

# ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ СФЕРЫ ПО ДАННЫМ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

*Т.В.Кондранин\*, В.В.Козодеров\*\*, А.Г.Топчиев\*\*, В.В.Борзяк\*\*,  
Е.В.Дмитриев\*\*\*, В.Д.Егоров\*\*\*, О.Ю.Казанцев\*\*\*\*,  
В.И.Бобылев\*\*\*\**

*\*Московский физико-технический институт (государственный  
университет)*

*\*\*Московский государственный университет им.  
М.В.Ломоносова*

*\*\*\*Институт вычислительной математики Российской  
академии наук,  
\*\*\*\*НПО «Лептон»*

## **Исходные положения**

**Совместным коллективом проводятся исследования и технологические разработки по следующим проектам:**

- проект РФФИ №05-07-90176 «Технология информационной поддержки решения задач оценки и прогнозирования состояния лесной растительности с использованием данных космического дистанционного зондирования»;**
- проект 4809 «Исследование и разработка методов повышения информативности количественной оценки состояния природно-техногенной сферы по совмещенным данным локального и космического мониторинга», выполняемого в рамках аналитической ведомственной целевой программы Федерального агентства по образованию «Развитие научного потенциала высшей школы (2006-2008 годы)»;**
- по договору НИР между Государственным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт» (государственный университет) и Научно-технологическим парком Тверского государственного университета как составная часть работы, предусмотренной Договором №0714-104/425-2007 от 01.03.2007 между Федеральным государственным унитарным предприятием «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» и МФТИ.**

# **Основные полученные результаты**

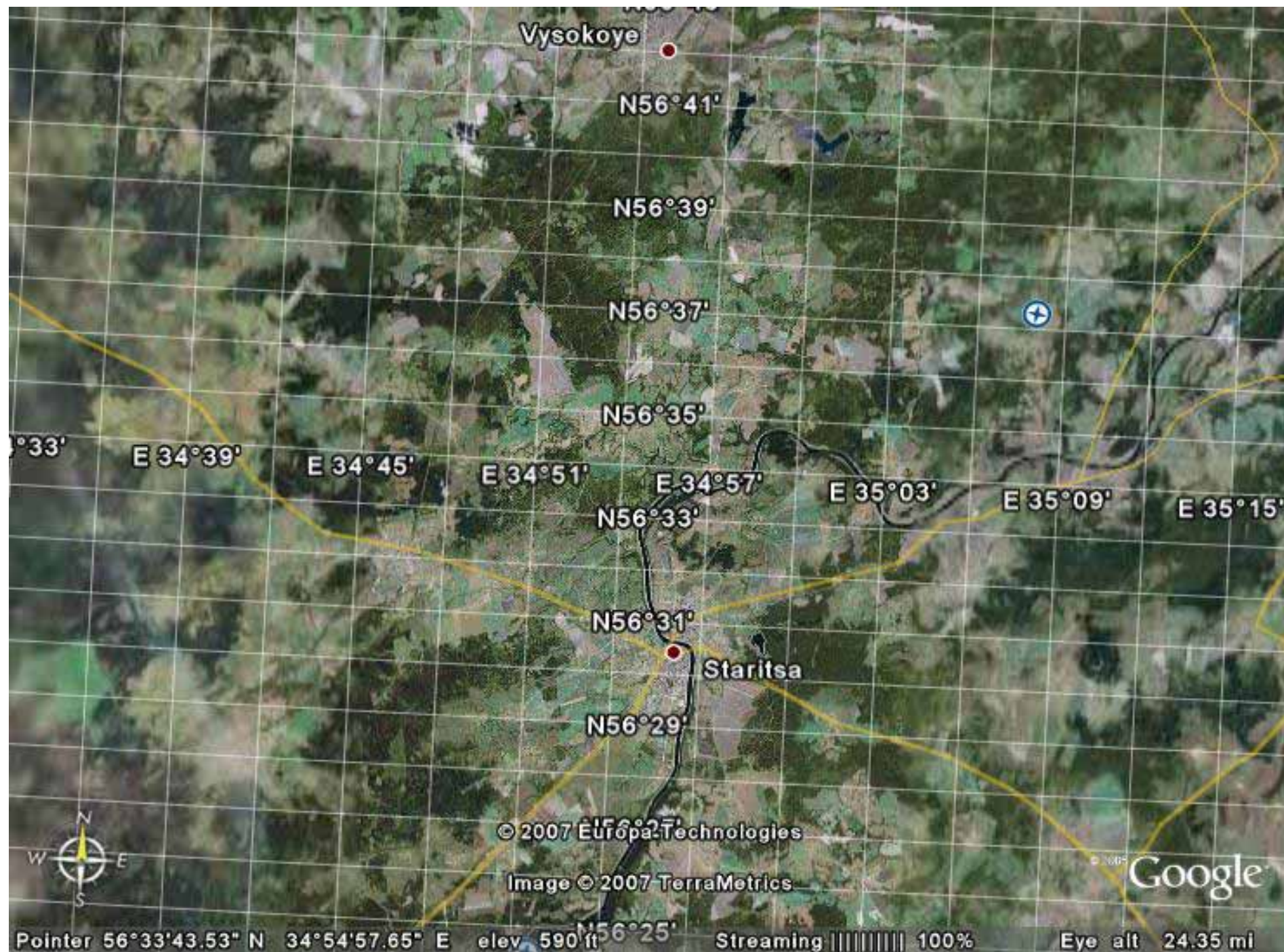
- **На основе обработки абсолютно калиброванных данных аппаратуры MODIS спутника Terra и аппаратуры ETM+ спутника Landsat-7 для территории Тверской области и окружающих ее территорий других областей показаны новые возможности классификации объектов природно-техногенной сферы и определения объема зеленой фитомассы растительности (лесной, болотной, луговой и др.), породного состава лесных экосистем (лиственные, хвойные, смешанные), типов подстилающей поверхности (сухие и увлажненные районы) для каждого элемента обрабатываемых изображений**
- **Показано, что используемых 6-7 канальных измерений указанных двух типов спутниковой аппаратуры недостаточно для получения высокой точности распознавания наблюдаемых объектов. Требуется более высокое спектральное разрешение аппаратуры дистанционного аэрокосмического зондирования.**
- **Разрабатываемая в НПО «Лептон» аппаратура гиперспектральных измерений (число каналов достигает сотни и более в видимой и ближней инфракрасной области спектра) способствует валидации получаемой информационной продукции обработки многоспектральных спутниковых изображений и имеет самостоятельную ценность как новое средство решения задач оценки состояния объектов природно-техногенной сферы**

- Два выбранных района проведения испытаний разрабатываемой технологии обработки данных ЕТМ+ и валидационных измерений на основе испытаний нового гиперспектрометра с помощью малой авиации (на мотodelьтаплане и самолете Як-12) в Старицком районе (р. Волга) и Тверском районе (Савватиевское лесничество, р. Орша, впадающая в р. Волга)



