

**Е.В. Бахтинова** (Филиал ФГУП «Рослесинфорг» «Центрлеспроект»)

В 1970 г. закончила географический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова. В настоящее время — заместитель руководителя Центра ГИЛ Филиала ФГУП «Рослесинфорг» «Центрлеспроект».

**А.Ю. Соколов** (Филиал ФГУП «Рослесинфорг» «Центрлеспроект»)

В 1988 г. закончил факультет лесного хозяйства Московского лесотехнического института (МЛТИ) (сейчас МГУЛ). В настоящее время главный инженер филиала ФГУП «Рослесинфорг» «Центрлеспроект».

**Д.Б. Никольский** (Компания «Совзонд»)

В 2004 г. окончил факультет прикладной космонавтики МИ-ИГАиК по специальности «исследование природных ресурсов авиакосмическими средствами». С 2007 г. работает в компании «Совзонд». В настоящее время — специалист отдела программного обеспечения.

**Ю.И. Кантемиров** (Компания «Совзонд»)

В 2004 г. окончил РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. После окончания университета работал младшим научным сотрудником лаборатории космической информации для целей газовой промышленности в ООО «Газпром ВНИИГАЗ». С 2010 г. работает в компании «Совзонд» ведущим специалистом отдела программного обеспечения.

## Полуавтоматическое выявление вырубок леса на мультивременных радарных и радарно-оптических цветных композитах

### ВВЕДЕНИЕ

Космический мониторинг широко применяется для решения широкого круга задач лесного хозяйства во всем мире. Космические снимки земной поверхности, сделанные в различных диапазонах электромагнитного спектра, позволяют оперативно, с необходимой периодичностью получать наглядную независимую дистанционную информацию о состоянии лесов. Однако, особенно в условиях огромных площадей, которые занимают леса в России, серьезным препятствием для регулярного космического мониторинга в оптическом диапазоне становится облачность.

При ежегодном мониторинге многие участки лесов не могут быть сняты из-за облачности спутниками сверхвысокого разрешения с узкой полосой съемки, в связи с чем на эти неотснятые участки приходится

выполнять съемку с других спутниковых аппаратов меньшего разрешения, но с большей полосой съемки. Поэтому каждый год объекты мониторинга оказываются покрытыми данными с разных космических аппаратов с разными характеристиками. Приходится составлять мозаики из снимков, сделанных различными космическими аппаратами, и анализировать мультивременные композиты, полученные из изображений с различными характеристиками.

В качестве альтернативы, как минимум для мониторинга вырубок на участках, не покрытых оптически данными к концу съемочного сезона, а в будущем и для определения породного состава леса, филиал ФГУП «Рослесинфорг» «Центрлеспроект» и компания «Совзонд» предлагает рассмотреть возможность применения всепогодных и не зависящих от облач-

ности космических радарных съемок. Примером комплексного использования радарных и оптических космосъемок для решения задач выявления изменений в лесном фонде, произошедших за период между оптической съемкой 2010 г. и радарной съемкой 2011 г., можем являться проект, выполненный совместно специалистами филиала ФГУП «Рослесинфорг» «Центрлеспроект» и специалистами компании «Совзонд».

### РАЙОН РАБОТ — БАБУШКИНСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО

Бабушкинское лесничество расположено в юго-восточной части Вологодской области. Протяженность территории лесничества с севера на юг 100 км. Общая площадь Бабушкинского лесничества на 01.01.2010 г. составляет 691 366 га.

Леса лесничества представлены одним массивом, внутри которого находятся земли сельхозформирований. Они представлены насаждениями естественного происхождения, которые далеки от оптимальных как по составу древесных пород, так и по продуктивности.

Земли, покрытые лесной растительностью, составляют 92,8 % от лесных, в том числе лесные культуры – 7,6 %, несомкнувшиеся лесные культуры – 0,2 %, земли, не покрытые лесной растительностью, представлены преимущественно вырубками последних лет - 1,1 %. Нелесные земли составляют 6% общей площади лесничества. Это, в основном, болота (5,2%), дороги- просеки (0,4%) и сенокосы (0,2%).

По лесорастительному районированию территория Бабушкинского лесничества относится к таежной лесорастительной зоне и южно-таежному лесному району европейской части Российской Федерации.

### ВЫПОЛНЕНИЕ РАДАРНЫХ СЪЕМОК В 2011 г.

К концу съемочного сезона 2011 г. оптические спутники сверхвысокого разрешения не смогли безоблачно отснять территорию Бабушкинского лесничества, на которой филиалом ФГУП «Рослесинфорг» «Центрлеспроект» выполнялся мониторинг использования лесов с целью заготовки древесины. Поэтому для того чтобы гарантированно получить актуальное покрытие данными ДЗЗ за 2011 г., в срочном режиме была запланирована радарная космическая съемка этого участка со спутников COSMO-SkyMed, позволя-

