

## Тематическое картирование условий зимовки зерновых культур по территории Ростовской области на основе спутниковой информации

В.И. Повх<sup>1</sup>, Б.Р. Беков<sup>1</sup>, И.Н. Боева<sup>1</sup>, Л.А.Шляхова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Южный региональный информационно-аналитический центр, Ростов-на-Дону, Россия  
E-mail: dzz@dzz.ru

<sup>2</sup> Ростовский государственный университет путей сообщения, Ростов-на-Дону, Россия

На основе спутниковых данных в сопряжении с результатами метеонаблюдений рассматривается актуальная для юга России задача оценки состояния сельскохозяйственных культур по условиям зимовки конкретно для 2011–2012 гг. Территорией интереса для реализации предложенного подхода является Ростовская область с разделением ее на муниципальные районы. При соблюдении агрономических технологий для оценки условий зимовки зерновых культур определяющим можно считать состояние снежного покрова, так как оно влияет на жизненно важную характеристику для растений – температуру почвы на глубине узла кушения. Для оценки состояния снежного покрова на значительных территориях целесообразно использование снимков со спутника Terra (MODIS) с пространственным разрешением 1 км. Результат тематической обработки спутниковой информации по выявленным информативным спектральным каналам, выполненной в среде специализированного пакета программ ENVI 4.3, представлен в виде карты по условиям зимовки озимых культур территории Ростовской области.

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование Земли, спутниковые снимки, ГИС-проекты, информативные спектральные каналы, данные метеонаблюдений

### Введение

Мониторинг состояния сельскохозяйственных культур, а также условий их развития по данным дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) целесообразно осуществлять в течение всего календарного года. Одним из наиболее значимых для прогноза урожайности зерновых сельскохозяйственных культур является зимний период, оценивающий условия зимовки по двум факторам: состоянию снежного покрова и минимальной температуре воздуха, поскольку именно эти факторы определяют жизненно важную характеристику для растений – температуру почвы на глубине узла кушения.

В работе (Повх и др., 2010) предложена методика оценки состояния озимых культур по космическим снимкам аппаратуры MODIS в разных условиях зимовки по изменению введенного интегрального параметра состояния снежного покрова, обозначенного  $Z$  и выраженного в нормированных баллах. В настоящей работе в развитие предложенного подхода (Повх и др., 2010; 2008) решена практическая задача оценки условий зимовки озимых зерновых культур и рапса в зимний период 2011–2012 гг. по всей территории Ростовской как результат сопряжения космической информации и метеорологических данных

## Исходные данные

*Космическая информация.* В качестве исходных спутниковых данных для проведения исследований по оценке пространственного распределения снежного покрова по территории Ростовской области использованы спутниковые снимки аппаратуры MODIS (пространственное разрешение 1 км) в период декабрь 2011 – март 2012 г. При решении рассматриваемой задачи наиболее информативными являются комбинации спектральной яркости в каналах: 1 (0,62–0,67 мкм); 2 (0,876–0,841 мкм); 3 (0,459– 0,479 мкм).

*Наземная опорная информация.* Наземное обеспечение оперативной информацией на период космической съемки (декабрь 2011 – март 2012 г.) включало метеорологические данные: облачность по территории интереса, температура воздуха и высота снежного покрова, а также картографический материал по ландшафту. Эти данные были взяты из [www.gr5.ru](http://www.gr5.ru) для точек, размещенных на карте территории Ростовской области и ассоциирующихся с муниципальными районами (рис. 1), и представлены как составная часть ГИС-проекта в виде разработанных таблиц и картосхем по каждому району Ростовской области, что позволило провести анализ и подготовить опорную информацию на даты получения космических снимков для их тематической обработки. Особое внимание в блоке наземной информации было уделено осенне-зимней динамике минимальной суточной температуры воздуха как необходимого параметра в оценке состояния снежного покрова.