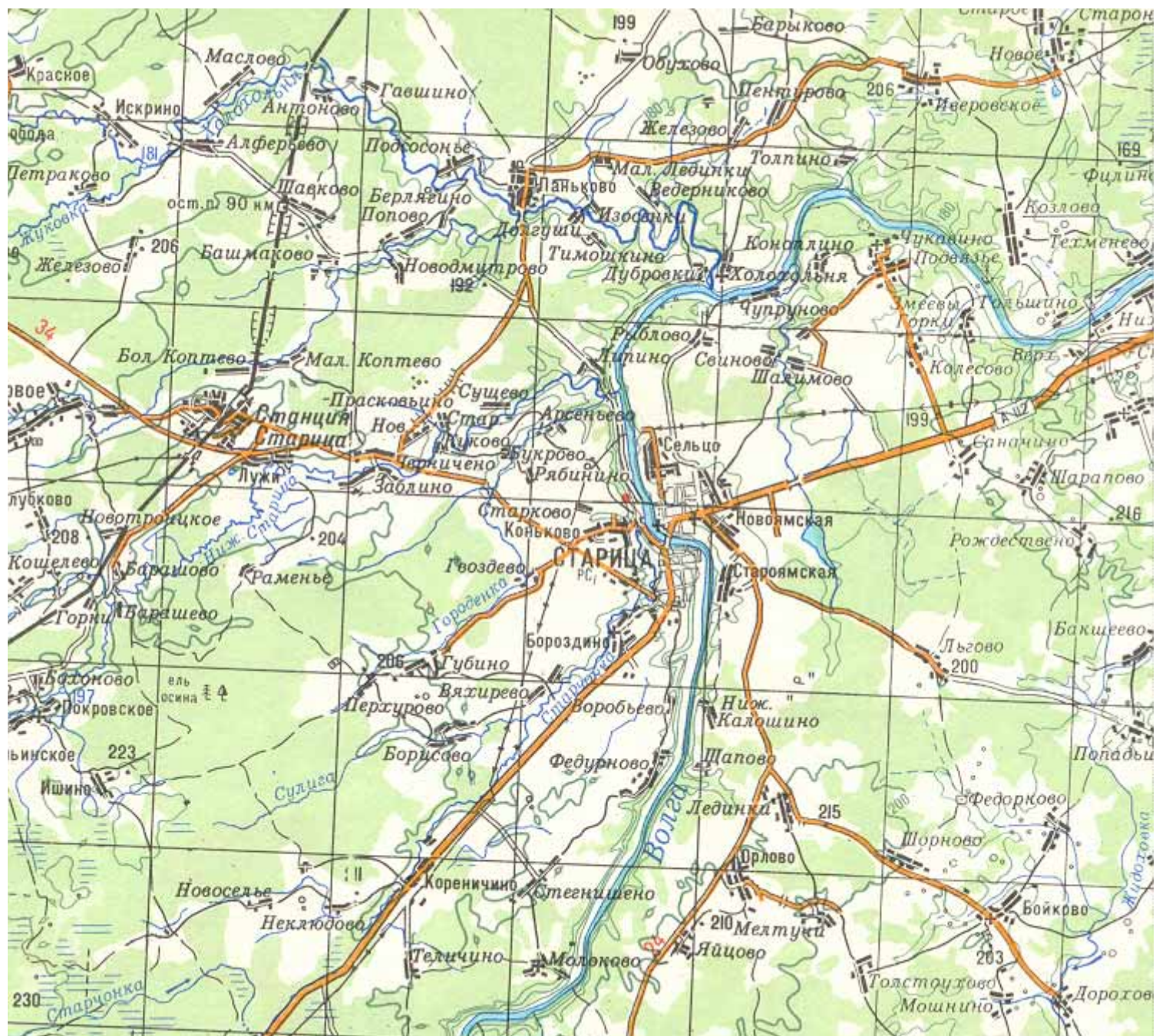


# Поисковая система Google: Старицкий район, р. Волга



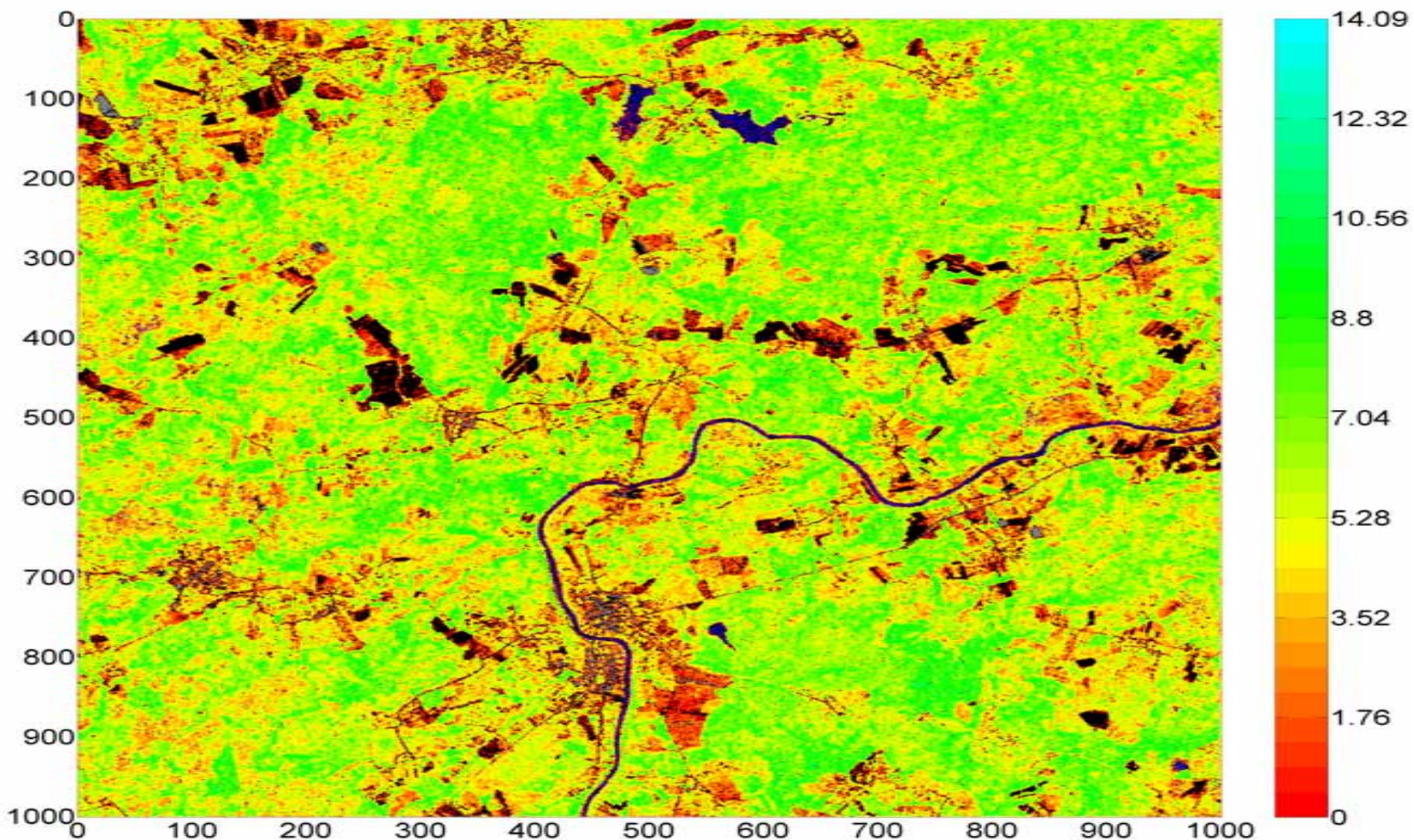


# Старицкий район, р. Волга: с топокарты



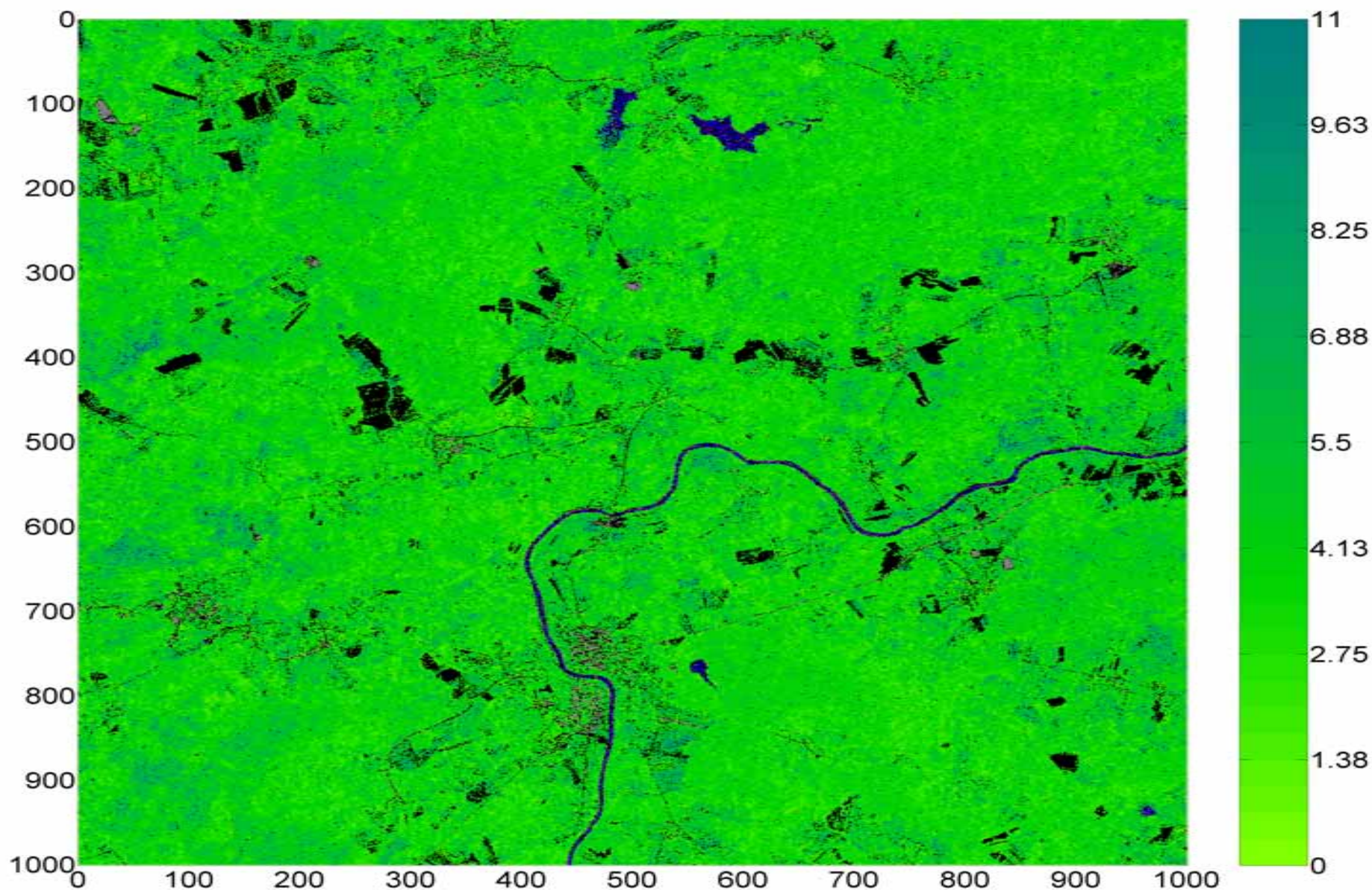


**Результаты обработки данных аппаратуры ЕТМ+ (дата съемки - 21 июля 2001 г.) для каждого из 1000 x 1000 элементов разрешения. Синий цвет – водоемы; серый цвет – почвогрунты (асфальто-бетонные покрытия дорог, городских территорий); черный цвет – переходные объекты между почвогрунтами и растительностью (торфопереработка и др.). Цветовая шкала справа - объем зеленой фитомассы растительности (лесной, болотной, луговой и др.)**



