

**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.

**В.Н. Семенов** («ГВЦ Минсельхоза России»)

В 1973 г. окончил Тульский политехнический институт, факультет «Техническая кибернетика», по специальности «автоматика и телемеханика». В настоящее время — зам. начальника отдела по развитию тестовых полигонов ФГУП «ГВЦ Минсельхоза России».

## Возможности спутникового радиолокационного мониторинга для решения задач сельского хозяйства

### ОБЗОР ПРОБЛЕМЫ

Космический мониторинг широко применяется для решения широкого круга задач сельского хозяйства во всем мире. Спутниковые снимки земной поверхности, сделанные в различных диапазонах электромагнитного спектра, позволяют оперативно, с необходимой периодичностью, получать наглядную информацию о сельскохозяйственных угодьях без выполнения наземных наблюдений или с их выполнением лишь на небольшом эталонном участке. При этом информация, заверенная наземными наблюдениями на эталонном участке, затем экстраполируется на всю площадь снимка.

Препятствием для регулярного космического мониторинга в оптическом диапазоне может стать облачность, в связи с чем оптические снимки могут быть дополнены, а в некоторых случаях и заменены радиолокационными снимками, просвечивающими облачность и не зависящими от освещенности. Именно на применении радиолокационных съемок для задач сельского хозяйства хотелось бы остановиться подробнее, поскольку эта тема гораздо меньше освещена в отечественной печати, чем применение обычных оптических съемок.

В настоящее время на орбите находится 11 радиолокационных спутников. Есть возможность осуществить поиск архивных спутниковых радиолокационных снимков на заданный участок или подать запрос на новую целевую съемку, которая проводится в течение нескольких часов.

После получения снимков выполняется необходимая предварительная и тематическая их обработка. Для этих целей используется программный продукт SARscape.

Перспективной и наиболее экономически эффективной представляется организация на региональном уровне интернет-порталов с ограниченным доступом для подписавшихся абонентов (конкретных фермерских хозяйств). На этих геопорталах могут регулярно выкладываться сами космические снимки и результаты их обработки в виде тематических карт, необходимых этим локальным пользователям.

### ПРИМЕР МОНИТОРИНГА ТЕСТОВОГО УЧАСТКА

Рассмотрим конкретный пример космического радиолокационного мониторинга тестового участ-

Рис. 1.  
Результаты обработки снимка  
RADARSAT-2 от 24 июня 2010 г.,  
сопоставленные с информацией  
с карты севооборота



ка в одном из хозяйств в Центральном федеральном округе России. Съемка этого участка была выполнена 6 раз в течение 2010 г. с канадского спутника RADARSAT-2. Пространственное разрешение снимков – 7 м.

Даты съемок: 24 июня, 18 июля, 11 августа, 4 сентября, 28 сентября, 22 октября 2010 г.

Результаты тематической обработки первого радарного снимка от 24 июня показаны на рис. 1 (обработка снимка была выполнена в программных модулях SARscape). На этом снимке хорошо различаются озимые и яровые культуры. В частности, озимые культуры характеризуются более зелеными оттенками, поскольку именно в зеленом канале находится кросс-поляризация HV, характеризующая объем биомассы. Яровые же культуры характеризуются более красными и коричневыми оттенками, поскольку сигнал в поляризации HH, находящийся в красном канале, просвечивает неплотную растительность и отражается от земной поверхности. Чистый пар характеризуется темно-синими оттенками, поскольку

ровные поверхности наиболее детально отображаются в поляризации WV, а она в данном композите соответствует синему каналу.

Из всех сельхозкультур наилучшим образом от всех остальных дифференцируется озимая рожь. Особенно интересно, что она очень сильно по типу отражения различается с озимой пшеницей (видимо, это сорт ржи с очень мощной биомассой или высокими стеблями).

Необрабатываемые земли выделяются грязно-темно-зелеными оттенками.

Знаками вопроса помечены те участки, где наземная информация (карта севооборота) не соответствует снимку.

На радиолокационном снимке от 18 июля (рис. 2) отчетливо дешифрируются поля, на которых произошел сбор урожая озимых культур (пшеницы, ржи, ячменя). Это участки, которые на предыдущем снимке от 24 июня характеризовались зелеными оттенками, а на этом снимке выделяются темно-синими оттенками, близкими по цвету к чистому пару.



Рис. 2.

Результаты обработки снимка RADARSAT-2 от 18 июля 2010 г., сопоставленные с информацией с карты севооборота



Рис. 3.

Результаты обработки снимка RADARSAT-2 от 11 августа 2010 г., сопоставленные с информацией с карты севооборота

Рис. 4.  
Результаты обработки снимка  
RADARSAT-2 от 4 сентября 2010 г.,  
сопоставленные с информацией  
с карты севооборота



В юго-западной части снимка видно, что были также убраны яровая пшеница и яровой ячмень. Участок чистого пара (по наземным данным) в южной части снимка еще больше усилил зеленый оттенок, что говорит о том, что на самом деле это не чистый пар. Яровой рапс, который на снимке от 24 июня сливался по оттенку с озимой пшеницей (зеленовато-коричневый цвет), теперь – после ее уборки – ярко выделяется светло-голубым цветом, что говорит о том, что его биомасса к 18 июля увеличилась. То же самое можно сказать и о небольшом поле гречихи на западе снимка.

На снимке от 11 августа (рис. 3) отчетливо дешифрируются участки, на которых произошла уборка ярового рапса, гречихи и овса (их отражающая способность резко уменьшилась по сравнению с прошлым снимком от 18 июля). Темно-синие оттенки многих полей говорят об их подготовке к посеву озимых.

На снимке от 4 сентября (рис. 4) дешифрируются некоторые участки, на которых, видимо, произошел

сев озимых культур, но большинство полей сохранили темно-синий оттенок, характерный для снимка от 11 августа, что говорит о том, что поля подготовлены к посеву озимых и ждут своей очереди.

Отметим интересный участок в северо-западной части снимка, помеченный красной стрелкой и обозначенный на карте севооборота как чистый пар. Однако на снимках от 24 июня, 18 июля, 11 августа и 4 сентября заметно, что на этом участке произрастает какая-то культура и достигает к 4 сентября максимума биомассы.

На снимке от 28 сентября (рис. 5) в первую очередь заметны изменения, связанные с увеличением отражающей способности многих полей и с усилением вклада зеленого цвета (т.е. объемного рассеяния), что может говорить о том, что эти поля засеяны озимыми, и, возможно, о появлении их всходов (наиболее зеленые поля).

Убрана растительность с поля, обозначенного ранее как чистый пар (участок в северо-западной части снимка, помеченный красной стрелкой).

