
**ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА**

**ОЦЕНКА СЕЗОННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА (NDVI)
ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

© 2015 г. Э. А. Терехин

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Федерально-региональный центр аэрокосмического и наземного мониторинга объектов
и природных ресурсов, Белгород*

E-mail: terekhin@bsu.edu.ru

Поступила в редакцию 26.02.2014 г.

Изложены результаты исследования сезонных значений вегетационного индекса NDVI для картографирования и изучения состояния с.-х. культур, выращиваемых на территории Белгородской области и типичных для Центрального Черноземья: пшеницы озимой, ржи, сои, сахарной свеклы, подсолнечника, кукурузы, ячменя и овса. Результаты получены на основе анализа информации, собранной с 1200 полей, расположенных в различных частях Белгородской области. Значения вегетационного индекса получены на основе продуктов MOD13Q1. Изучено сезонное изменение NDVI сельскохозяйственных культур за 2012 г. Изложены рекомендации по применению сезонных значений индекса для анализа конкретных сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: NDVI, MODIS, сельскохозяйственные культуры, вегетационные индексы, Белгородская область

DOI: 10.7868/S0205961415010108

ВВЕДЕНИЕ

Одно из важных направлений мониторинга земель с.-х. назначения связано с разработкой подходов по применению спектральных (вегетационных) индексов для автоматизированного картографирования и оценки состояния посевов (Барталев, 2013). С начала 2000-х годов с появлением ежедневно поставляемых снимков, получаемых аппаратурой MODIS, установленной на спутниках Terra и Aqua, появилась возможность регулярного анализа спектральных характеристик природных объектов. Особую актуальность представляет регулярный мониторинг спектра для с.-х. растительности, которая интенсивно меняет свое состояние и спектральные свойства на протяжении вегетационного сезона.

Подходы к спутниковому исследованию спектральных свойств с.-х. растительности начали разрабатывать с 1980-х годов (Кондратьев, 1980; Горюжанкина, 1984; Буга, 1986; Борисоглебский, 1990). С этого времени развивается разработка методов по применению вегетационных индексов для анализа посевов (Кондратьев, 1986; Гарелик, 1989). Современный этап исследования спектральных свойств с.-х. культур связан с развитием методов по применению цифровых спутниковых снимков для картографирования отдельных типов посевов,

их биофизических параметров и особенностей развития (Терехов, 2010; Клещенко, 2011; Кусуль, 2012). К настоящему времени разработаны системы мониторинга и интернет-сервисы, позволяющие на глобальном уровне анализировать состояние растительности (LPDAAC, Fieldlook). По спутниковым данным изучены спектральные свойства посевов отдельных регионов (Повх, 2006; Жукова, 2007), предложены методики совместного применения различных спутниковых данных для оценки состояния растительности. Основной упор в перечисленных исследованиях сделан на разработку и апробацию подходов по анализу коэффициентов спектральной яркости и отдельных спектральных индексов с.-х. растительности. В ряде исследований (Нейштадт, 2006; Брыскин, 2010) показана специфичность спектральных свойств агрокультур, произрастающих в регионах, отличающихся природными и агроклиматическими условиями, что обуславливает необходимость детального изучения спектральных характеристик их посевов.

Интенсивное изменение спектральных свойств культур обуславливает необходимость исследования сезонных значений вегетационных индексов и выявления периодов, наилучшим образом позволяющих детектировать и анализировать посевы конкретных с.-х. регионов. Значения вегетационных