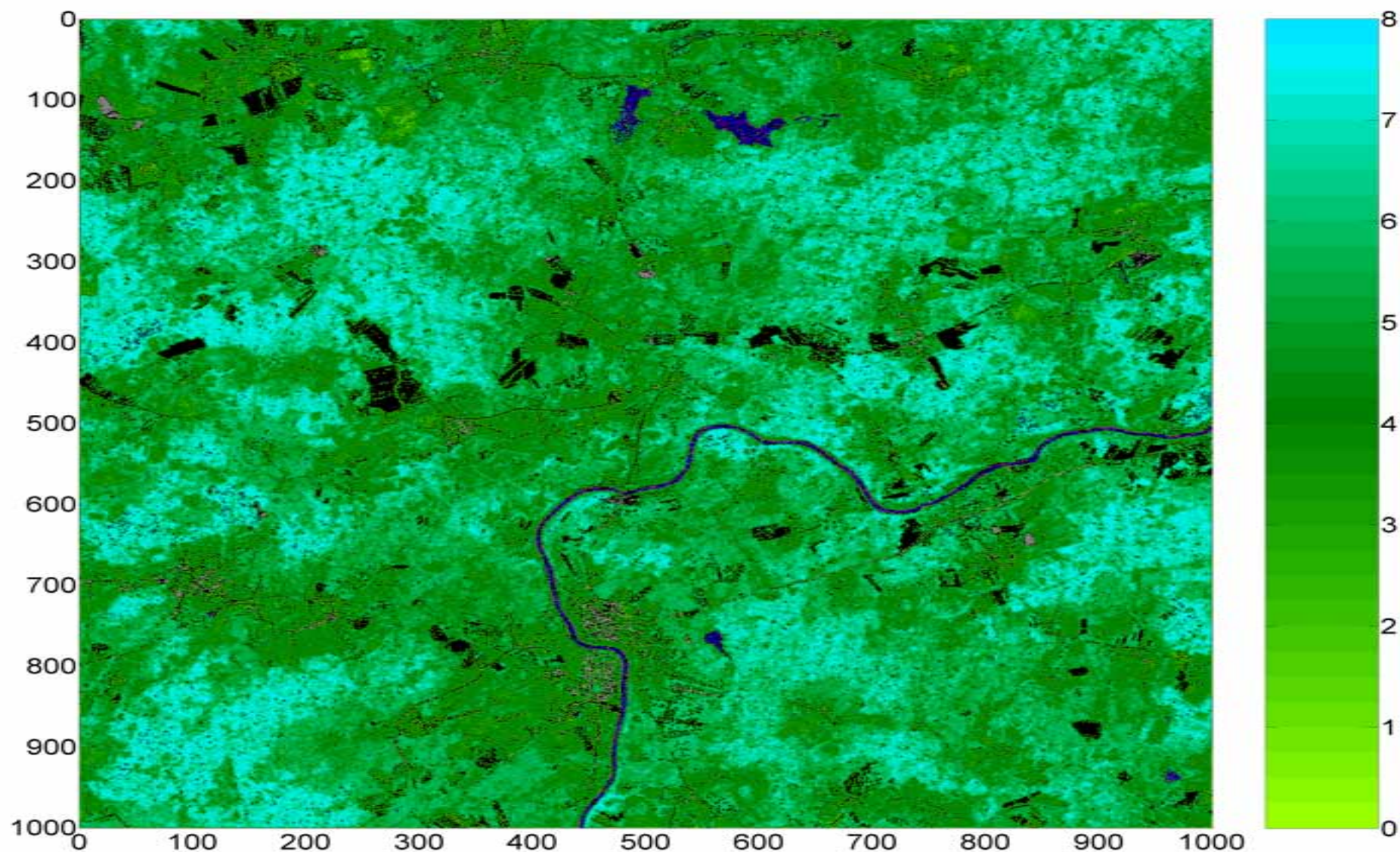


**Аппаратура ЕТМ+; дата съемки: 21 июля 2001 г. Породный состав лесной растительности (1 – преобладание лиственных пород; 11 – преобладание хвойных пород; 2-10 – смешанный лес)**





**Аппаратура ЕТМ+; дата съемки: 21 июля 2001 г. Типы  
межкроновой растительности (1 – преобладание сухих почв; 8 –  
преобладание болот; 2-7 – промежуточные типы травянисто-  
кустарниковой растительности)**



# **Информационные и технические характеристики гиперспектрометра видимого и ближнего ИК диапазонов**

- рабочая спектральная полоса: 395-929 нм;**
- число потенциальных спектральных каналов - 290;**
- спектральное разрешение: 0.34 - 13 нм;**
- угловое разрешение: 5.35 угл.мин. по вектору скорости;  
3.74 угл.мин. в ортогональном вектору скорости  
направлении.**
- радиометрическое разрешение: не хуже 0.4 %;**
- рабочая угловая полоса захвата -18 град;**
- рабочие углы Солнца: 30° - 90° град;**
- вес: 4.6 кг;**
- максимальное энергопотребление: 7 Вт;**
- разрядность выходного сигнала каждого канала в  
цифровом коде: 12 бит на выборку.**





