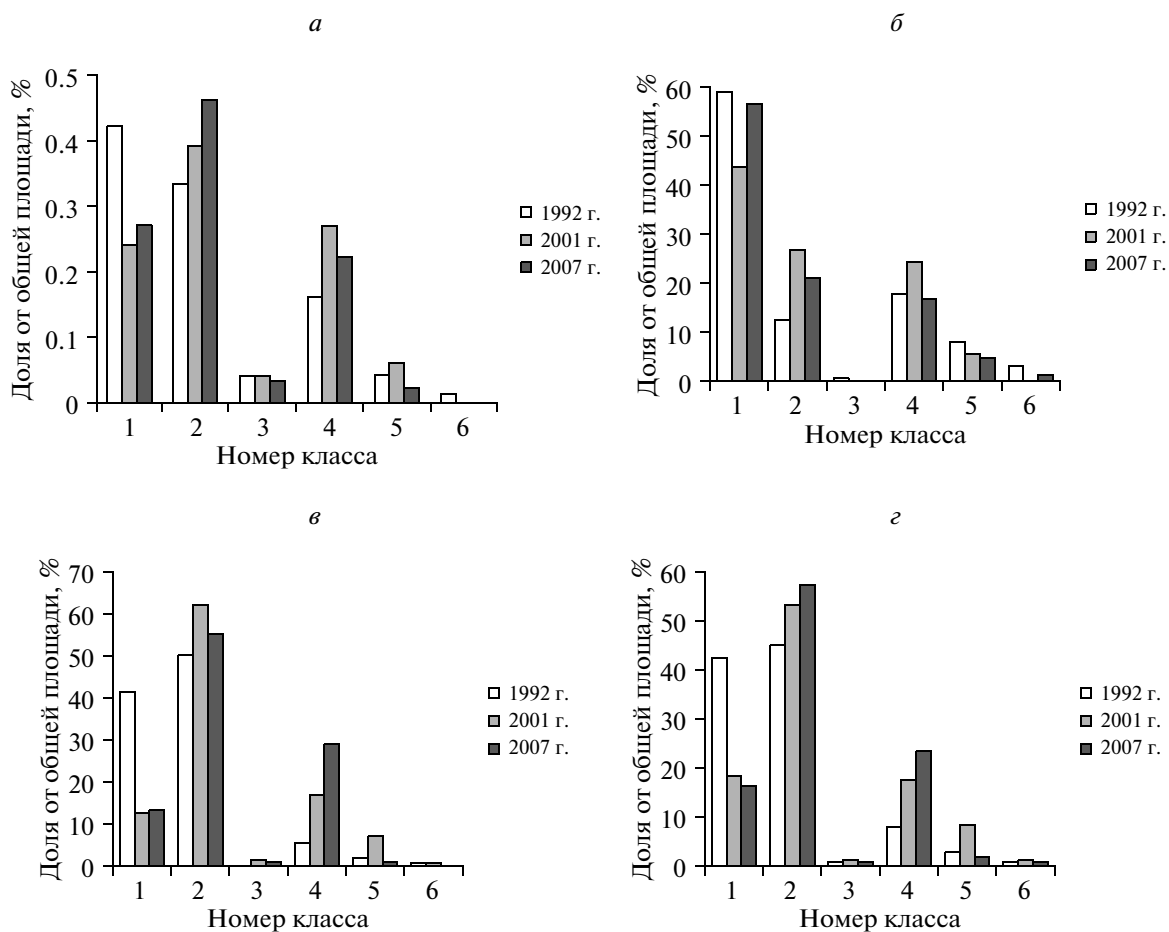


Рис. 6. Изменение структуры земного покрова по данным ДЗЗ за 1992, 2001 и 2007 гг. на территории массивов торфо-разработок: а – весь тестовый участок, б – Островский массив, в – Мезиновский массив, г – Тасин-Борский массив.

сообществ и водных поверхностей (рис. 3 и 6). В 2000–2001 гг. в южных частях Тасин–Борского и Межиновского болот был возведен ряд перемычек и дамб для искусственного подтопления нарушенных торфяников. Это способствовало увеличению площади гидрофильных сообществ и открытой воды, что было зафиксировано наземными обследованиями. Однако пожары 2002 и 2006 гг. уничтожили значительную часть дамб и к 2007 г. доля гидрофильных сообществ и водных участков уменьшилась, что было отчетливо выявлено по спутниковым данным.

Результаты обработки спутниковых изображений позволили оценить динамику зарастания растительностью участков открытого торфа. Для каждой разновременной пары спутниковых изображений была проведена оценка доли открытых участков торфа, трансформировавшихся в покрытые растительностью площади для всех исследуемых массивов. Так, за период 1992–2001 гг. на 46% ранее открытых участков появилась растительность, а за промежуток 2001–2007 гг. – на 26%. В то же время площади с открытым торфом могли образоваться в результате пожаров растительности или других неблагоприятных факторов. Так было установлено, что 8% участков открытого торфа 2001 г. были покрыты растительностью в 1992 г. и их образование могло быть связано с пожарами 1998 и 2000 гг. Еще более серьезные последствия имели пожары 2007 г. Полученные данные показали, что 33% участков открытого торфа 2007 г. в 2001 г. были покрыты различной растительностью.