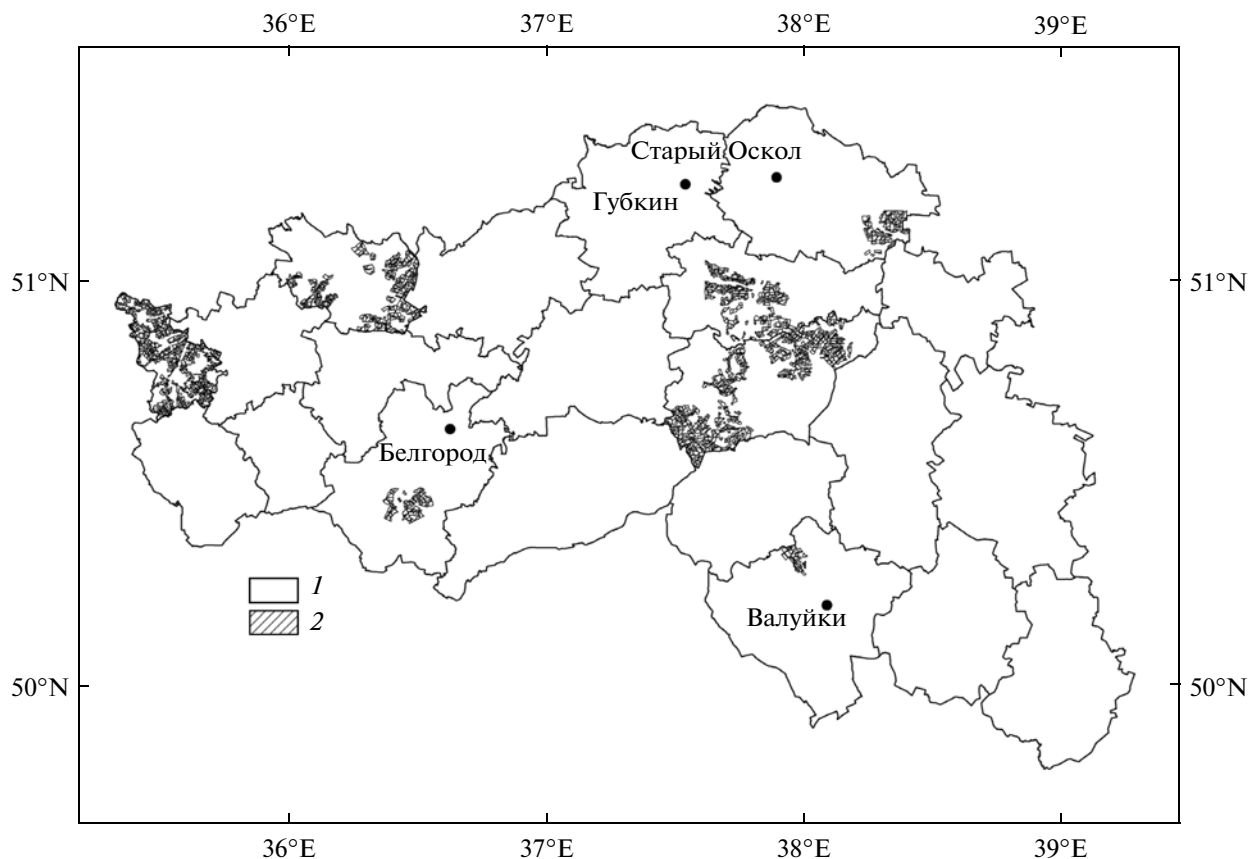


Рис. 1. Расположение тестовых полей на территории Белгородской области: 1 – границы области и административных районов; 2 – тестовые поля.

индексов (NDVI, EVI), получаемые регулярно с интервалом в 16 дней и распространяемые службой LPDAAC в виде продуктов MOD13Q1, могут быть использованы для анализа динамики спектральных свойств конкретных полей. Установив сезонные значения NDVI, наиболее информативные для дешифрирования с.-х. культур, можно по значениям индекса осуществлять разделение посевов культур друг от друга, выполнять мониторинг площадей посевов, анализировать тренды многолетних изменений. Таким образом, задача исследования заключалась в детальном изучении сезонных значений NDVI для набора сельскохозяйственных культур, выращиваемых в Белгородской области, выявлении сезонных значений индекса, эффективных для автоматизированного дешифрирования и анализа конкретных культур или их групп.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Достоверный анализ спектральных характеристик посевов региона требовал выполнения ряда условий. К ним относятся:

- 1) создание репрезентативной выборки полей с посевами агрокультур. При этом желательно расположение анализируемых полей (тестовых полигонов) в различных частях региона;
- 2) исследование спектрального отклика внутри конкретных полей;
- 3) анализ спектральных свойств посевов на протяжении всего периода вегетационной активности.

Решение поставленной задачи обуславливало необходимость сбора обширного репрезентативного материала о составе и структуре посевных площадей в различных районах Белгородской области, совместного использования методов обработки спутниковых данных, геоинформационных технологий и методов математической статистики. Для получения экспериментальных данных была изучена информация о структуре посевных площадей 2012 г. с 1236 полей, находящихся в семи административных районах Белгородской области (рис. 1), общей площадью около 70000 га (табл. 1).

