

ЛИТЕРАТУРА

1. Архипкин О.П. Районирование по степени опасности паводков и пожаров территории некоторых областей Казахстана по многолетним рядам данных ДЗЗ / О.П. Архипкин, Л.Ф., Спивак, Г.Н. Сагатдинова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2009. Т. 6, № 2. С. 487-496.
2. Барталев С.А. Исследование возможности оценки состояния поврежденных пожарами лесов по данным многоспектральных спутниковых измерений / С.А. Барталев, В.А. Егоров, А.М. Крылов, Ф.В. Стыценко, Т.С. Ховратович // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2010. Т. 7, № 3. С. 215-225.
3. Бураков Д.А. Автоматизированная технология мониторинга весеннего половодья на сибирских реках / Д.А. Бураков, В.Н. Копылов, В.Ю. Ромасько, Е.В. Швецова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2009. Т. 6, № 2. С. 528-534.
4. Ветров А.Л. Анализ условий развития и оценка последствий сильных шквалов в Прикамье 18 июля 2012 года / А.Л. Ветров, А.Н. Шихов // Вестник Удмуртского университета, Сер. Биология, Науки о Земле. 2013. №2. С. 89-99.
5. Егоров В.А. Мониторинг повреждений растительного покрова Северной Евразии пожарами по данным спутниковых наблюдений: автореф. дис. канд. техн. наук. М., 2006. 24 с.
6. Копылов В.Н. Космический мониторинг окружающей среды. Ханты-Мансийск: Полиграфист. 2008. 216 с.
7. Копылов В.Н. Использование данных ДЗЗ при решении региональных задач рационального природопользования / В.Н. Копылов, Г.А. Кочергин, Ю.М. Полищук, В.А. Хамедов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2009. Т. 6, №1. С. 33-41.
8. Королева Н.В. Оценка погрешности определения площадей ветровалов по космическим изображениям высокого пространственного разрешения LANDSAT-TM / Н.В. Королева, Д.В. Ершов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т.9, № 1. С. 80-86.
9. Крылов А.М. Дистанционный мониторинг состояния лесов по данным космической съемки / А.М. Крылов, Н.А. Владимирова // Геоматика. 2011. № 3. С. 53 - 58.
10. Кузьмин П.П. Процесс таяния снежного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 346 с.
11. Лебедева Н.Д. Методика краткосрочного прогноза гидрографа притока воды к водохранилищу Камской ГЭС // Труды ЦИП. Л.: Гидрометеиздат, 1963. Вып. 130. С. 87-125.
12. Спивак А.Ф. Космический мониторинг засух в Казахстане: анализ многолетних рядов данных дистанционного зондирования / А.Ф. Спивак, И.С. Витковская, М.Ж. Батырбаева, Н.Р. Муратова, А.Н. Кауазов // Земля из Космоса – наиболее эффективные решения. 2012. № 1 (13). С. 15-23.
13. Щербенко Е.В. Дистанционные методы выявления сельскохозяйственной засухи // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из Космоса. 2007. Т.4, № 2. С. 408-419.
14. Щербенко Е.В. Мониторинг засухи по данным космических съемок // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из Космоса. 2007. Т.4. № 2. С. 395-407.
15. Шихов А.Н. Исследование последствий сильных шквалов и смерчей в Пермском крае с применением данных дистанционного зондирования Земли // Географический вестник. 2013. № 1. С. 78-87.
16. Шутов В.А. Методы анализа пространственной изменчивости снегозапасов // Известия РАН, Серия географическая. 1998. №1. С. 122-132
17. Яковченко С.Г. Создание геоинформационных систем в инженерной гидрологии: дис. д-ра техн. наук. Барнаул, 2007. 406 с.
18. Kuchment L.S. Use of satellite-derived data for characterization of snow cover and simulation of snowmelt runoff through a distributed physically based model of runoff generation / L. Kuchment, P. Romanov, A. Gelfan, V. Demidov // Hydrology and Earth system science, 2010. Vol. 14. зз 339-350.

