

25.00.00 Sciences about the Earth

25.00.00 Науки о Земле

UDC 528.88

**ACTIVITY'S ON EXTRACTION OF DIAMONDS INFLUENCE  
IN TERRITORY OF BELOMORSKO-KULOJSKOE PLATEAU  
ON CONDITION OF FOREST COMMUNITIES**

Elena V. Polyakova

The Institute of the ecological problems of the North UrD of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russia  
23 embankment Severnaya Dvina, Arkhangelsk 163000  
PhD (geologo-mineralogical), the senior research scientist  
E-mail: lenpo26@yandex.ru

Now in territory of the Belomorsko-Kulojskoe plateau the intensive activity on industrial development of a deposit of diamonds named by M.V. Lomonosov is conducted. The data of remote sounding including pictures occurring at different times from artificial space vehicles of the Earth, helps to trace operatively and in details to analyze a condition of forest communities.

**Keywords:** the data of remote sounding of the Earth, a deposit of diamonds, forest communities.

**Введение.** По запасам лесных ресурсов Россия превосходит любую другую страну мира – ей принадлежит 22 % мировой площади лесных земель (764 млн га). На долю российских лесов приходится 21 % мировых запасов древесины на корню. Архангельская область обладает обширными лесными богатствами и находится на 8-м месте по объему лесных ресурсов в России [1]. Сохранение этих богатств – одна из ведущих задач лесного хозяйства. В настоящее время эффективным инструментом, позволяющим оперативно и детально исследовать состояние природных ресурсов, являются данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). В области лесного хозяйства методы ДЗЗ используются при инвентаризации лесов с целью определения качественных и количественных характеристик лесных массивов, т. е. определения типов лесонасаждений и доминирующих пород, оценки запасов лесоматериалов. Важными задачами, решаемыми при помощи данных ДЗЗ, также являются обнаружение и наблюдение лесных пожаров; определение оценки ущерба, нанесенного лесными пожарами, болезнями леса, загрязнением воздуха, бурями, кислотными дождями; контроль уничтожения лесов в результате планомерных и бесконтрольных рубок, приводящих к уменьшению фонда ценных пород деревьев и пр.

В настоящее время в Архангельской области на территории Беломорско-Кулойского плато (БКП) ведется активная хозяйственная деятельность, сопровождающаяся, помимо собственно карьерных работ, строительством хвостохранилищ, развитием транспортной инфраструктуры, функционированием горно-обогатительного комбината (Ломоносовский ГОК) и пр. С экономической точки зрения данные виды работ имеют колоссальное значение, однако, и экологическая составляющая последствий алмазодобывающей промышленной деятельности немаловажна. Часть площадей алмазонасного района находятся в

пределах Солянского биологического заказника. Поэтому крайне важной является задача оценки состояния лесных сообществ, как на территории непосредственного расположения месторождения, так и на близлежащих участках.

**Местоположение района исследования.** В географическом плане месторождение алмазов им. М.В. Ломоносова входит в состав Зимнебережного района Архангельской алмазоносной провинции (ААП) и располагается на территории Беломорско-Кулойского плато (БКП) в северо-западной части Архангельской области (рис. 1). Месторождение представлено 6 кимберлитовыми трубками: Архангельская, им. Карпинского-1, им. Карпинского-2, Пионерская, Поморская, им. Ломоносова, расположенными в виде близмеридиональной цепочки общей протяженностью 9,5 км. В 2003 г. на трубке Архангельская начались вскрышные работы, что является началом промышленного освоения месторождения [2]. Исследованный нами участок охватывает территорию промышленного освоения месторождения и близлежащего окружения общей площадью 9783 га.