**Самолётный вариант гиперспектрометра**



**Съемочный комплект**





**Фотография  
промежуточного  
монтажа  
видеоспектрометра на  
мотодельтаплане**

# **Фотография полета мотодельтаплана с блоком видеоспектрометра**





**Аэрофотосъемка треков облета оз. Шестка около г. Старица с  
мотодельтаплана от 18 сентября 2007 г.**





# Фотография самолета ЯК-12 с закрепленным блоком перед вылетом



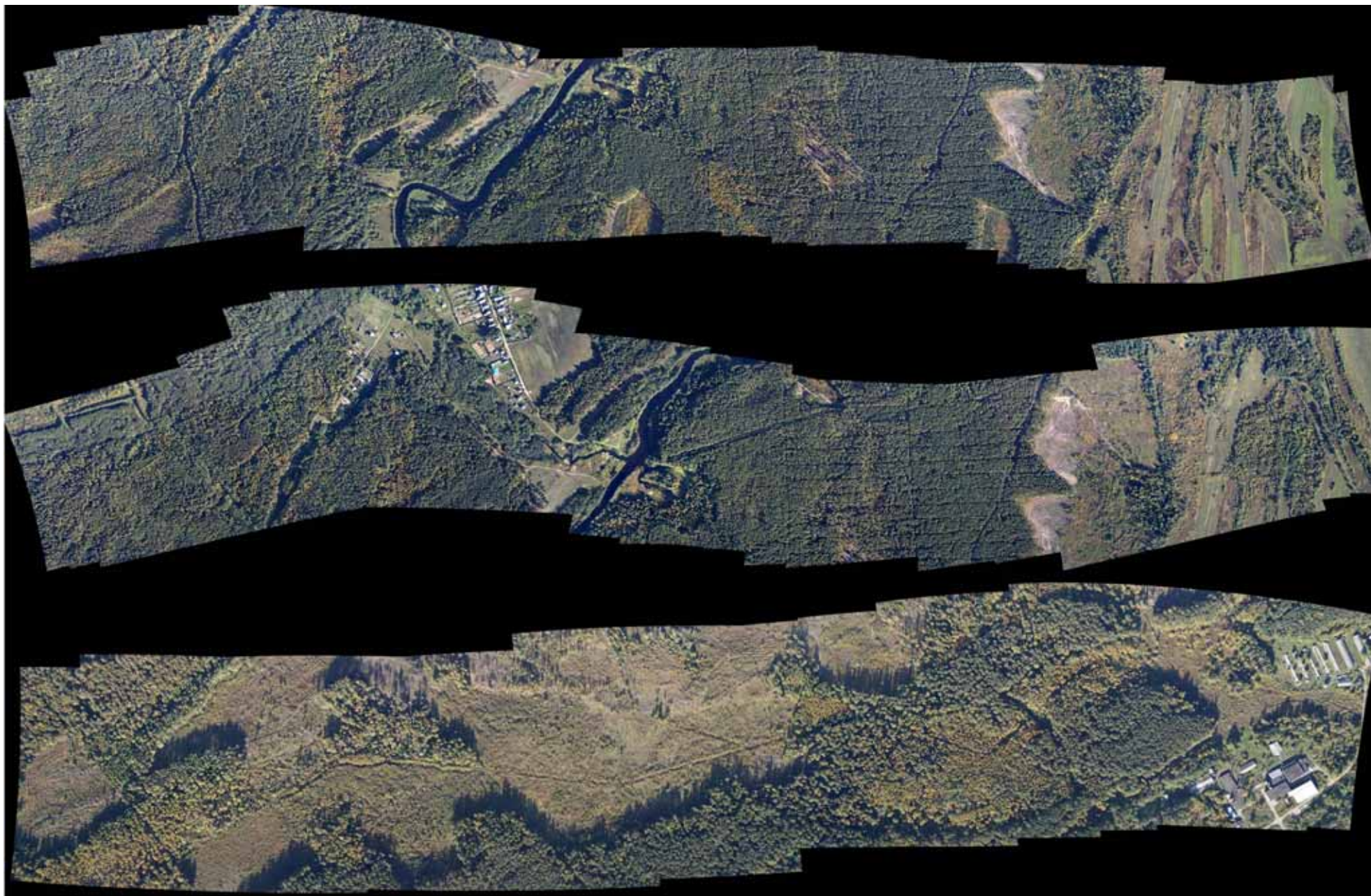