Объективное исследование спектральных характеристик конкретных с.-х. полей требовало создания их векторного слоя, который позволил

Таблица 1. Сведения об анализируемых посевных площадях

№	Культура	Число полей	Площадь, га	Средний размер поля, га
1	Озимая пшеница	410	24763	60
2	Соя	297	17163	57.8
3	Сахарная свекла	133	8712	65
4	Многолетние травы	61	1163	19
5	Ячмень	27	1645	61
6	Овес	40	2088	52
7	Подсолнечник	95	5092	53
8	Кукуруза	153	7356	48
9	Озимая рожь	20	1716	85
	Всего	1236	69698	56.4

бы проанализировать значения NDVI внутри контуров посевных площадей. С этой целью были использованы снимки Landsat ETM+ с пространственным разрешением 15–30 м/пиксел сезона 2012 г. Снимки Landsat-5, 7 позволяют анализировать изменения в растительном покрове на участках площадью 4–5 га (Терехин, 2013), что делает возможным их использование для оценки изменений спектральных характеристик отдельных полей. Векторный слой полей включал их контуры, информацию о площади и типе растительности за 2012 г.

Снимки Landsat также были применены для экспертного анализа спектральных свойств посевов, а непосредственное изучение сезонных значений NDVI было выполнено на основе продуктов MOD13Q1 (NASA LPDAAC), полученных на основе снимков MODIS и представляющих композитные изображения, т.е. усредненные за 16 дней значения вегетационного индекса. Композитные изображения формируются на основе ряда наблюдений за выбранный интервал времени (в нашем случае – за 16 суток) таким образом, что элементы изображения заполняются только безоблачными измерениями. Созданию композитных изображений предшествует этап атмосферной корректировки (Vegetation Indices, 2012), поэтому продукты MOD13Q1 представляют возможность объективного анализа динамики спектральных свойств посевов. В тоже время применение продуктов MOD13Q1 ограничено средним пространственным разрешением (250 м/пиксел), что не позволяет анализировать спектр небольших полей, площадью менее 20 га, которые, однако, составляют менее 4% от общей площади полей Белгородской области. Все спутниковые данные были переведены в систему координат WGS84 и проекцию UTM Zone37.

В настоящем исследовании были изучены значения NDVI за 16 временных срезов с 5 марта по 31 октября 2012 г. Элементарной единицей иссле-

дования выступали с.-х. поле или его рабочий участок, характеризующийся однородным типом растительности.

Для ответа на вопрос, значения NDVI какого периода наиболее эффективны для детектирования конкретных культур, необходимо оценить средние значения индекса каждой культуры за все анализируемые временные срезы, а затем определить, в какой период, или периоды, значения NDVI культур различаются максимально. Соответственно значения индекса этого периода целесообразно будет использовать для детектирования посевов. Указанная проблема может быть представлена как задача однофакторного дисперсионного анализа, где оценивается, насколько фактор “состав структуры посевов” влияет на значения NDVI отдельных временных срезов. Независимой переменной выступает состав посевных площадей, а зависимой – сезонные значения вегетационного индекса.

Сезонные значения индекса NDVI за все 16 временных срезов, соответствующие конкретным полям, были рассчитаны методом зональной статистики в программном комплексе ERDAS IMAGINE 2013, а ГИС-проект, интегрирующий векторные данные о структуре посевов и растровые данные значений вегетационного индекса, был подготовлен с помощью геоинформационной системы ArcGIS 9.3.1. В процессе расчета значения индекса усреднялись в границах полей. Таким образом, по каждому из 1236 проанализированных полей был получен набор значений вегетационного индекса за 16 дат. Математико-статистический анализ данных был выполнен в программе STATISTICA 10.0 и заключался в сравнении между собой средних значений NDVI агрокультур для каждого временного среза, оценке степени влияния типов посевов на сезонные значения индекса.

Принципиальная схема исследования (рис. 2) включала, таким образом, комплекс этапов от



Рис. 2. Схема исследования сезонных значений NDVI.

расчета и анализа сезонных значений вегетационного индекса до разработки методики применения значений NDVI для детектирования и анализа с.-х. культур. Задача детектирования групп культур была рассмотрена в связи со сложностью эффективного выделения отдельных культур.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Обширный экспериментальный материал позволил изучить сезонное изменение значений NDVI с.-х. культур, выращиваемых на территории Белгородской области (рис. 3). Анализ графиков динамики значений индекса позволил получить наглядное представление об особенностях развития каждой культуры, так как NDVI коррелирует с зеленой фитомассой и продуктивностью. Для удобства анализа все значения индекса, представляющего безразмерную величину, были умножены на 10000.