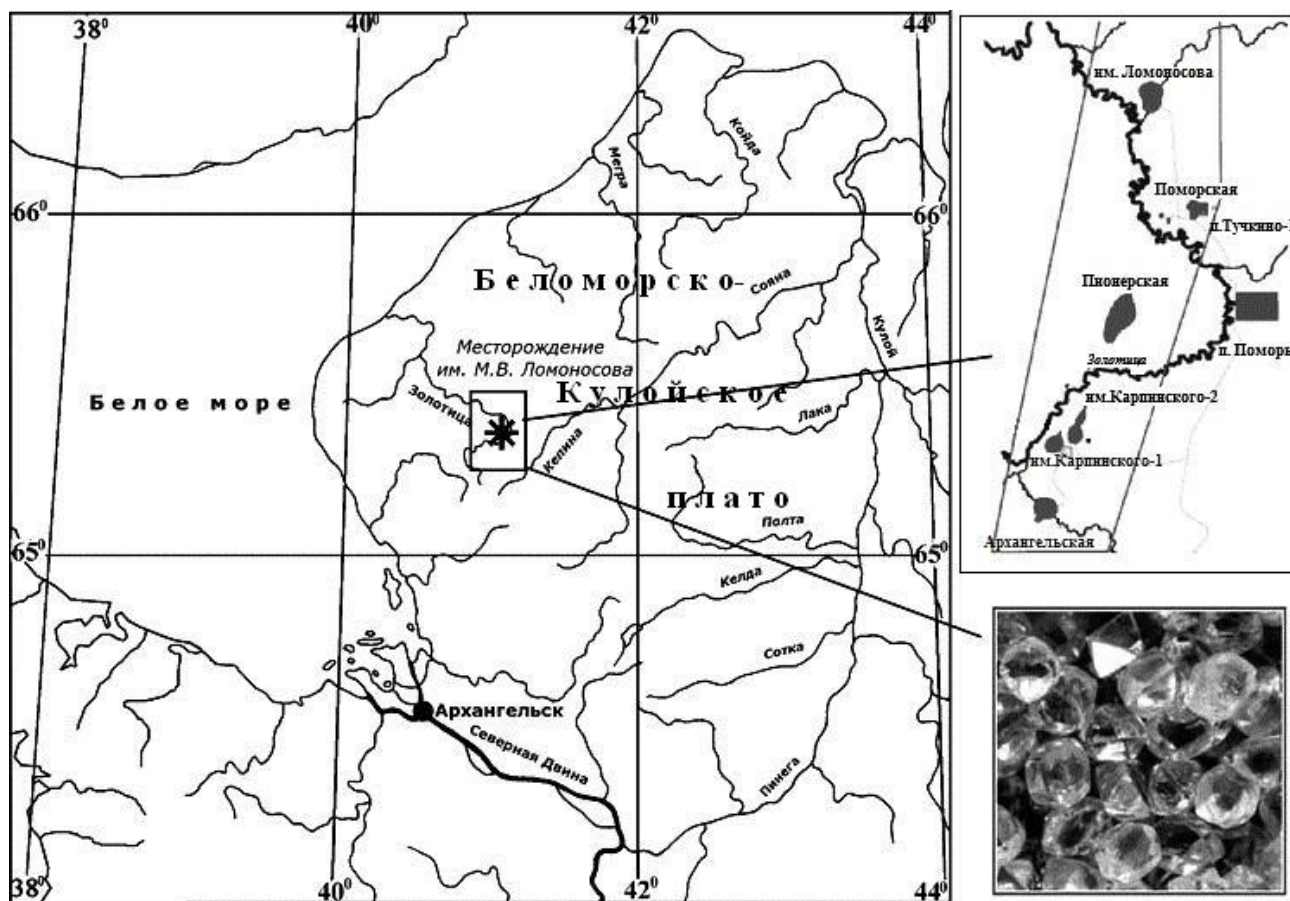


Рис. 1. Местоположение района исследований

**Материалы и методика работ.** Данные дистанционного зондирования Земли, использованные для исследования состояния лесных сообществ на территории разработки месторождения алмазов, включали в себя разновременные снимки с искусственных спутников Земли (ИСЗ) Landsat-5 (5.06.1987), Landsat-7 (31.05.2000) и QuickBird из интерфейса Google Earth (14.06.2006). Выбор снимков обуславливался сезонностью (начало летнего периода), разрешением (Landsat-5, 7 – 30 м, QuickBird – 2,44 м в RGB-диапазоне) и схожестью физиологического состояния

растительного покрова, как наиболее вариabельного в спектральном отношении показателя. Данные со спутников серии Landsat относятся к периоду геологоразведочных работ, со спутника QuickBird – промышленному освоению месторождения.