**Фотография блока  
смонтированного на  
самолете ЯК-12 в  
полете**



**Аэрофотосъемка треков облета около г. Тверь с ЯК-12 от  
22-29 сентября 2007 г.**



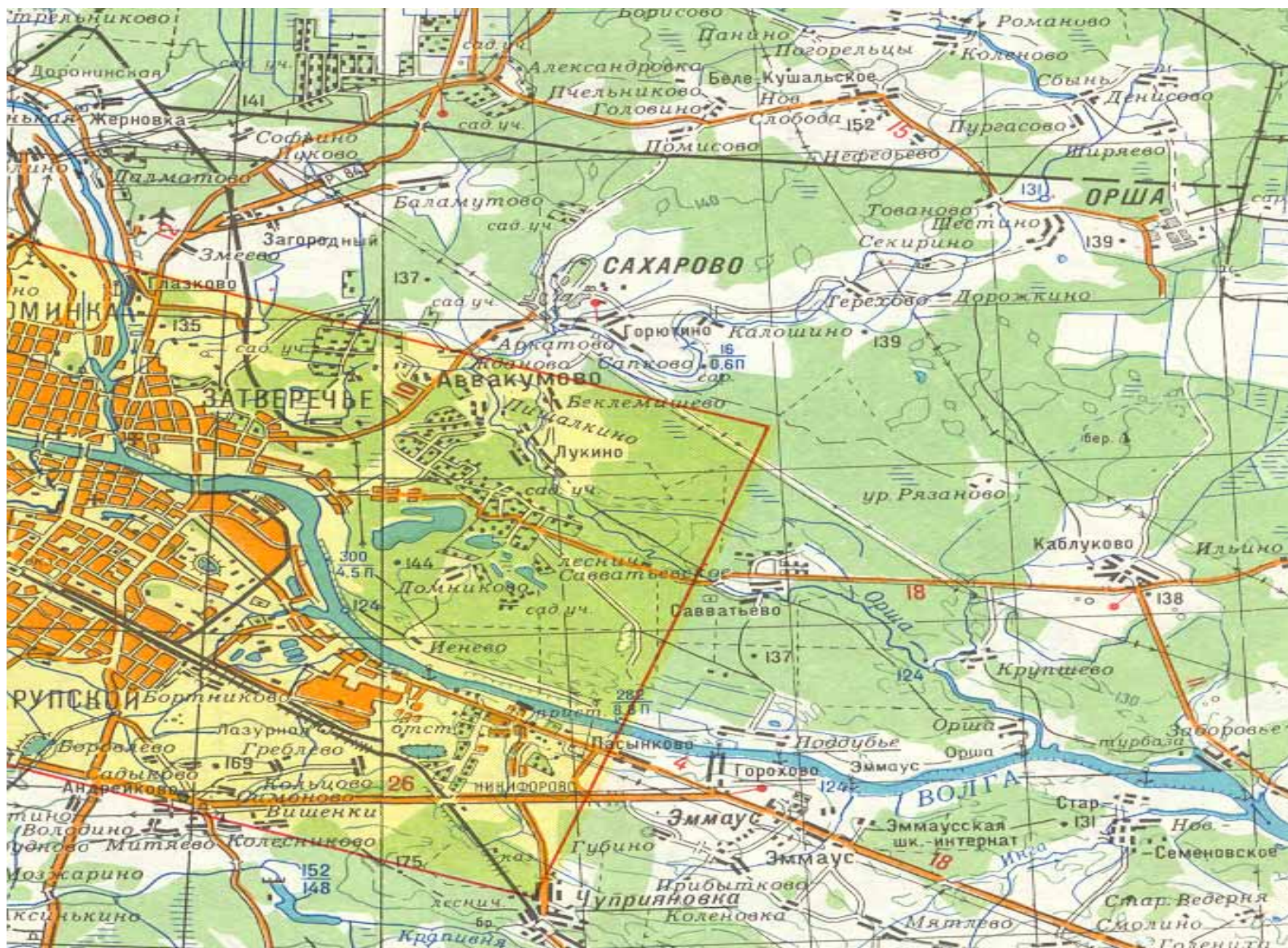


# Поисковая система Google: Тверской район, р. Волга



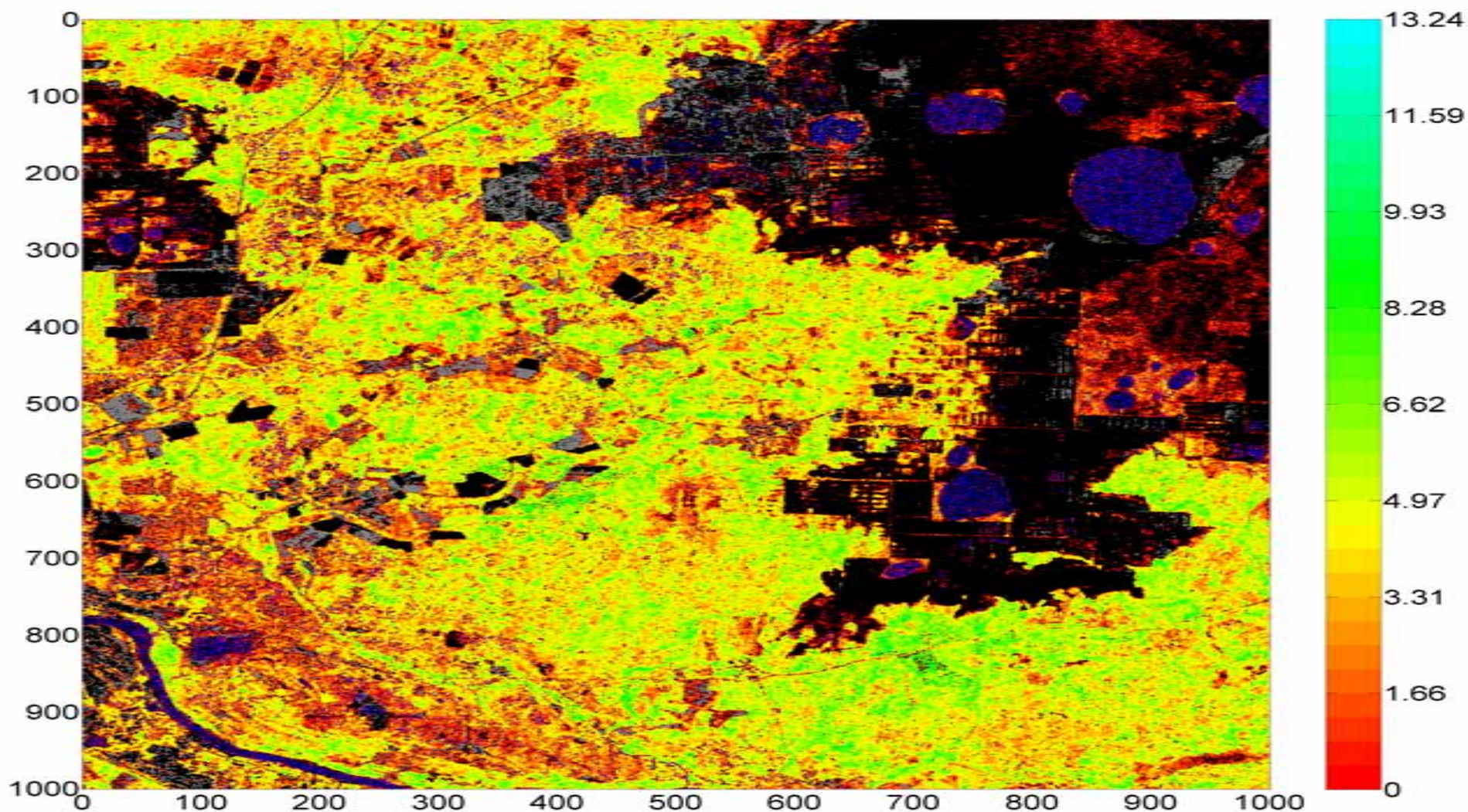


**Выбранный район Тверской области с топокарты (Затверечье:  
к востоку от г. Тверь, р. Орша, Савватиевское лесничество)**