Кроме того, сопоставление сроков повышения или снижения значений индекса позволило сделать предварительные выводы о том, какие периоды могут быть использованы для детектирования конкретных культур. Оценка графиков сезонной динамики NDVI с.-х. культур показала, что в отдельные сроки значения индекса некоторых типов посевов должны существенно отличаться от остальных. Например, в апреле поля, на которых произрастают озимая пшеница и многолетние травы, имеют значительно более высокие значения NDVI, чем все остальные поля, что обусловлено тем, что эти культуры находятся на них с осени и ранней весной уже имеют определенный объем зеленой фитомассы.

Детальная оценка взаимного различия средних значений индекса культур в каждый срок исследования путем анализа F -критерия и наименьшей существенной разности позволила ответить на вопрос, в какие сроки значения NDVI культур максимально отличаются друг от друга. Чем выше степень отличия значений индекса конкретной культуры от всех остальных, тем выше вероятность ее эффективного детектирования.

Сопоставление степени достоверности различия значений NDVI культур для каждого сезона по методу наименьшей существенной разности (табл. 2) позволило выявить сроки, теоретически наиболее оптимальные для детектирования отдельных культур. При анализе использовался повышенный уровень значимости (0.01 вместо 0.05) для обеспечения максимальной точности оценки. Необходимо отметить, что озимая пшеница и озимая рожь с середины июля отсутствуют на полях, так как к этому времени их урожай уже убран. Тем не менее для полей, на которых они произрастали, были рассчитаны значения индекса на протяжении всего интервала исследований. Это было необходимо для анализа изменения NDVI полей после уборки урожая и его сопоставления со значениями NDVI других посевов.

Из данных табл. 2 можно сделать вывод, что для детектирования каждой культуры должны быть оптимальные сроки. Исходя из наших экспериментальных данных, для озимой пшеницы это 6, 22 апреля, 11 июля; для сахарной свеклы – 12 августа; для подсолнечника – 13 сентября; для многолетних трав – 5 марта, 11, 27 июля; для ячменя – 24 мая; для овса – 11 июля; для кукурузы – 12 августа; для озимой ржи – 21 марта, 6 апреля, 9, 25 июня.

Полученные результаты указывают на высокую степень отличия средних значений индекса в отдельные периоды времени, что подтверждает влияние фактора “состав посевов” на значения NDVI. Но это еще не гарантирует надежное выделение культур на основе значений индекса в указанные сроки, так как значения NDVI с.-х. культур могут существенно варьировать вокруг своих средних значений, т.е. иметь высокую дисперсию и стандартное отклонение.

Сопоставление средних значений NDVI с.-х. культур с учетом стандартного отклонения за каждую анализируемую дату показало, что относительно высокие значения стандартных отклонений будут осложнять детектирование культур. Например, анализ средних значений индекса с учетом стандартного отклонения (рис. 4) дает представление о том, что стандартное отклонение значений индекса характеризуется существенным варьированием, а на практике это будет затруднять применение NDVI для автоматизированного выделения культур.

Тем не менее анализ графиков сезонных значений индекса, подобных графику на рис. 4 за каж-