Для выявления оптимальной методики обработки данных ДЗЗ были опробованы: классификация без обучения (методом ISODATA), классификация с обучением и визуальное дешифрирование. В результате, в качестве наиболее показательных, выбраны следующие: для обработки сцен со спутников Landsat-5 и Landsat-7 – методика классификации с обучением методом максимального правдоподобия в программном пакете ERDAS IMAGINE 9.3, со спутника QuickBird – методом визуального дешифрирования с использованием инструментальных возможностей программного пакета ESRI ArcGIS 9.3.

На исследуемой территории выделялись следующие классы объектов, дешифрируемых по показателям спектральной яркости: 1 – хвойные насаждения, занимающие большую часть исследованного района и представленные в основном ельниками чернично-зеленомошными; 2 – лиственные и смешанные насаждения, представленные смешанными елово-осиновыми лесами и ивняками по берегам водотоков; 3 – кустарники, заболоченные кустарники, редколесье на болотах, вырубки; 4 – луга и заболоченные луга, обочины дорог; 5 – болота сфагновые верховые, часто грядово-мочажные; 6 – обнажения грунтов и производственно-технологические объекты, представленные карьерами, геологоразведочными объектами и технологическими дорогами; 7 – водные поверхности, занимающие наименьшую площадь исследуемой территории и плохо поддающиеся дешифрированию. Выявление площадных изменений растительного покрова определялось с применением инструментальных возможностей программного пакета ERDAS IMAGINE 9.3 путем построения матрицы сопряжения [3] выделенных наземных участков.

**Результаты работ и обсуждения.** На снимках, полученных со спутников серии Landsat достаточно четко дешифрируются некоторые геологоразведочные объекты, территории жилых застроек и основные технологические дороги. Визуальный анализ данных не позволяет выделить существенных площадных отличий между классами объектов за прошедший период времени. Современные информационные системы дают возможность анализировать данные с мультиспектральных сенсоров с более высокой точностью, позволяя детально характеризовать наземные участки. При использовании метода классификации с обучением выявляются некоторые различия в площадном распределении выделенных классов объектов за период с 1987 по 2000 гг. (рис. 2).