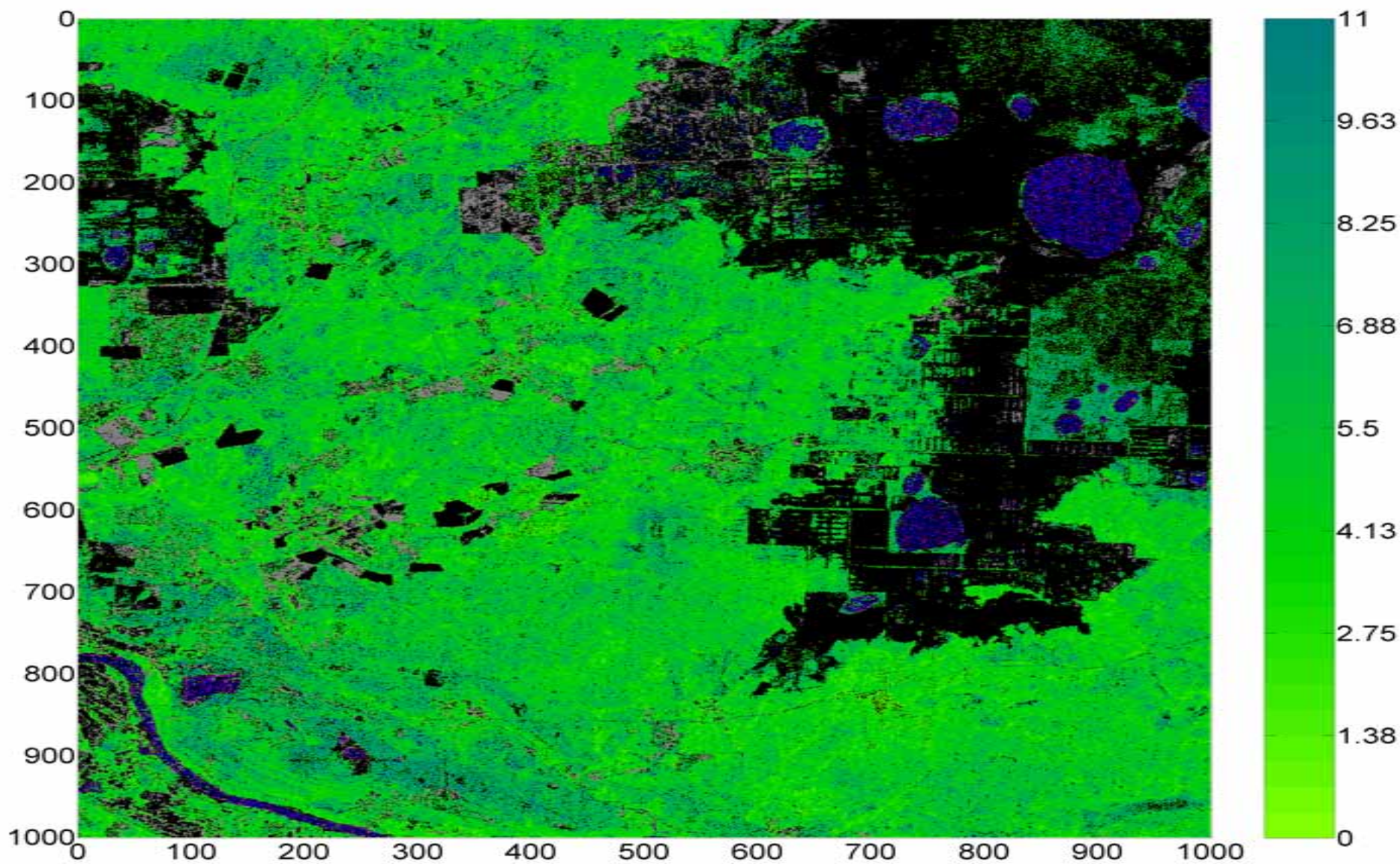


**Результаты обработки данных аппаратуры ЕТМ+ (дата съемки - 2 сентября 1999 г.) для каждого из 1000 x 1000 элементов разрешения. Синий цвет – водоемы; серый цвет – почвогрунты (асфальто-бетонные покрытия дорог, городских территорий); черный цвет – переходные объекты между почвогрунтами и растительностью (торфопереработка и др.). Цветовая шкала справа - объем зеленой фитомассы растительности (лесной, болотной, луговой и др.)**