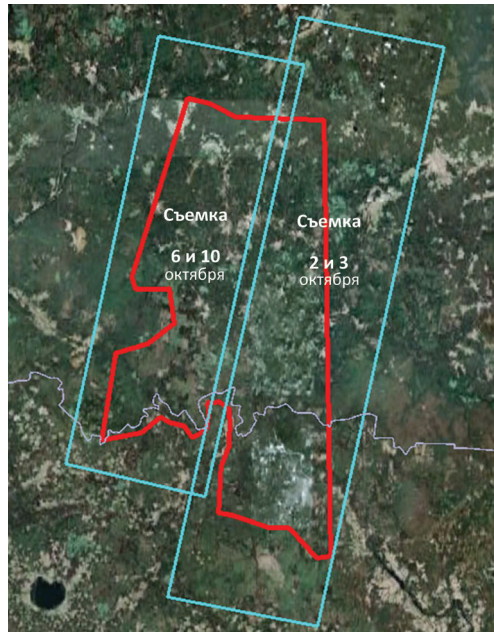


Рис. 1. Схема съемки территории Бабушкинского лесничества (красный контур) со спутников COSMO-SkyMed (голубые контура — полосы съемки)

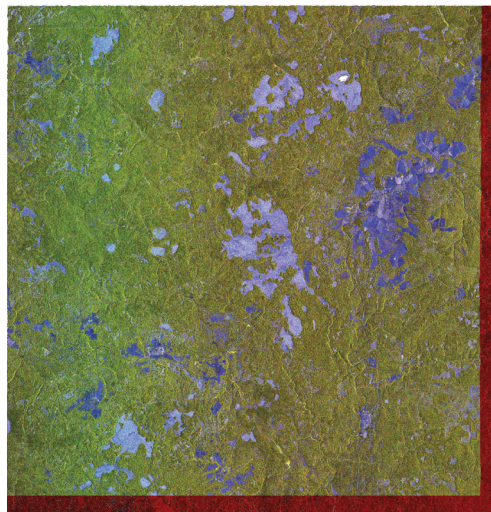


Рис. 2. Пример одного из цветных радарных композиций МТС, построенных по двум радарным съемкам от 2 и 3 октября на территорию Бабушкинского лесничества

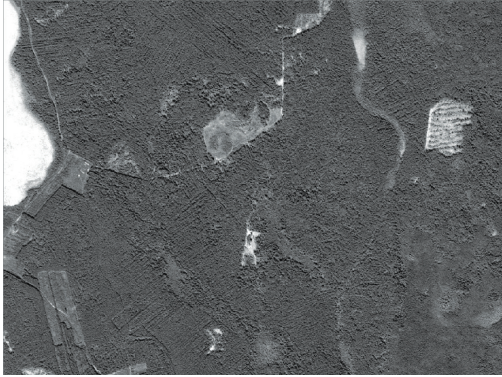


Рис. 3. Снимок SPOT-5 (2010 г.)

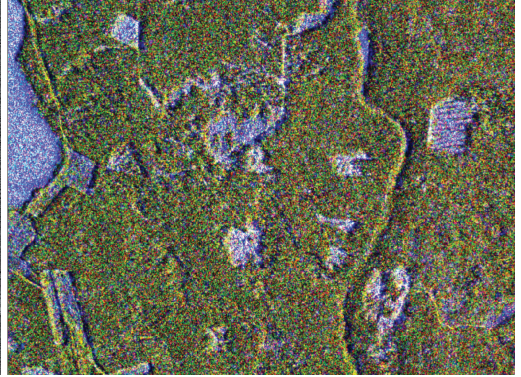


Рис. 4. Продукт МТС, сгенерированный по паре снимков COSMO-SkyMed (2011 г.)

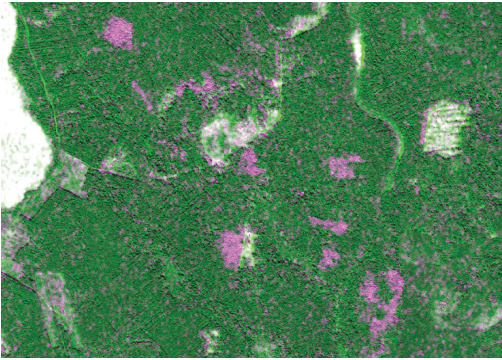


Рис. 5. Мультивременной композит 2010–2011 гг. (SPOT-5+COSMO-SkyMed)

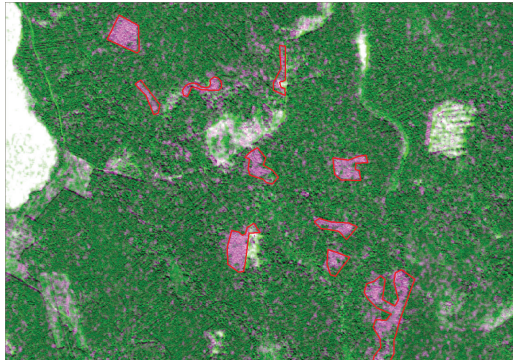


Рис. 6. Контура вырубок за период 2010–2011 гг.

ющая получить цветной радарный композит МТС.