Было проведено сравнение состояния увлажнения открытого торфа за имеющиеся периоды наблюдений. Полученные оценки соотношения сухой/влажный торф имели по годам следующие значения, %: 1992 г. – 43/56; 2001 г. – 54/45; 2007 г. – 26/74. Полученные результаты могут иметь ряд объяснений, в том числе и связанных с проведением работ по затоплению и подтоплению нарушенных торфяников для восстановления болот. Эти мероприятия проводятся в НП с 2000 г., продолжались в 2003, 2006 и 2007 гг., в результате чего площадь подтопленных территорий составила около 1 тыс. га, т.е. 12% от площади исследуемой территории.

## ВЫВОДЫ

Результаты исследования возможностей использования многоспектральных спутниковых изображений (на примере Landsat-TM/ETM+) показали, что современные системы ДЗ, обеспечивающие наблюдения земной поверхности с пространственным разрешением 20–30 м, открывают потенциальную возможность регулярного мониторинга выработанных торфяников на уровне как отдельных болотных массивов, так и более

крупных территорий. При этом имеющиеся возможности распознавания по спутниковым изображениям типов земного покрова и оценки уровня влажности открытого торфа обеспечивают получение информации, достаточной для определения уровня потенциальной пожароопасности участков неиспользуемых торфяных разработок, выявления требующих первоочередного обводнения территорий и контроля результатов выполнения необходимых мероприятий.

В основу спутникового мониторинга неиспользуемых торфяных разработок могут быть положены возможности распознавания участков открытого торфа и разных типов растительности по их спектральным характеристикам, измеряемым с помощью приборов ДЗ. Было определено, что наибольшие отличия разных типов покрова достигаются в каналах TM4, TM5 и TM7 спутниковых приборов Landsat-TM/ETM, а по степени влажности участки открытого торфа наиболее эффективно разделяются в каналах TM5 и TM7.

Были продемонстрированы возможности классификации типов земного покрова по спутниковым изображениям с привлечением данных выборочного наземного обследования, а также оценки многолетней динамики восстановления растительности на выработанных торфяниках. Анализируемые спутниковые изображения позволяют осуществить классификацию типов покрова, тематической детальности которой вполне достаточно для решения задачи мониторинга участков неиспользуемых торфяных разработок. Высокая пространственно-временная вариабельность земного покрова заброшенных торфяников, выявленная в рамках данной работы, может служить наглядным обоснованием необходимости разработки и использования дистанционных методов их мониторинга.

Работа была выполнена при финансовой поддержке проекта INTAS Thematic Call with ESA Project 06-100025-9182 “Remote Sensing Methods for Environmental Assessment of Eurasian Peatlands and Associated Ecosystems under Climate Change (PACINE)”.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Антипин В.К., Бойчук М.А., Грабовик С.И., Стойкина Н.В., Возбранная А.Е.* Растительный покров естественных и освоенных болот национального парка “Мещера”, Владимирской обл. // Антропогенная трансформация таежных экосистем Европы: экологические, ресурсные и хозяйственные аспекты. Петрозаводск, 2004. С. 166–169.

*Возбранная А.Е., Антипин В.К., Сирин А.А.* Мониторинг растительного покрова и экологических условий нарушенных торфяников ГНП “Мещера” Владимирской области / Мониторинг и оценка состояния раститель-



ного мира // Междунар. Науч. конф. Минск. Нарач. 22–26 сентября 2008. С. 244–246.

Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков: Учебное пособие для студентов вузов. Аспект Пресс, 2004. 184 с.

Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006 г., Подготовлено Программой МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов / Под ред. Игглестон Х.С., Буэндиа Л., Мива К., Нгара Т. и Танабе К. Хаяма. Япония: ИГЕС, 2006.

Основные направления действий по сохранению и рациональному использованию торфяных болот России.

Министерство природных ресурсов Российской Федерации. М.: Российская программа Международного бюро по сохранению водно-болотных угодий. 2003. 24 с.

Минаева Т.Ю., Сирин А.А. Торфяные пожары – причины и пути предотвращения // Наука и промышленность России. 2002. № 9. 2002. С. 3–8.

Торфяные болота России: к анализу отраслевой информации / Под ред. А.А. Сирина, Т.Ю. Минаевой. М.: Геос, 2001. 190 с.

A Quick Scan of Peatlands in Central and Eastern Europe / Eds. T. Minayeva, A. Sirin, O. Bragg Wageningen. The Netherlands: Wetlands International, 2009. 132 p.

## Multispectral Remote Sensing for Assessing Changes on Abandoned Peat Extraction Lands

M. A. Medvedeva<sup>1</sup>, A. E. Vozbranaya<sup>2,3</sup>, S. A. Bartalev<sup>1</sup>, A. A. Sirin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Space Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

<sup>2</sup> Institute of Forest Science, Russian Academy of Sciences, Uspenskoye, Moscow District

<sup>3</sup> Meschera State National Park, Ministry of Natural Resources of the Russian Federation, Gus-Khrustalny, Vladimir District

The approach based on multispectral satellite data to assess the condition and dynamics of abandoned peat extraction lands is presented. On example of peatlands of the National park “Meshera” (Vladimir region) and using Landsat-TM and ETM+ satellite images for the period of 1992–2007 the possibility to monitor vegetative cover of the abandoned peat extraction lands and relative changes of humidity of bare peat surfaces is shown. Proposed and verified approach can be applied for analysis of abandoned peat extraction lands condition for their inventory, monitoring of land cover changes and identifying priority sites for re-wetting and mire restoration.

**Keywords:** multi-spectral images, peatlands, abandoned peat extraction lands, vegetation cover