

Оценка влияния незерновых культур на спутниковый прогноз урожайности пшеницы в Северном Казахстане

А.Г. Терехов

*Институт космических исследований
ул. Шевченко, 15, Алматы, 050010, Казахстан
E-mail: aterekhov1@yandex.ru*

Проанализировано влияние не зерновых культур на спутниковый прогноз производства зерна в зонах монокультурного выращивания яровой пшеницы в Северном Казахстане. Прогноз продуктивности зерновых культур основывается на построении маски ярового сева и определении через нее величин спутниковых вегетационных индексов в период максимума зеленой биомассы. Попадание в маску полей не зерновых культур искажает среднее значение вегетационного индекса и таким образом влияет на прогноз урожайности. В сезоне 2007 года были определены средние различия вегетационного индекса MODIS/WDVI между пшеницей и не зерновыми культурами и оценен масштаб искажений на прогнозную урожайность. Показано, что при доле не зерновых культур менее 10 % в условиях Северного Казахстана завышение прогнозной урожайности остается в пределах 10%, не превышая уровня 1 ц/га.

Введение

В областях Северного Казахстана яровые зерновые культуры фактически являются монокультурой [1]. Не более 10 % площадей отводится под другие однолетние культуры, такие как: кукуруза, гречиха, рапс, подсолнечник и пр., табл. 1. Прогноз урожайности зерновых культур в интересах министерства сельского хозяйства Казахстана строится на основе эмпирических зависимостей: спутниковый вегетационный индекс – урожайность зерновых. Используется вегетационный индекс WDVI – Weighted Difference Vegetation Index [2], который строится на базе июльских данных EOS MODIS (1, 2 канал, разрешение 250 м), когда зерновые культуры находятся в фазе цветения. Калибровка спутниковой информации проводится по результатам июльского маршрутного наземного обследования зерновых посевов. После построения калибровочных уравнений (величина вегетационного индекса [WDVI] – ожидаемая урожайность) оценка урожайности осуществляется на областном уровне через средние величины вегетационного индекса для маски ярового сева [3], откорректированной путем исключения паровых полей текущего года.

Таблица 1. Структура посевных площадей в сезоне 2004 года в основных зерносеющих областях Северного Казахстана, по данным министерства сельского хозяйства РК

Культура	Акмолинская область (тыс. га)	Костанайская область (тыс. га)	Северо-Казахстанская область (тыс. га)
Зерновые (пшеница и ячмень)	3602,3	3058,8	3011,5
Картофель	16,9	9,9	22,5
Технические культуры	17,1	11,8	20,5
Кукуруза	-	14,1	10,7
Овощные культуры	4,7	2,6	3,9

Маска ярового сева строится в весенний период на основе спутниковой регистрации предполивной обработки полей [4, 5]. Таким образом, она включает все поля, обрабатываемые в текущем году, в том числе и поля не зерновых культур. Это формирует определенные погрешности в оценке урожайности зерновых культур.

Состояние зерновых культур в Костанайской области каждый год имеет значительные вариации. Урожайность отдельных полей находится в основном в диапазоне от 3 до 40 центнеров с гектара. Соответственно, уровень зеленой биомассы и проективное листовое покрытие, регистрируемое со спутников, также существенно различается. Эти вариации возникают из-за различий в погодных условиях в отдельных частях области, засорении посевов и не оптимальности технологии возделывания пшеницы.

Отсутствие типичного спектрального образа пшеничного поля затрудняет разработку практически применимой методики распознавания отдельных культур. Архитектоника основных злаковых культур (пшеницы и ячменя) характеризуется узким листом и острым углом между началом листовой пластины и стеблем, что приводит к относительно низким значениям спутниковых вегетационных индексов. Архитектоника большинства других видов культурной растительности культивируемых в Северном Казахстане (кукуруза, гречиха, подсолнечник и др.) за счет иной пространственной организации листовой поверхности формирует более высокие значения вегетационного индекса, рис. 1. Однако более высокие значения вегетационных индексов реализуются лишь при относительно сопоставимых условиях. На практике, в большинстве случаев максимальные величины вегетационных индексов наблюдаются на очень хороших зерновых полях расположенных в зонах с благоприятными погодными условиями.

Таким образом, уровень влияния не зерновых культур на получаемые оценки ожидаемой урожайности зерновых культур представляет интерес, в связи с вопросом о целесообразности более детального распознавания структуры землепользования с выделением отдельных культур или их групп.



Пшеница



Гречиха

Рис. 1. Примеры пространственной организации листовых пластин на различных культурах Северного Казахстана. Костанайская область, июль 2007 г.

Спутниковые данные

В качестве спутниковой информации использовались данные EOS MODIS (канал 1: 620-670 нм; канал 2: 841-876 нм, разрешение 250 м). Расчет вегетационного индекса WDVІ используемого

для прогноза урожайности базировался на малооблачной съемке за 30 июля 2007 года в формате MOD02 [reflectance] по формуле:

$$WDVI = Band\ 2 - K (Band\ 1),$$

где K – отношение (Band 2/Band 1) для чистой почвы; принималось равным 1.5.