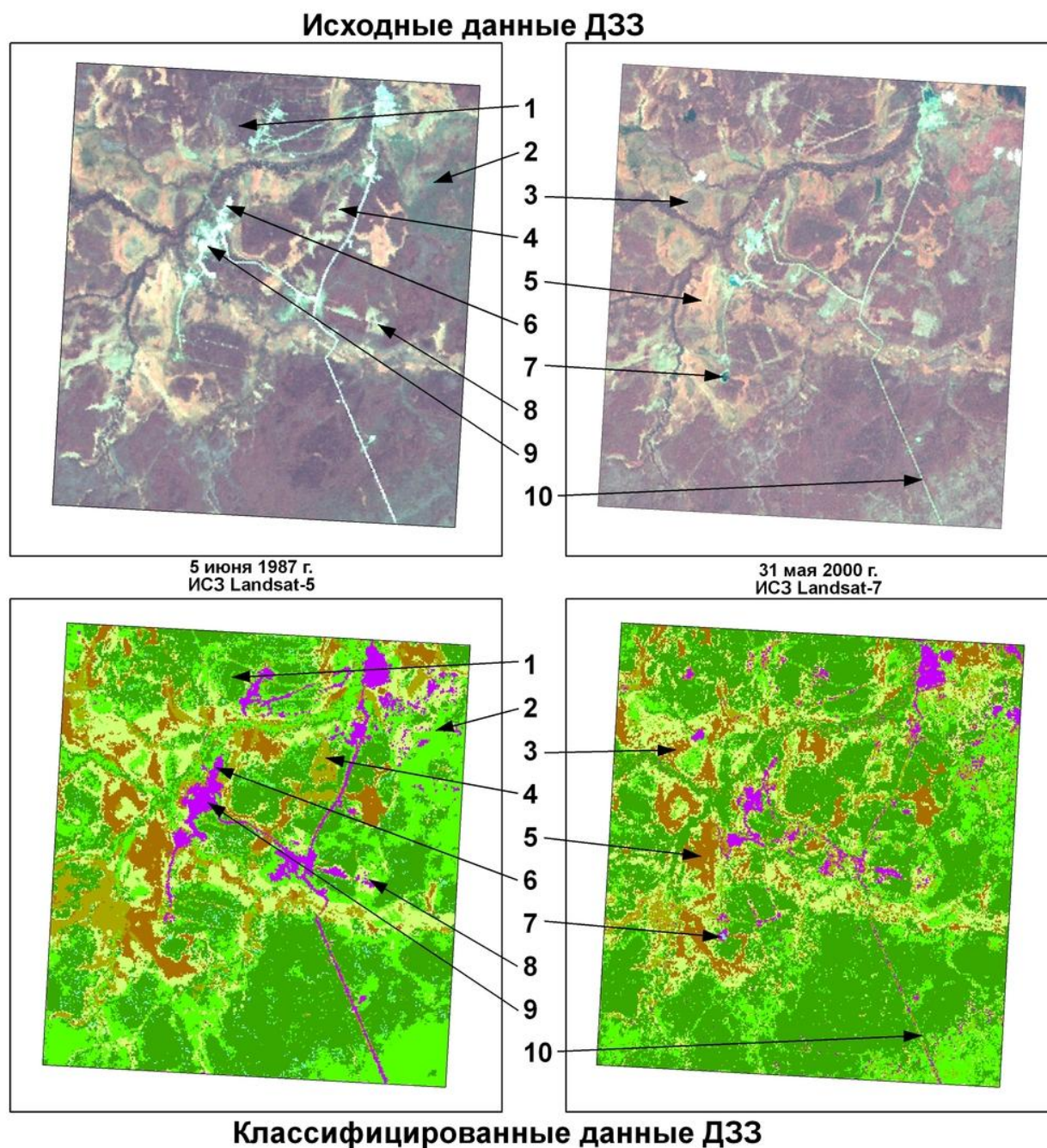


Рис. 2. Исходные и классифицированные данные с ИСЗ серии Landsat

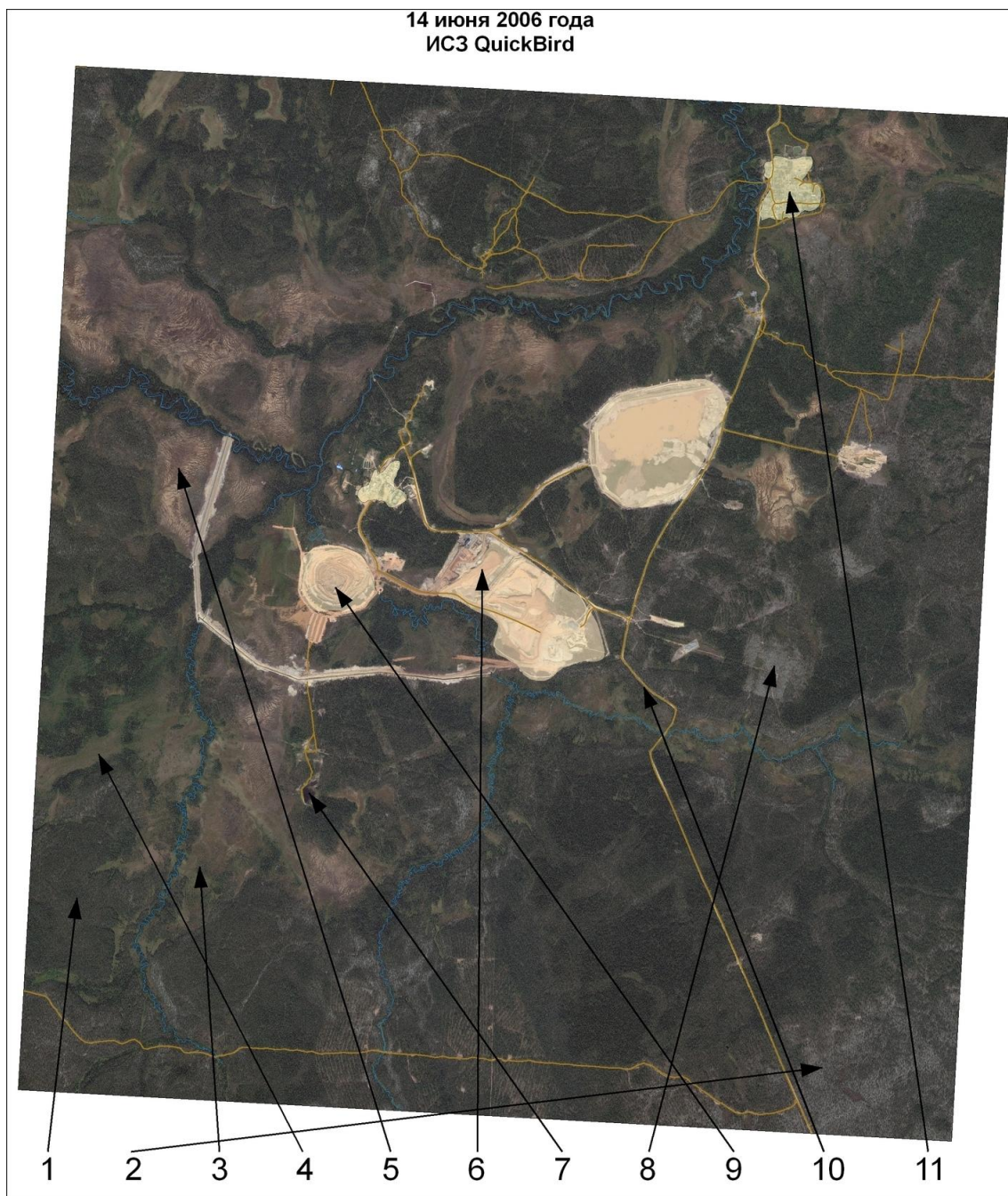
Применяемые в нашем исследовании методики позволили подсчитать распределение выделенных классов объектов на территории месторождения в площадном (*га*) и процентном соотношении по состоянию на 1987, 2000 и 2006 гг. Данные сведены в таблице. Водные объекты (класс 7) в таблице не представлены, т.к. находящиеся на исследуемой территории водотоки имеют ширину меньшую, чем разрешение космоснимков (30 м) и отчетливо не дешифрируются.

Таблица 1

**Распределение дешифрируемых классов объектов по территории  
месторождения им. М.В. Ломоносова**

Классы объектов	Landsat-5 05.06.1987 (га / %)	Landsat-7 31.05.2000 (га / %)	QuickBird 14.06.2006 (га / %)
Класс 1	3779 / 39	4884 / 50	4873 / 50
Класс 2	2417 / 25	1471 / 15	1466 / 15
Класс 3	1620 / 17	1719 / 18	1704 / 17
Класс 4	811 / 8	615 / 6	613 / 6
Класс 5	726 / 7	778 / 8	766 / 8
Класс 6	430 / 4	316 / 3	361 / 4
Всего	9783 / 100		

Как видно из таблицы, наиболее подверженные изменениям оказались дешифрируемые объекты классов 1 и 2, что может являться следствием естественного лесовосстановительного процесса, в результате которого происходит увеличение доли хвойного древостоя (порядка 11 %) в составе лиственных и смешанных лесов (сокращение площади класса составило порядка 10 %) на исследуемом участке. На классифицированных данных ДЗЗ с ИСЗ серии Landsat этот процесс проявляется в виде повышения мозаичности класса 2, что также хорошо выделяется при визуальном дешифрировании сцены со спутника Quickbird (рис. 3). Также можно отметить частичный переход класса 4 в класс 5, что может быть связано как с заболачиванием и подтоплением лугов (возможно сезонным), так и с тем, что данные классы имеют близкие спектры поглощения. Остальные классы значительным изменениям за исследуемый 20-летний период не подверглись.