Приемы экспертного дешифрирования некоторых сельскохозяйственных культур Белгородской области

Терехин Э. А.

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет
Белгород, Россия, terekhin@bsu.edu.ru*

Approaches of expert recognition of some crops Belgorod region

Terekhin E.A.

*Belgorod State University
Belgorod, Russia, terekhin@bsu.edu.ru*

Abstract. The results of analysis of the spectral properties of some agricultural crops grown in the Belgorod region have been presented. The research is based on the analysis of satellite images with high spatial resolution of the Landsat TM, ETM +, and the results of field studies. The recommendations for the detection of specific crops have been proposed.

Картографирование структуры посевных площадей на основе спутниковой информации по настоящему дню остается актуальной задачей, несмотря на то, что эта проблема изучается с 1970-х гг. Появление новых типов спутниковых данных и средств обработки постоянно открывает новые возможности и перспективы для детектирования культур и анализа их спектральных свойств. Повышение доступности цифровых космических снимков в конце 1990-х гг. активизировало подходы по разработке методов автоматизированного дешифрирования посевов. При этом методы экспертного дешифрирования культур не утратили свою актуальность, т.к. только они позволяют дешифровщику получить наглядное и полноценное представление о спектре и отображении агрокультур на снимке, выбрать правильное направление для выбора автоматизированного анализа посевов. С учетом появления новых типов спутниковых данных, а также продуктов на их основе, экспертное дешифрирование культур должно развиваться в направлении анализа их свойств на снимках разных типов сенсоров. При этом оно должно учитывать особенности сезонного развития культур конкретных регионов.

Актуальность исследования возможностей детектирования посевов определяется во многом уникальностью сочетания культур разных регионов, ландшафтным рисунком местности и его влиянием на комбинацию спектральных свойств типов объектов земной поверхности.

На территории Белгородской области выращивается достаточно обширный набор сельскохозяйственных культур, среди которых за последние годы наибольшие площади занимают пшеница озимая, ячмень яровой, соя, сахарная свекла, кукуруза и подсолнечник [Департамент АПК, 2013]. При этом степень распаханности территории региона достигает более 60% [Авраменко, 2009]. Сельское хозяйство, таким образом, играет одну из ключевых ролей в экономике области. В связи с этим возникает необходимость в разработке эффективной региональной системе мониторинга посевов.

Ранее были изучены спектральные свойства многих сельскохозяйственных Белгородской области [Терехин, 2012, Терехин, 2013], в том числе предложены подходы для автоматизированного дешифрирования типов сельскохозяйственной растительности на основе различных типов спутниковых данных. Это позволило выбрать эффективные подходы по детектированию типов посевов и анализу их состояния. В настоящей работе изложены подходы по экспертному детектированию посевов на основе различных типов спутниковой информации. Показаны возможности применения продуктов MOD13Q1 [LPDAAC] в совокупности с анализом снимков серии Landsat TM, ETM+, LDCM для выявления посевов озимой пшеницы, кукурузы, сои и подсолнечника. Были разработаны эффективные схемы дешифрирования перечисленных культур. Теоретической основе всех разработанных приемов послужили особенности сезонного развития культур и динамики их спектральных свойств. В разработку методик дешифрирования также положены результаты полевых обследований всех типов анализируемых культур на протяжении вегетационного периода 2010, 2011 и 2012 гг. на территории Чернянского и Новооскольского административных районов Белгородской области.

Озимые культуры

Спектральные свойства озимых культур принципиально отличаются от всех остальных [Терехин, 2013]. Из озимых культур на территории Белгородской области выращивается пшеница и в незначительном количестве рожь и тритикале. На основе проведенных исследований установлено, что дешифрирование посевов на начальном этапе целесообразно проводить экспертным способом, результаты которого послужат основой для разработки методики автоматизированного обнаружения посевов. Целесообразно делать вывод о наличии озимых на поле, рассматривая поле одновременно на снимках за разные даты и по разным спутниковым данным.