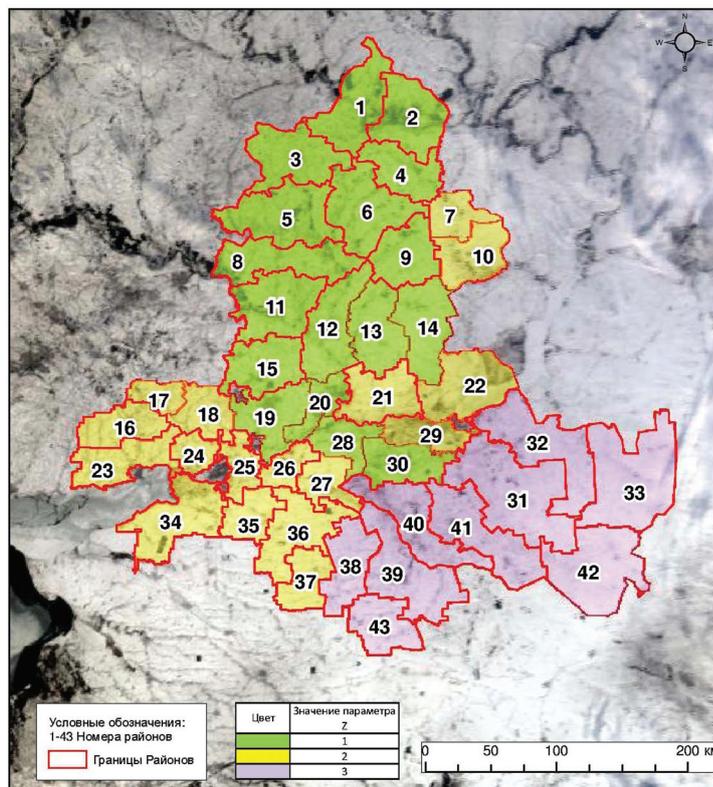


Рис. 1. Тематическая карта условий зимовки посевов озимых по интегральной оценке состояния снежного покрова (параметр Z) на территории Ростовской области как результат обработки космического снимка (MODIS, 09.02.2013)

## Результаты тематического картирования условий зимовки зерновых культур по территории Ростовской области в сезон 2011–2012 гг.

Для интерпретации космической информации создана выборка из сцен космических снимков с безоблачными измерениями земной поверхности с удовлетворительным радиометрическим качеством и при полном покрытии целевой территории, включая пространственное пересечение разновременных снимков. В условиях облачного покрытия территории целесообразно использовать алгоритм предварительной обработки снимков (Барталев и др., 2005).

Пространственное распределение снежного покрова по территории Ростовской области в рассматриваемый период и последующая классификация космического снимка по интегральному параметру состояния снежного покрова (в трех градациях) включает анализ нескольких космических снимков (семь сцен) целевой территории (Ростовской области), полученных в разные даты зимних месяцев, что позволяет проследить динамику изменений условий зимовки. Использование информативных спектральных каналов аппаратуры MODIS позволяет провести измерения относительных градаций яркостей и составить индексы из комбинаций яркостей для выделения классов. В соответствии с предложенной методикой на основе спектральных признаков изображения и тестовых наземных данных выполнен анализ в среде ПК ENVI 4.3 (стандартные операции по классификации получаемых данных, расчету гистограмм относительных частот появления определенных классов объектов, цветовому кодированию результатов обработки и т.п.). Классификация изображения выполнялась по методу максимального правдоподобия (решающее правило – Maximum Likelihood).

При решении поставленной задачи выявления особенностей в пространственном распределении снежного покрова на основе введенного интегрального параметра  $Z$  (Повх и др., 2010) диапазон изменений спектральной яркости в выбранных спутниковых снимках оказался достаточным для проведения классификации по каждому из отображенных изображений в трех градациях: значение  $Z = 1$  (характеризует минимум снежного покрова на дату съемки); значения  $Z = 2$  (неравномерное пространственное распределение снежного покрова) и значение  $Z = 3$  (сплошной снежный покров). По каждому району и по всей территории Ростовской области вычислены площади каждого класса в программной среде ArcView GIS. Пример реализации предложенного подхода для конкретной даты космической съемки при безоблачном покрытии территории (09.02.2012) иллюстрирует *рис. 1*. Следует подчеркнуть, что для периода 09–13.02.2013 наблюдалась минимальная температура воздуха ( $-20$ ,  $-15$ ) для всей территории Ростовской области. Эти метеорологические данные создали предпосылки для построения тематической карты распределения температуры почвы на глубине узла кущения для указанной даты космической съемки. На основании семейства функциональных агрометеорологических зависимостей (Шульгин, 1978) вычислены порайонные значения температуры почвы на глубине узла кущения. Аппроксимационные формулы, устанавливающие связь минимальной температуры почвы на глубине узла

кущения озимых культур 3 см ( $t_{ук}$ ) с минимальной температурой воздуха ( $Tn$ ) и высотой снежного покрова ( $sss$ ), имеют вид:

$$t_{ук} = 0,0015 * sss^2 + 0,2082 * sss - 8,9714, \text{ при } Tn \in (-15, -10), \quad (1)$$

$$t_{ук} = 0,0017 * sss^2 + 0,225 * sss - 12,012, \text{ при } Tn \in (-20, -15), \quad (2)$$

$$t_{ук} = 0,002 * sss^2 + 0,2654 * sss - 14,788, \text{ при } Tn \in (-30, -20). \quad (3)$$

Учитывая, что для рассматриваемой даты  $Tn \in (-20, -15)$  по всей территории Ростовской области, расчеты  $t_{ук}$  проведены по уравнению (2) с привлечением метеорологических данных по высоте снежного покрова на дату космической съемки. При выполнении тематического картирования условий зимовки озимых культур по рассчитанному параметру  $t_{ук}$  использованы следующие градации: «хорошие» –  $t_{ук} > -8^{\circ}\text{C}$ ; «удовлетворительные» –  $-10^{\circ} < t_{ук} < -8^{\circ}\text{C}$ ; «неблагоприятные» –  $t_{ук} < -10^{\circ}\text{C}$  (рис. 2). Сравнение результатов тематической обработки космических снимков по интегральному параметру  $Z$  с целью выявления плотности снежного покрова (рис. 1) и результатов анализа условий зимовки, проведенного по агрометеорологическому фактору (рис. 2), показывает их согласованность и подтверждает целесообразность использования спутниковой информации низкого разрешения при решении поставленной задачи для больших территорий.