*Рис. 3.* Сцена с оцифрованными объектами со спутника QuickBird:  
1–7 – дешифрованные классы объектов; 8 – рубки; 9 – карьер; 10 – дороги;  
11 – населенный пункт

Установлено, что в течение последних, более чем двух десятков лет, природная среда территории месторождения подвергалась достаточно интенсивному воздействию производственно-хозяйственной деятельности. При этом в качестве основных факторов выступили лесозаготовительные работы [4]. Лесные насаждения вырубались при проведении геологоразведочных работ, для построения технологических объектов, строительства дорог и собственно карьерной деятельности. В связи с этим интересно представилось проследить состояние одного из вырубленных участков на территории месторождения на космических снимках с течением времени (рис. 4).

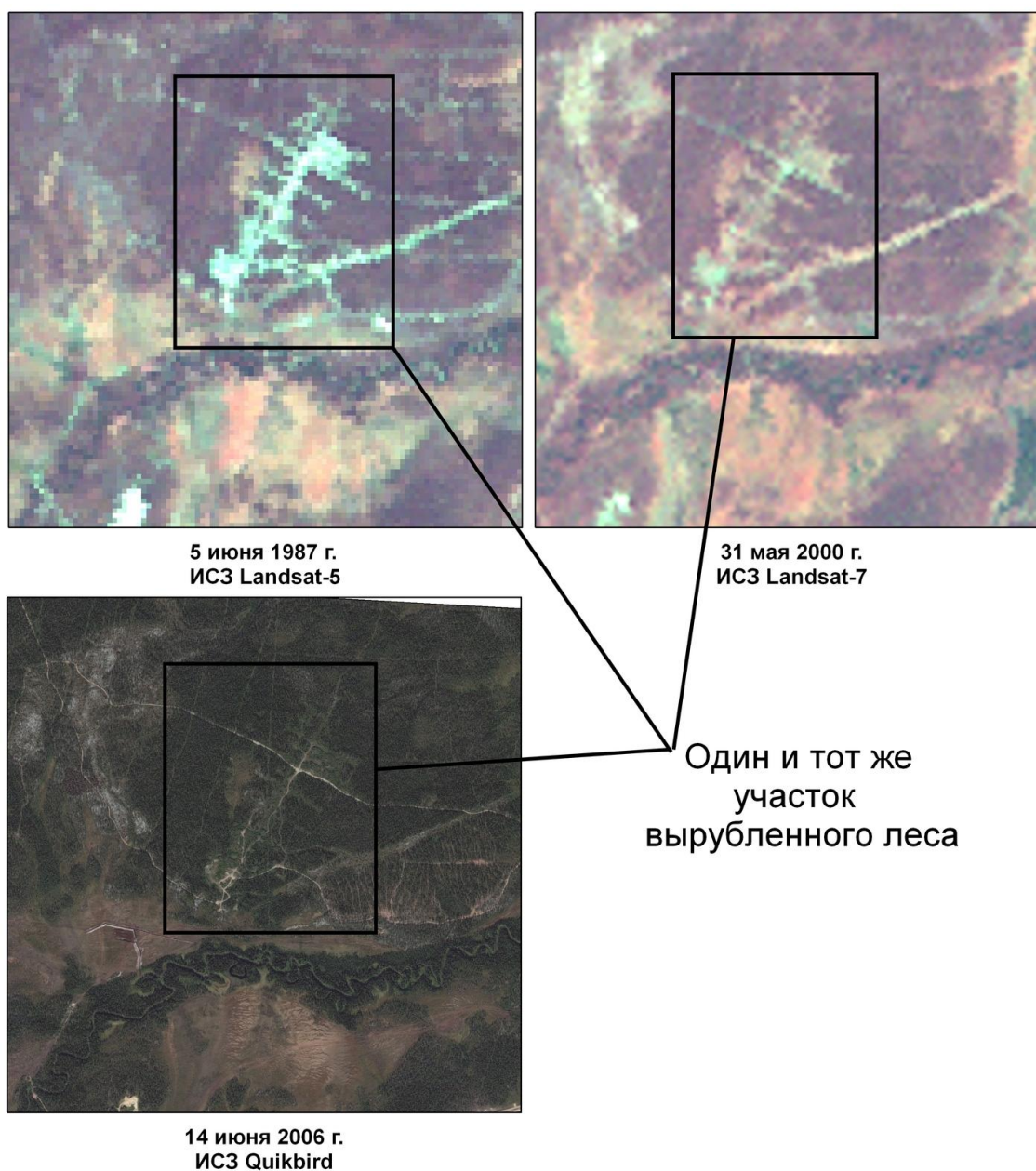


Рис. 4. Вырубленный участок леса на разновременных космических снимках

При попиксельном сопоставлении снимков серии Landsat на территории рубки, отмечаем уменьшение контрастности границ вырубленного участка к 2000 г. по сравнению с 1987 г. Анализируя состояние этого же участка в 2006 г. можно отметить естественный сукцессионный процесс восстановления хвойный лесонасаждений характеризуемый стадией хвойного редколесья.

**Выводы.** Таким образом, данные ДЗЗ позволяют проводить оперативное слежение и контроль состояния окружающей среды. Анализ разновременных космических снимков и подбор определенной методики дешифрирования дает возможность классифицировать выделяемые объекты по различиям в спектральных характеристиках и подсчитывать площадные переходы и смещения классов изучаемых объектов попиксельно. Космические наблюдения в сочетании с наземными и воздушными (аэрофотосъемкой) образуют систему аэрокосмического мониторинга, предполагающую не только наблюдение за процессом или явлением, но и его оценку, прогноз распространения и развития, а кроме того разработку

системы мер по предотвращению опасных последствий или поддержанию благоприятных тенденций [5].

Анализ разновременных космических снимков на территорию разработки месторождения алмазов им. М.В. Ломоносова показал, что за период с 1987 по 2006 гг. отмечаются некоторые изменения площадей, занятых хвойными и смешанными лесными насаждениями, связанные в первую очередь с естественными сукцессионными процессами. Антропогенное влияние промышленной деятельности на естественное состояние лесонасаждений носит сугубо локальный характер и выражается в виде рубок леса под технологические объекты и строительство дорог.