Высокую эффективность обнаружения посевов озимых показал прием, основанный на совместном использовании снимков Landsat и продуктов MOD13Q1 [LPDAAC]. Для дешифрирования озимых целесообразно использовать снимки Landsat, сделанные за два сезона. Во-первых, за период активного набора зеленой фитомассы (например, 20 мая 2012 г.) во-вторых, за период сразу после уборки урожая или, когда урожай уже поспел, но еще не убран и поле еще не распаханно (14 июля 2012 г.). Полевые наблюдения заключались в оценке реального состояния посевов озимых культур за разные сроки и параллельном анализе отображения культур на снимках (рисунок 1,2).



Рисунок 1 – Отображение пшеницы озимой на июньском снимке Landsat-5 (2 июня, комбинация 7-5-3) и реальное состояние посевов (5 июня)



Рисунок 2 – Отображение пшеницы озимой на июльском снимке Landsat-7 (14 июля, комбинация 7-5-3) и реальное состояние посевов (17 июля)

Комбинация каналов 7-5-3 включает диапазоны спектра двух средних инфракрасных диапазонов и красного, видимого диапазона и в процессе экспериментальных исследований установлено, что является наиболее эффективной для анализа посевов сельскохозяйственных культур [Терехин, 2012].

В анализе, таким образом, участвуют одновременно 3 снимка. Установлено, что в эти периоды озимая пшеница наиболее контрастно выделяется среди остальных культур. Анализировать снимки более поздних дат для анализа посевов озимых не имеет смысла, т.к. уборка озимых в Белгородской области заканчивается во второй половине июля. Параллельно со снимками Landsat необходимо анализировать растр значений индекса NDVI в виде продукта MOD13Q1 за период сразу после схода снега (6 апреля 2012 г.). Раскрашенные в цветовую гамму значения индекса позволяют выявлять поля, на которых сразу после схода снега наблюдаются повышенные значения NDVI, т.е. поля, на которых произрастают озимые культуры. Анализ отображения спектральных свойств озимых культур позволил разработать схему идентификации их посевов по серии разновременных спутниковых данных (рисунок 3). Необходимо отметить, что на рисунке 3 и на всех аналогичных схема рассмотрены приемы дешифрирования культур на примере сезона 2012 года. При этом сроки дешифрирования (периоды в пределах отдельных месяцев) остаются примерно одинаковыми при экстраполяции схем на другие годы.



Рисунок 3 – Методика дешифрирования посевов пшеницы озимой

Таким образом, совместное использование разновременных снимков Landsat с продуктами MOD13Q1 позволяет эффективно анализировать посевы озимых культур.

Дешифрирование сои

Посевы сои в Белгородской области в последние годы занимают одно из ведущих мест. Соя, как и многие другие культуры, высеваемые весной, отличается от озимой пшеницы сроками набора зеленой фитомассы и созревания, что находит отражение на отображении сои на снимках. К примеру, в мае-июне поля под соей еще только засеяны и выглядят как оголенная почва (рисунок 4, 5), мало отличаясь от других культур, высеваемых весной. В связи с этим для дешифрирования посевов сои целесообразно использовать снимки более поздних сроков. Существенную сложность представляет то, что значения спектральных индексов сои в период набора фитомассы близки к значениям сахарной свеклы и подсолнечника и кукурузы.



Рисунок 4 – Отображение сои на июньском снимке Landsat-5 (2 июня, комбинация 7-5-3) и реальное состояние посевов (5 июня). Наглядно видно малое проективное покрытие



Рисунок 5 – Отображение сои на июльском снимке Landsat-7 (14 июля 2012 г., комбинация 7-5-3) и реальное состояние посевов (17 июля)

Тем не менее, установлено, что по снимкам Landsat соя эффективно дешифрируется по период набора зеленой фитомассы в сроки первой половины, середины июля (7 июля, 14 июля 2012 г.). Корректировка результатов проводилась по снимкам середины весны, для удостоверения того, что почва в это время была еще оголена, и периода конца июля, первой половины августа (30 июля 2012 г., 8 августа 2012 г.). Таким образом, установлено, что экспертным способом соя эффективно дешифрируется по снимкам Landsat TM/ETM+, сделанным в первой половине, середине июля с корректировкой на конец июля, начало августа. Продукты MOD13Q1 для дешифрирования сои можно не привлекать, либо привлекать для контроля повышенных значений NDVI на полях, характеризующихся активной вегетацией. Таким образом, в силу специфики спектральных свойств сои для анализа ее посевов целесообразно использовать только снимки с пространственным разрешением не хуже 30 м/пиксель (рисунок 6).