Вся площадь лесничества независимо от облачности и освещенности была отснята интерферометрическими парами радарных снимков с пространственным разрешением 3 м за 9 дней (одна пара — 2 и 3 октября, вторая пара — 6 и 10 октября). Схема покрытия территории Бабушкинского лесничества отснятыми кадрами COSMO-SkyMed приведена на рис. 1. По каждой интерферометрической паре был построен цветной радарный композит МТС. Композит на одну из сцен площадью 40 x 40 км приведен на рис. 2. Как видно из этого рисунка 2, для данного типа территории на композите МТС наиболее четко разделяются следующие типы территории: ненарушен-

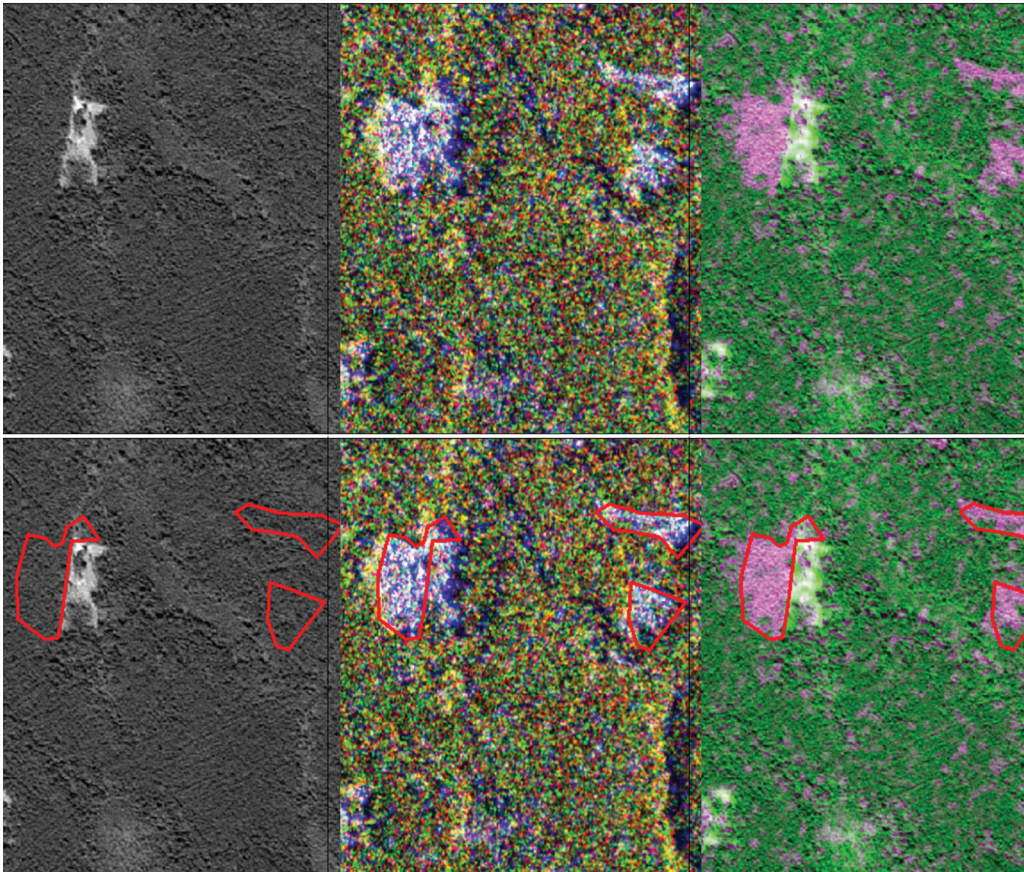
ный лес — зеленым цветом; участки без растительности (поля с убранным урожаем и свежие вырубки) — ярко-синим цветом; участки со слабой природной растительностью (болота, старые вырубки с восстановлением растительности) — бледно-синим цветом.

МЕТОДИКА оперативного выявления изменений в лесном фонде

Для выявления изменений, произошедших за период с 2010 по 2011 г., анализировались оптические снимки SPOT 2010 г. (рис. 3) и радарный композит МТС 2011 г. (рис. 4). Далее из них составлялся мультивременной оптико-радарный композит (рис. 5), на котором новые контуры (за период с 2010 по 2011 г.) автоматически выделялись розовым цветом

SPOT-5 (2,5 м)

COSMO-SkyMED (3 м)

Мультивременной  
КОМПОЗИТ

*Рис. 7. Слева направо:*

- оптический снимок SPOT-5 2010 г.;*
- цветной радарный композит 2011 г.;*
- мультивременной оптико-радарный композит 2010–2011 гг., показывающий розовым цветом новые вырубки, произошедшие за период с 2010 по 2011 г.; внизу то же, но с оконтуренными вручную новыми вырубками*

и затем оцифровывались их границы (рисунки 6 и 7).

Таким образом, методика выявления изменений в лесном фонде с помощью оптико-радарных мультивременных композитов довольно проста и аналогична выявлению изменений по чисто оптическим мультивременным композитам. Конечно, визуальное качество мультивременного композита, построенного по только

оптическим данным за разные даты, - выше качества радарно-оптического композита. Однако радарные данные, за счет своей не зависимости от облачности и освещенности, позволяют гарантированно и оперативно получить необходимую информацию о вырубках к нужной дате с незначительной потерей точности картирования границ изменений.