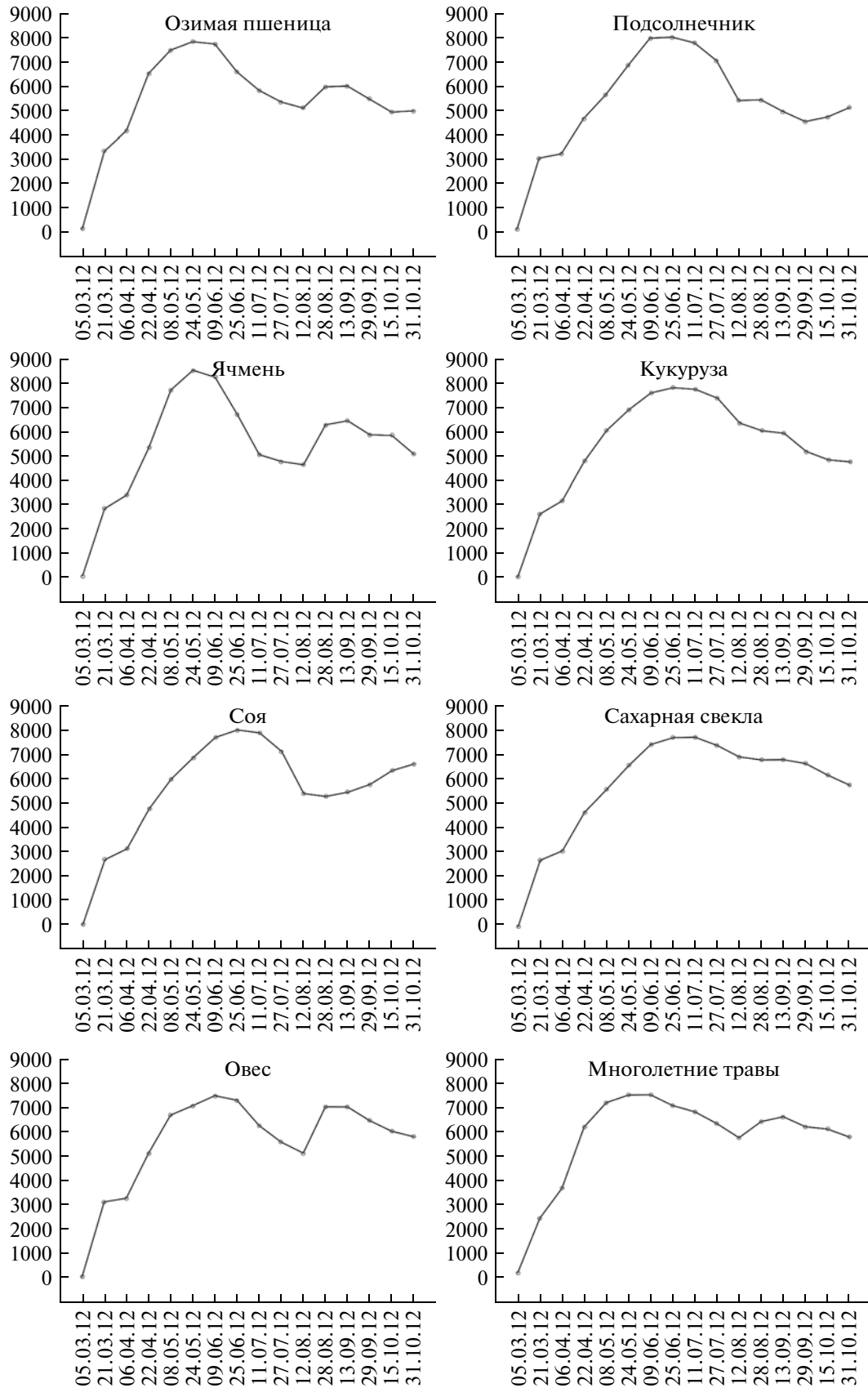


Рис. 3. Сезонное изменение значений NDVI с.-х. культур Белгородской области (значения NDVI умножены на 10000).

Таблица 2. Достоверность взаимного отличия средних значений NDVI с.-х. культур в разные периоды времени

Дата	Озимая пшеница	Соя	Сахарная свекла	Подсолнечник	Многолетние травы	Ячмень	Овес	Кукуруза	Озимая рожь
05.03.2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0
21.03.2012	0	0	0	0	0	0	0	0	1
06.04.2012	1	0	0	0	0	0	0	0	1
22.04.2012	1	0	0	0	0	0	0	0	0
08.05.2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24.05.2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0
09.06.2012	0	0	0	0	0	0	0	0	1
25.06.2012	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11.07.2012	1	0	0	0	1	0	1	0	0
27.07.2012	0	0	0	0	1	0	0	0	0
12.08.2012	0	0	1	0	0	0	0	1	0
28.08.2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.09.2012	0	0	0	1	0	0	0	0	0
29.09.2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.10.2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.10.2012	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Примечание. * Уровень значимости – 0.01; 1 – достоверное отличие от остальных культур; 0 – отсутствие достоверного отличия.

дый анализируемый временной срез, позволил сделать вывод о возможности применения индекса для детектирования не отдельных культур, а их групп, близких по значениям NDVI. Например, озимые пшеница и рожь имеют близкие значения NDVI и созревают раньше всех. В середине апреля их спектр и спектр многолетних трав макси-

мально отличаются от спектра всех остальных посевов (рис. 4), т.е. автоматизированное дешифрирование этой группы культур теоретически должно быть возможным на основе апрельских значений индекса.