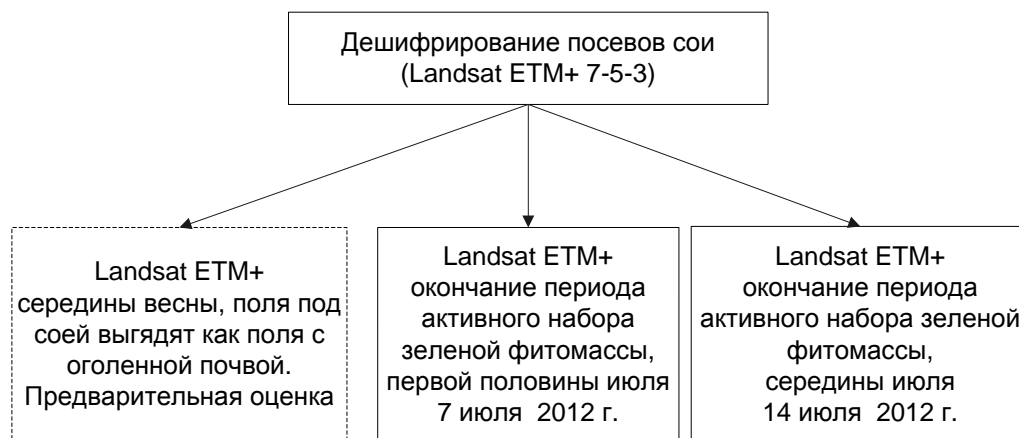


Рисунок 6 – Методика дешифрирования посевов сои

Дешифрирование сахарной свеклы

Несмотря на то, что сахарная свекла, соя, подсолнечник и некоторые другие культуры начинают активно вегетировать в близкие сроки, дешифрирование сахарной свеклы облегчается тем, что из анализа исключаются поля с озимой пшеницей и соей. Это сокращает плоскость поиска и в предстоящем автоматизированном дешифрировании окажет существенную помощь. Сахарная свекла характеризуется тем, что из всех сельскохозяйственных культур, выращиваемых на территории Белгородской области, дольше всех сохраняет высокое содержание хлорофилла. В связи с этим для идентификации посевов сахарной свеклы можно использовать снимки начала сентября. Более поздние снимки будут менее пригодны, т.к. в связи с уменьшением угла падения солнечных лучей повышается затененность объектов, что существенно проявляется на сентябрьских снимках.

Дешифрирование подсолнечника

Посевы подсолнечника достаточно эффективно дешифрируются в период окончания набора зеленой фитомассы по снимкам Landsat ETM+. Т.е. в тот же период, что и соя – первая половина и середина июля (7,14 июля 2012 г.). Предварительная оценка полей осуществляется по майским снимкам (20 мая 2012 г.). Как и соя, в начале июня, посевы подсолнечника характеризуются малым объемом зеленой фитомассы, низким проективным покрытием растительности и как следствие, в спектре его полей в этот период ключевую роль играет почва, на которой он произрастает. Из рисунка 7 видно, что именно почва формирует основную часть спектра отражения в этот период.



Рисунок 7 – Отображение подсолнечника на июньском снимке Landsat-5 (2 июня, комбинация 7-5-3) и реальное состояние посевов (5 июня)

В связи с этим основные исследования спектральных отражательных свойств подсолнечника должны приходиться на период, когда зеленая фитомасса будет играть доминирующую роль в формировании спектра отражения. Соответственно, проективное покрытие также должно быть не менее 75-80%. Из рисунка 7 также видно, что поля с подсолнечником в этот период характеризуются повышенной яркостью, осложняющей их дешифрирование.