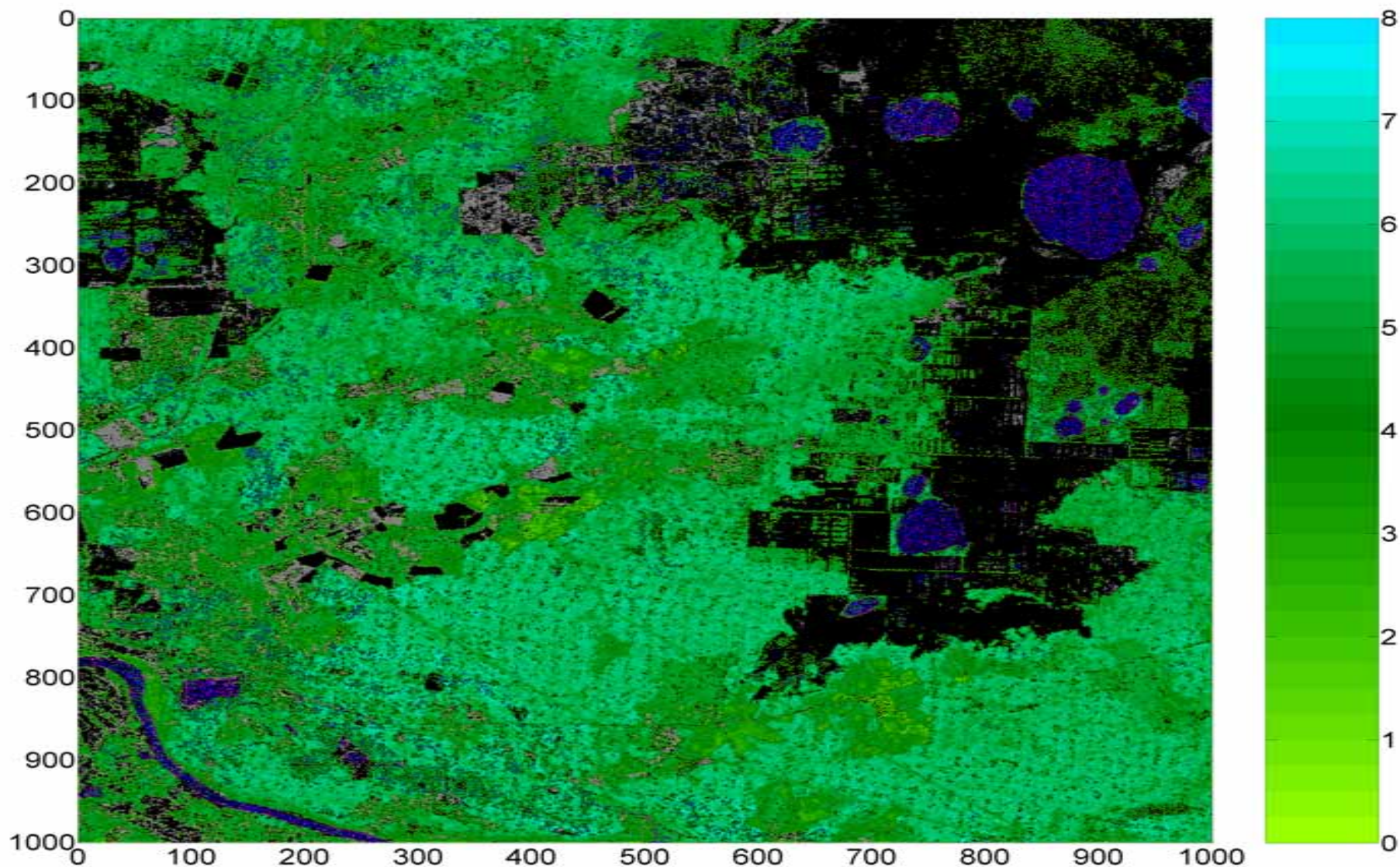


**Аппаратура ЕТМ+; дата съемки: 2 сентября 1999 г. Породный состав лесной растительности (1 – преобладание лиственных пород; 11 – преобладание хвойных пород; 2-10 – смешанный лес)**





**Аппаратура ЕТМ+; дата съемки: 2 сентября 1999 г. Типы  
межкроновой растительности (1 – преобладание сухих почв; 8 –  
преобладание болот; 2-7 – промежуточные типы травянисто-  
кустарниковой растительности)**





# ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНАЯ СЪЕМКА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ С БОРТА САМОЛЕТА ЛЕГКОЙ АВИАЦИИ