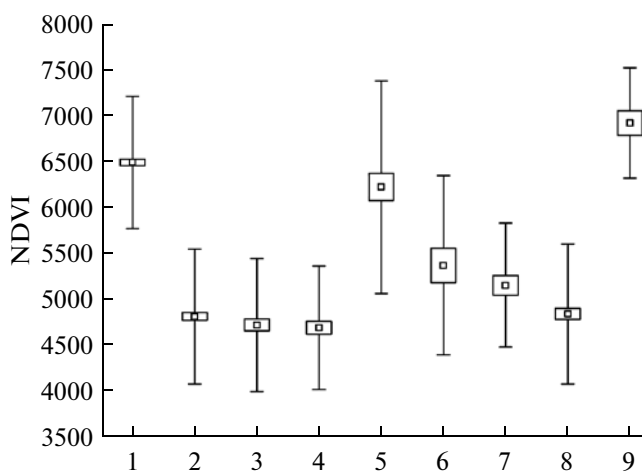
Дальнейший анализ сезонных значений агрокультур позволил установить, что в одну группу целесообразно объединить культуры, высеваемые весной и убираемые в августе–сентябре–октябре. На территории Белгородской области к ним относятся соя, сахарная свекла, подсолнечник и кукуруза. На графике среднеиюльских значений индекса они показывают очень близкие значения NDVI, которые при этом отличаются от всех остальных посевов.

Последнюю группу культур формируют ячмень и овес, высеваемые весной и убираемые на две недели позже озимых культур. Для повышения эффективности детектирования отдешифрированные посевы следует исключать из пространства значений NDVI при детектировании следующих групп культур.

Анализируя, таким образом, сезонные значения NDVI для агрокультур, выращиваемых в Белгородской области, можно установить последовательность дешифрирования групп посевов, приведенную ниже.

1. Озимые культуры (пшеница и рожь) и многолетние травы.

2. Технические культуры (соя, сахарная свекла, подсолнечник) и кукуруза.



□ Среднее □ Среднее ± ст. ош. I Среднее ± ст. откл.

Рис. 4. Средние значения NDVI агрокультур 22 апреля 2012 г.: 1 – озимая пшеница; 2 – соя; 3 – сахарная свекла; 4 – подсолнечник; 5 – многолетние травы; 6 – ячмень яровой; 7 – овес; 8 – кукуруза; 9 – озимая рожь. Значения NDVI умножены на 10000.

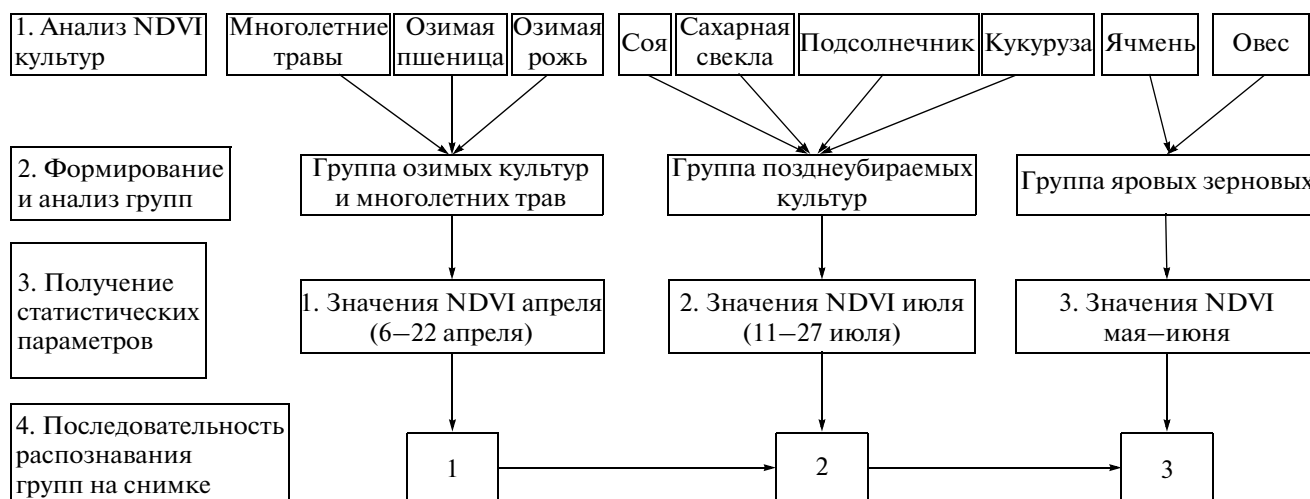


Рис. 5. Технологическая схема последовательного дешифрирования групп с.-х. культур.