К концу сентября – началу октября подсолнечник практически полностью теряет зеленую фитомассу и на снимках его посевы мало отличаются от вспаханных полей (рисунок 8).



Рисунок 8 – Посевы подсолнечника 29 сентября. Отсутствие зеленой фитомассы формирует спектр, близкий к оголенной почве, которая хорошо видна на фотографии

В целом подсолнечник дешифрируется уверенней, чем сахарная свекла, приблизительно так же, как соя. На основе использования серии снимков высокого пространственного разрешения разработан подход, позволяющий эффективно картографировать поля с посевами подсолнечника (рисунок 9).

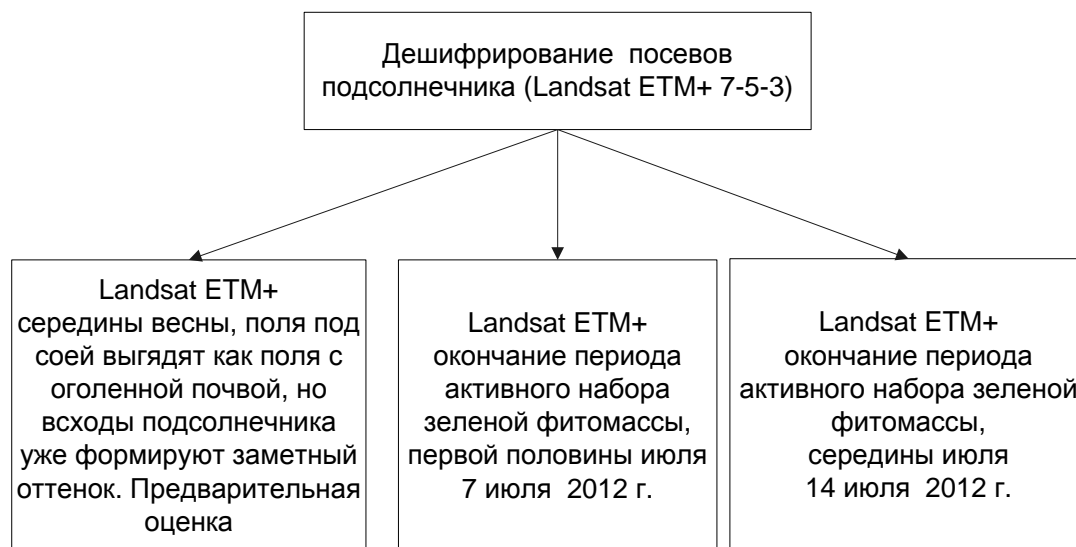


Рисунок 9 – Методика дешифрирования посевов подсолнечника

Таким образом, на основе различных типов спутниковых данных предложены подходы, которые могут быть применены для экспертного дешифрирования посевов сельскохозяйственных культур, типичных для Белгородской области и Центрального Черноземья.

Исследование выполнено при поддержке гранта Президента Российской Федерации № МК-2170.2014.5

Список литературы

1. Авраменко П.М., Акулов П.Г., Анисимов А. И. и др. Состояние окружающей среды и использование природных ресурсов Белгородской области в 2007 году: справочное пособие; под. ред. С.В. Лукина. – Белгород: Константа, 2008. – 276 с.
2. Департамент агропромышленного комплекса. 2013. <http://belapk.ru>.
3. Продукты MODIS-LAND <http://modis-land.gsfc.nasa.gov>.
4. Терехин Э.А. Анализ спектральных свойств сельскохозяйственной растительности Белгородской области по спутниковым данным MODIS / Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: естественные науки. – 2013.– №10 (153), вып. 23 С. 150-156.
5. Терехин Э.А. Спектральные отражательные свойства сельскохозяйственной растительности Белгородской области (по материалам космической съемки) // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: естественные науки. – 2012.– №15 (134), вып. 20. С.188-193.