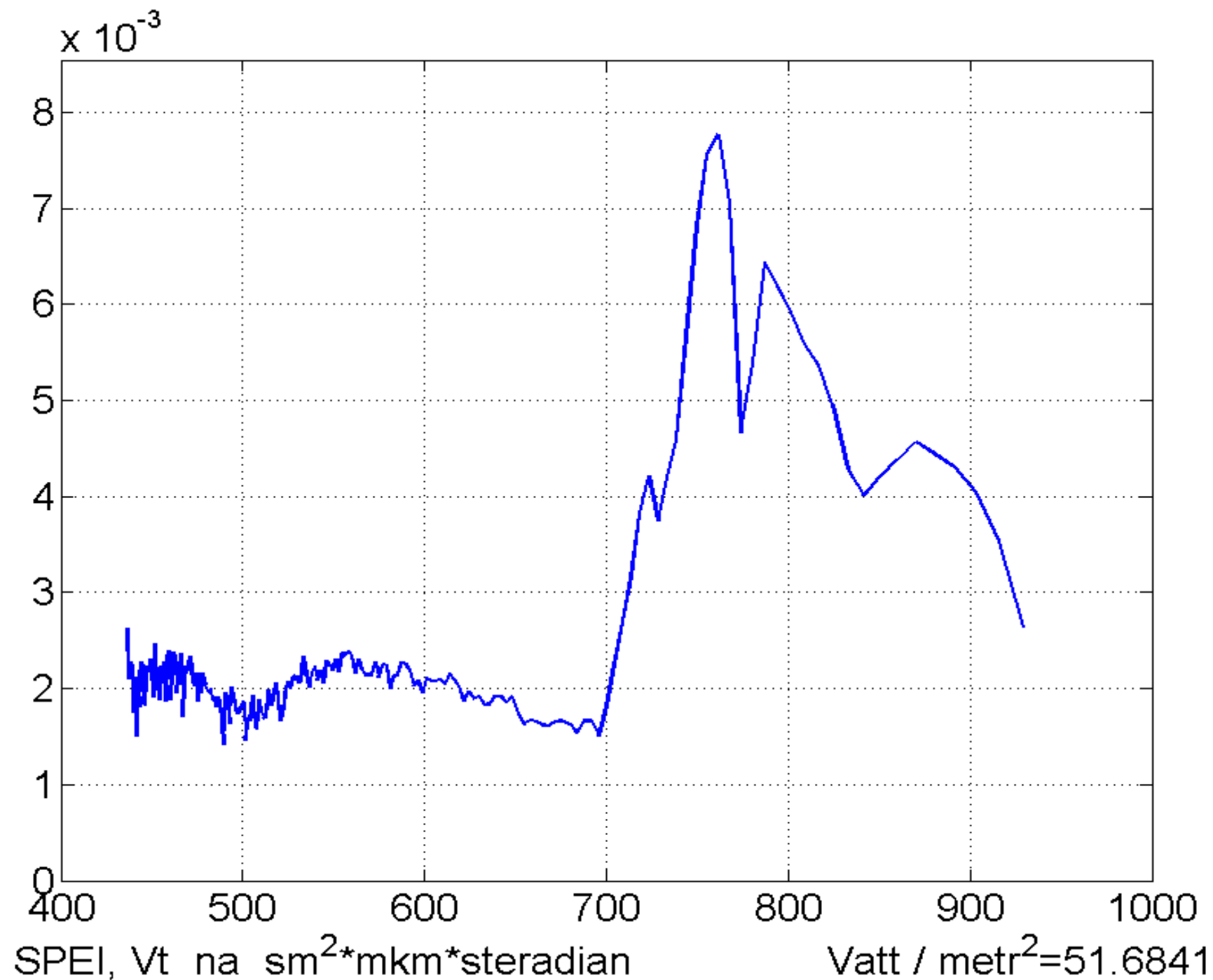




# Трасса пролета самолета с выделенной рамкой, для которой приведены спектры трех выделенных объектов

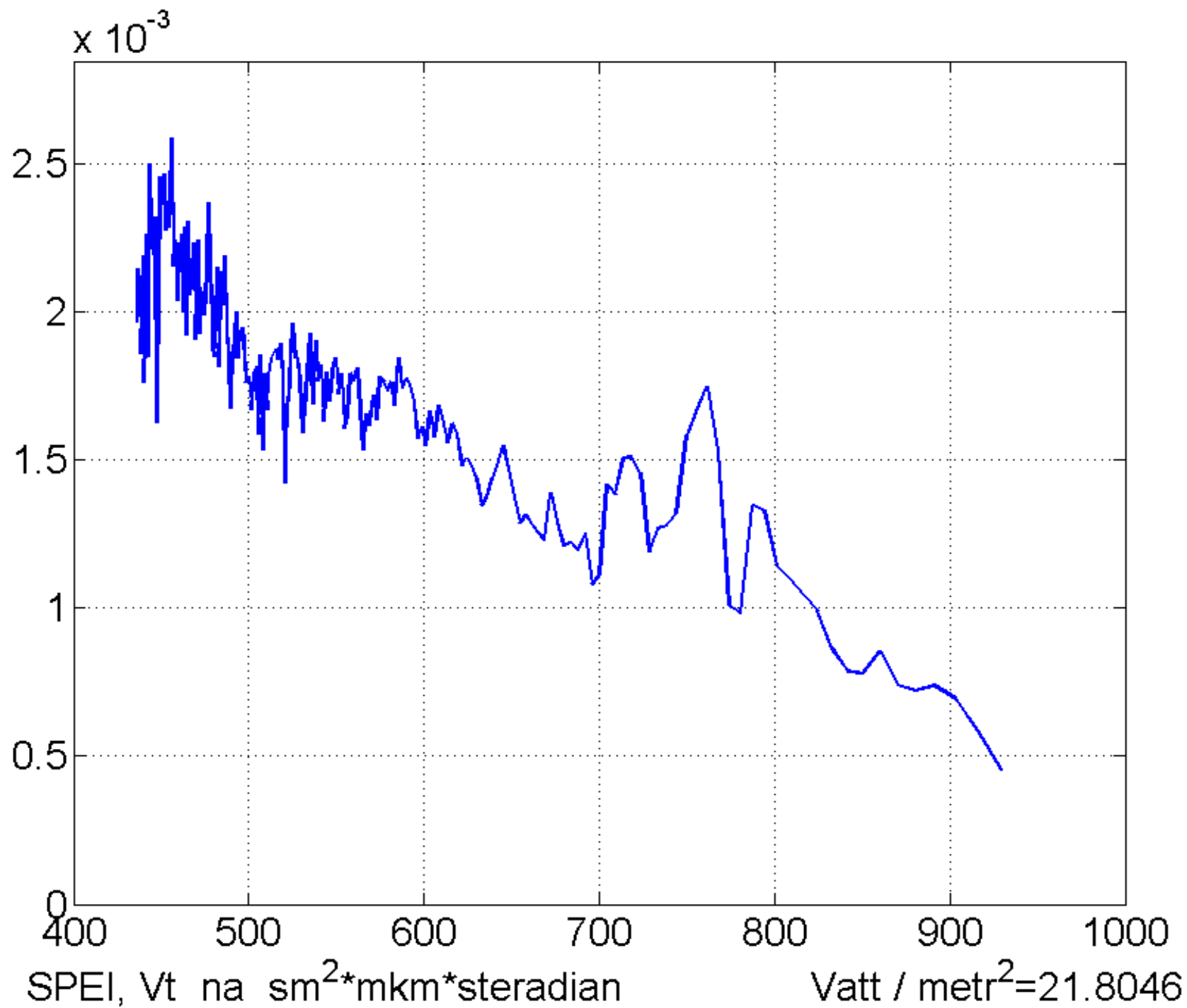


# Спектр объекта класса «лесная растительность»

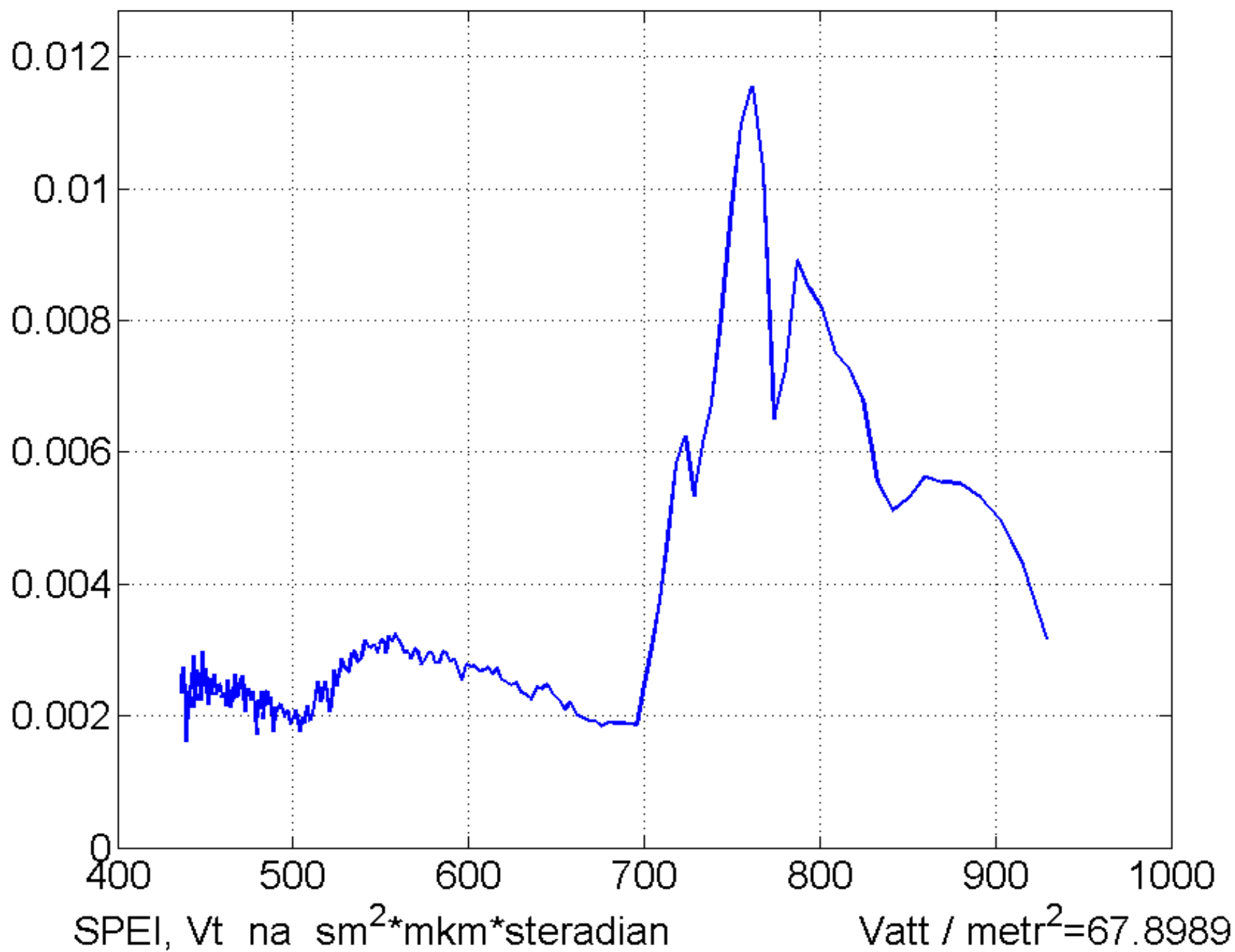




## Спектр объекта класса «вода»



## Спектр объекта класса «трава»





# **Заключение**

- **Продemonстрированы более широкие информационные возможности предлагаемых технологических разработок по обработке многоспектральных аэрокосмических изображений, чем были достигнуты в аналогичных разработках других авторов**
- **Показана необходимость использования большего числа спектральных каналов, чем те, которые используются в аппаратурных комплексах MODIS и ETM+, для улучшения распознавания объектов природно-техногенной сферы**
- **Перспективы – в приложениях разрабатываемых технологий для обработки гиперспектральных данных аэрокосмических измерений при реализации всех перечисленных этапов обработки получаемых спектров и изображений высокого пространственного разрешения**