3. Яровые культуры: ячмень, овес.

Предложенный подход, основанный на объединении с.-х. культур в группы по близости значений NDVI с их последующим дешифрированием (рис. 5), был проверен путем математико-статистической оценки различий средних значений сформированных групп агрокультур. Количественная и графическая оценки средних значений NDVI предложенных групп с.-х. культур подтвердили возможность эффективного применения значений индекса для их автоматизированного дешифрирования.

Установлено, что группа технических культур (группа 2) будет уверенно дешифрироваться по июльским снимкам, в том числе по изображению NDVI одной конкретной даты без привлечения серий временных значений. Группа озимых культур и многолетних трав будет выделяться по апрельским значениям индекса. Наибольшую проблему представляет дешифрирование яровых культур, так как ни на одну из анализируемых дат не найдено уверенного различия между NDVI этой группы и NDVI остальных групп культур. В то же время предложенный подход позволяет решить эту проблему путем последовательного исключения из пространства изображения ранее отдешифрированных групп агрокультур и применения векторного слоя с.-х. полей, т.е. по изображениям NDVI июля месяца можно эффективно выделить и посевы яровых культур, при условии, что озимые и многолетние травы уже отдешифрированы и участки изображения, соответствующие им, исключены из анализа.

Таким образом, предложенный подход позволяет решить проблему дешифрирования групп культур, что является его преимуществом. Он

должен особенно эффективно работать в районах, где присутствует один тип озимых культур, например озимая пшеница, и отсутствуют, либо представлены крайне незначительно, поля с многолетними травами. Однако он не до конца решает проблему детектирования отдельных культур. Для решения этой проблемы, по всей видимости, целесообразно использовать способы, основанные на дешифрировании данных высокого пространственного разрешения, например, Landsat TM, ETM+, LDCM.

ВЫВОДЫ

В процессе исследования сезонных значений вегетационного индекса NDVI с.-х. культур, типичных для Белгородской области, получены следующие выводы.

1. Сезонная динамика значений NDVI всех анализируемых культур может являться основой для разработки подходов по применению спектральных характеристик для детектирования и оценки состояния с.-х. растительности.

2. Средние значения NDVI с.-х. культур характеризуются отличием друг от друга в отдельные сроки периода вегетационной активности, однако, несмотря на это, высокие значения дисперсий индекса осложняют его применение для автоматизированного детектирования отдельных культур.

3. Наиболее существенно отличаются от остальных значения NDVI озимой пшеницы и ржи в период апреля, что позволяет использовать соответствующие значения индекса для автоматизированного детектирования этих культур. Однако наличие большого количества полей с многолетними травами будет осложнять применение этого условия.

4. NDVI многолетних трав на протяжении вегетационного сезона периодически переключается с NDVI всех с.-х. культур, находящихся в стадии активной вегетации, осложняя дешифрирование большинства типов с.-х. растительности.

5. При проведении автоматизированного дешифрирования целесообразно объединять культуры по группам, близким по спектральным характеристикам в отдельные периоды своего развития (например, озимые культуры и многолетние травы), и детектировать их, а уже потом, на основе снимков высокого пространственного разрешения, осуществлять более детальное дешифрирование конкретных с.-х. культур.

6. Наиболее оптимальной является следующая последовательность дешифрирования групп агрокультур по значениям NDVI, при условии, что культуры каждой предыдущей группы исключаются из пространства изображения, используемого при дешифрировании: 1) озимые культуры и многолетние травы; 2) соя, сахарная свекла, подсолнечник, кукуруза; 3) яровой ячмень и овес.