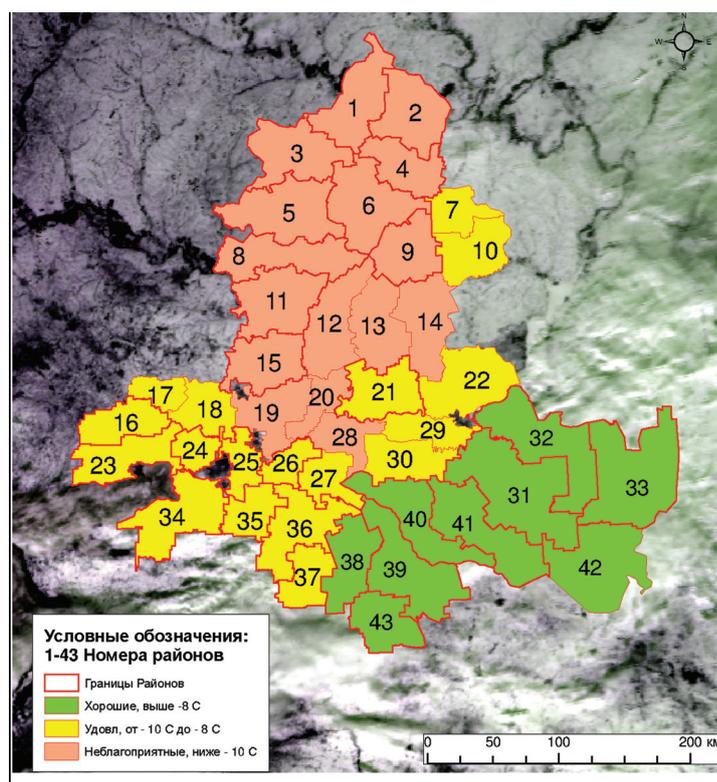


Рис. 2. Тематическая карта условий зимовки посевов озимых по температуре узла кущения на территории Ростовской области (MODIS, 09.02.2013)

В заключение следует отметить, что полученные результаты оценки условий зимовки озимых культур являются частью технологического цикла контроля состояния озимых

агроценозов в течение всего агротехнологического цикла возделывания, что позволяет разработать производственную систему дистанционного мониторинга условий развития сельскохозяйственных культур.

### Литература

1. *Барталев С.А., Лулян Е.А. и др.* Дистанционная оценка параметров сельскохозяйственных земель по спутниковым данным спектрорадиометра MODIS // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2005. Т. 2. С. 228–236
2. *Повх В.И., Шляхова Л.А., Воробейчик Е.А.* Использование технологий и услуг данных дистанционного зондирования Земли из космоса для решения задач экологического мониторинга в Южном федеральном округе // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2008. Т. 1. С. 101–106.
3. *Повх В.И., Шляхова Л.А., Воробейчик Е.А.* Оценка условий зимовки зерновых культур по спутниковым данным для территории Ростовской области // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2010. Т. 7. № 3. С. 264–268.
4. *Шульгин А.М.* Агрометеорология и климатология. Л.: Гидрометеоиздат, 1978. 200 с.

### Thematic mapping of wintering conditions for cereals on the territory of Rostov Region using satellite data

**V.I. Povkh<sup>1</sup>, B.R. Bekov<sup>1</sup>, I.N. Boeva<sup>1</sup>, L.A. Shlyakhova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *South Regional Information & Analytical Centre, Rostov-on-Don, Russia*  
*E-mail: dzz@dzz.ru*

<sup>2</sup> *Rostov State Transport University, Rostov-on-Don, Russia*  
*E-mail: Shell221@mail.ru*

The urgent for the South of Russia problem of finding estimates of the agricultural crops state is considered using satellite data in conjunction with meteorological observations concerning the wintering conditions of 2011–2012. The area to realize the proposed approach is given by Rostov region divided into municipal terrains. The snow cover state can be ascertained to be the most important for the estimates of the wintering conditions for the cereals provided the needed agronomical technologies are ensured. This is due to the influence of the snow cover state on such life important characteristics of the crops like soil temperature on their root development depth. The use of images from the Terra satellite (MODIS) with the spatial resolution of 1 km was shown to be profitable for the estimates of the snow cover state within the entire Rostov region. The thematic mapping results of satellite data processing by the maintained informative spectral channels based on the specialized software package ENVI 4.3 are represented as maps of the winter crop wintering conditions for Rostov region.

**Keywords:** remote sensing of the Earth, satellite images, GIS-projects, profitable spectral channels, meteorological data.