(Работы выполняются при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 09-05-00547-а).

#### **Примечания:**

1. Копейкин М.А., Кузьмичев Е.П. Нелегальные рубки и противодействие им в Архангельской области // Устойчивое лесопользование. 2010. № 3(25). С. 34–40.

2. Ustinov V.N., Piven G.F., Abramov N.P. Mining Development of Lomonosov Diamond Deposit, Russia // 6<sup>th</sup> Fennoscandian Exploration and Mining. Rovaniemi-Finland. 2007. P. 31–34.

3. Харук В.И., Буренина Т.А., Федотова Е.Ф. Анализ экотона «лес-тундра» по данным космосъемки // Лесоведение. 1999. № 3. С. 59–67.

4. Вержак Д.В., Третьяченко В.В. Оценка воздействия геологоразведочных работ на окружающую среду (на примере центральной части Зимнебережного алмазоносного района) // Академическая наука и ее роль в развитии производительных сил в северных регионах России. Матер. междунар. конфер. [Электронный ресурс]. – Архангельск: ИЭПС УрО РАН, 2006. – 1. электрон. оптич. диск (CD-ROM).

5. Полякова Е.В. Возможности подспутникового ДЗЗ с использованием БПЛА CropCam в условиях Европейского Севера // Вестник ПГУ. Сер. Естественные науки. № 2. Архангельск, 2010. С. 22–26.

УДК 528.88

## **ВЛИЯНИЕ РАЗРАБОТКИ АЛМАЗОВ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОМОРСКО-КУЛОЙСКОГО ПЛАТО НА СОСТОЯНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ**

Елена Викторовна Полякова

Институт экологических проблем Севера УрО РАН  
163000, г. Архангельск, набережная Северной Двины, 23  
Кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник  
E-mail: lenpo26@yandex.ru

В настоящее время на территории Беломорско-Кулойского плато ведется активная деятельность по промышленному освоению месторождения алмазов им. М.В. Ломоносова. Данные дистанционного зондирования, включающие в себя разновременные снимки с искусственных спутников Земли, помогают оперативно отслеживать и детально анализировать состояние растительных сообществ.

**Ключевые слова:** данные дистанционного зондирования Земли, месторождение алмазов, лесные сообщества.