7. После автоматического детектирования конкретной группы агрокультур необходимо провести верификацию результатов по данным Landsat или аналогичным многозональным данным близкого пространственного разрешения. Это обусловлено тем, что автоматизированное дешифрирование, несмотря на учет множества факторов, нуждается в экспертной проверке. В то же время стоит отметить, что предложенный способ выделения групп агрокультур сводит к минимуму экспертную проверку результатов и анализ данных высокого пространственного разрешения.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Барталев С.А., Луян Е.А.* Исследования и разработки ИКИ РАН по развитию методов спутникового мониторинга растительного покрова // Совр. пробл. дист. зондир. Земли из космоса. 2013. Т. 10. № 1. С. 197–214.
- Борисоглебский Г.И., Гулинова О.А., Карасев А.Б., Чарыева И.В.* О подходе к изучению особенностей развития зерновых культур для задач дистанционного зондирования // Исслед. Земли из космоса. 1990. № 2. С. 66–69.
- Брыскин В.М., Евтюшкин А.В., Рычкова Н.В.* Прогнозирование урожайности зерновых культур на основе данных дистанционного зондирования и моделирования биопродуктивности // Изв. Алтайского гос. ун-та. 2010. № 1–2. С. 89–93.
- Буга С.Ф., Яновская Е.А., Яновский А.Ф., Ушкевич Л.А.* Дистанционные спектрометрические методы оценки состояния озимой ржи после перезимовки // Исслед. Земли из космоса. 1986. № 3. С. 71–76.
- Гарелик И.С.* Определение динамики развития растительности по производной вегетационного индекса // Исслед. Земли из космоса. 1989. № 3. С. 61–65.
- Горюжанкина С.М., Константинов В.Д.* Некоторые принципы оценки растительных ресурсов с помощью аэрокосмических материалов // Растительные ресурсы. 1984. Вып. 3. Т. XX. С. 297–301.
- Клещенко А.Д., Найдина Т.А.* Использование данных дистанционного зондирования для моделирования физиологических процессов растений и прогнозирования урожайности // Совр. пробл. дист. зондир. Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 1. С. 170–177.
- Кондратьев К.Я., Федченко П.П.* Опыт распознавания некоторых сельскохозяйственных культур по их спектрам отражения // Исслед. Земли из космоса. 1980. № 5. С. 50–55.
- Кондратьев К.Я., Федченко П.П.* Спектральная отражательная способность и распознавание растительности. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 216 с.
- Куссуль Н.Н., Кравченко А.Н., Скакун С.В., Адаменко Т.И., Шелестов А.Ю., Колотий А.В., Грипич Ю.А.* Регрессионные модели оценки урожайности сельскохозяйственных культур по данным MODIS // Совр. пробл. дист. зондир. Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 1. С. 95–107.
- Нейштадт И.А., Барталев С.А., Луян Е.А., Савин И.Ю.* Классификация некоторых типов сельскохозяйственных посевов в южных регионах России по спутниковым данным MODIS // Исслед. Земли из космоса. 2006. № 3. С. 68–75.
- Повх В.И., Гарбузов Г.П., Шляхова Л.А.* Космический мониторинг сельскохозяйственных угодий Ростовской области // Исслед. Земли из космоса. 2006. № 3. С. 89–96.
- Терехов А.Г.* Эмпирические зависимости между элементами продуктивности яровой пшеницы северного Казахстана и спектральными характеристиками полей по данным EOS MODIS в сезонах 2005–2009 // Совр. пробл. дист. зондир. Земли из космоса. 2010. Т. 7. № 3. С. 305–314.
- Терехин Э.А.* Способ картографирования многолетних изменений в лесах на основе анализа их спектральных характеристик по рядам разновременных спутниковых данных // Исслед. Земли из космоса. 2013. № 5. С. 62–69.
- Жукова Е.Ю., Шевырногов А.П., Жукова В.М., Зоркина Т.М., Пугачева И.Ю.* Сезонная динамика продуктивности агроценозов юга Минусинской котловины // Вестн. Томского гос. ун-та. 2007. № 323. С. 354–357.
- Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC) <https://lpdaac.usgs.gov/>
- Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250 m MOD13Q1. LPDAAC. https://lpdaac.usgs.gov/products/modis_products_table/mod13q1

Estimation of Seasonal NDVI Values for the Detection and Analysis of Crop Conditions

E. A. Terekhin

Federal And Regional Centre For Aerospace Monitoring Of Natural Resources, Belgorod State University, Belgorod

The results of investigation seasonal NDVI values of the spectral index for mapping and studying the state of crops grown in the Belgorod region and typical of the Central Chernozemye: winter wheat, rye, soybean, sugar beet, sunflower, corn, barley and oats have been presented. The results from the analysis of information collected from 1,200 fields, located in different parts of the Belgorod region have been obtained. The values of the spectral index from products MOD13Q1 have been derived. Seasonal changes in the spectrum of crops in 2012 have been studied. Recommendations on the use of seasonal index values for the analysis of specific crops have been stated.

Keywords: NDVI, MODIS, crops, vegetation indices, Belgorod region