Наземная информация

Костанайская область в настоящий момент имеет наибольшие посевные площади среди областей Северного Казахстана. Около 5 млн. гектар пахотных земель используются в основном под яровыми зерновыми культурами (пшеница, ячмень).

В сезоне 2007 года в среднем наблюдался повышенный уровень увлажненности вегетационного периода, который обеспечил хорошее состояние более влаголюбивых не зерновых культур и соответственно их максимальное влияние на оценку урожайности зерновых культур.

Наземная информация о типе культуры собиралась путем маршрутного обследования полей Костанайской области [3] в течение 15-30 июля 2007 года. В рамках экспедиции было обследовано около 500 полей, из них было зарегистрировано всего 5 полей не зерновых культур, что служило исходной базой для диагностики их влияния, рис. 2.

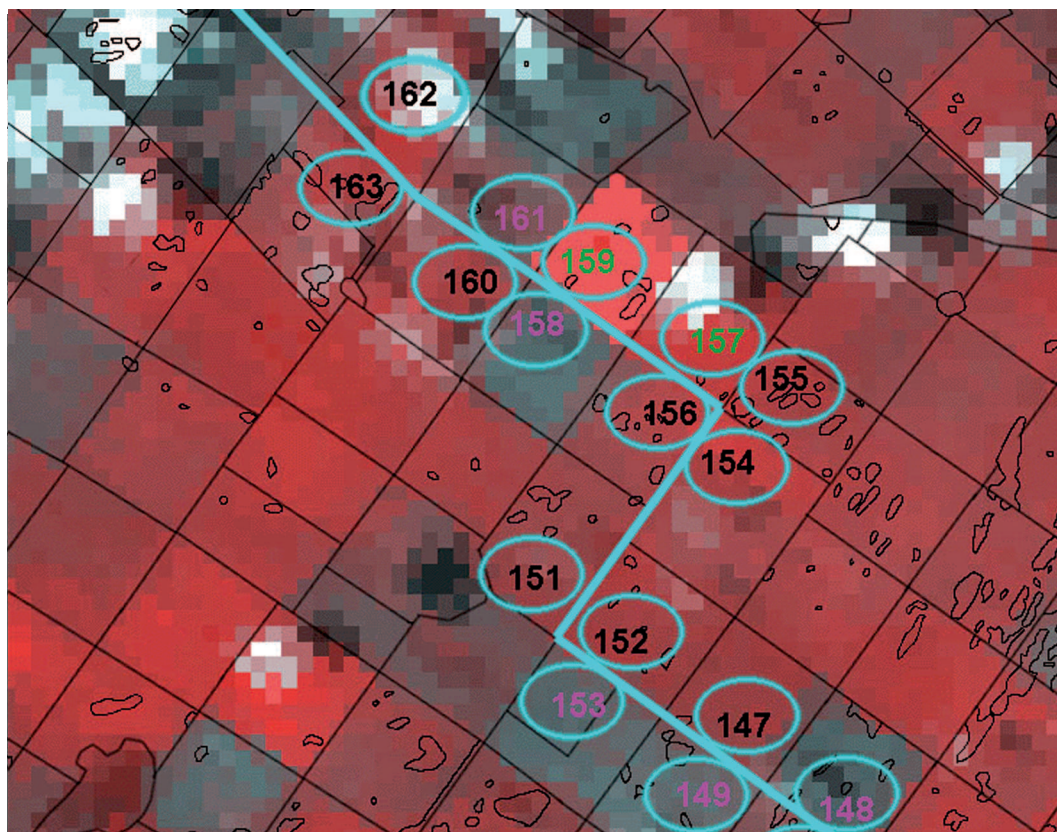


Рис. 2. Фрагмент схемы наземного обследования полей Костанайской области (Денисовский район) в сезоне 2007 года. На плане землепользования в качестве основы использован снимок MODIS на 30 июля 2007, псевдоцветной композит RGB 211, разрешение 250 м. Цвет номера обследованного поля кодирует его состояние: черный – пшеница; малиновый – механический пар; зеленый – не зерновая культура

Методика диагностики влияния не зерновых культур на оценку спектральных характеристик маски ярового сева

Архитектоника не зерновых культур практикуемых в Северном Казахстане обеспечивает более высокие величины вегетационного индекса, рис.1. Однако этот эффект преломляется через

погодные условия текущего года в районе расположения поля и поэтому обычно имеет локальный характер, не приводя к регионально абсолютно максимальным значениям WDVІ. В связи с этим методика оценки различий между зерновыми и не зерновыми культурами базировалась на контекстуальном подходе. Среднее по полю значение вегетационного индекса WDVІ для не зерновых культур сравнивалось с величинами вегетационного индекса окружающих пшеничных полей расположенных в непосредственной близости. Типичная система землеустройства в степной зоне Северного Казахстана это квадратная решетка полей. Поэтому, вокруг поля с не зерновой культурой обычно существуют 8 ближайших соседних пшеничные поля, и их средняя величина WDVІ использовалась для сопоставления.

Обсуждение полученных результатов

Все диагностированные поля не зерновых имели заметно более высокие величины WDVІ относительно окружающих пшеничных полей, рис. 3. Индекс WDVІ у них более чем на 30 % превосходил среднюю характеристику окружающих зерновых полей.

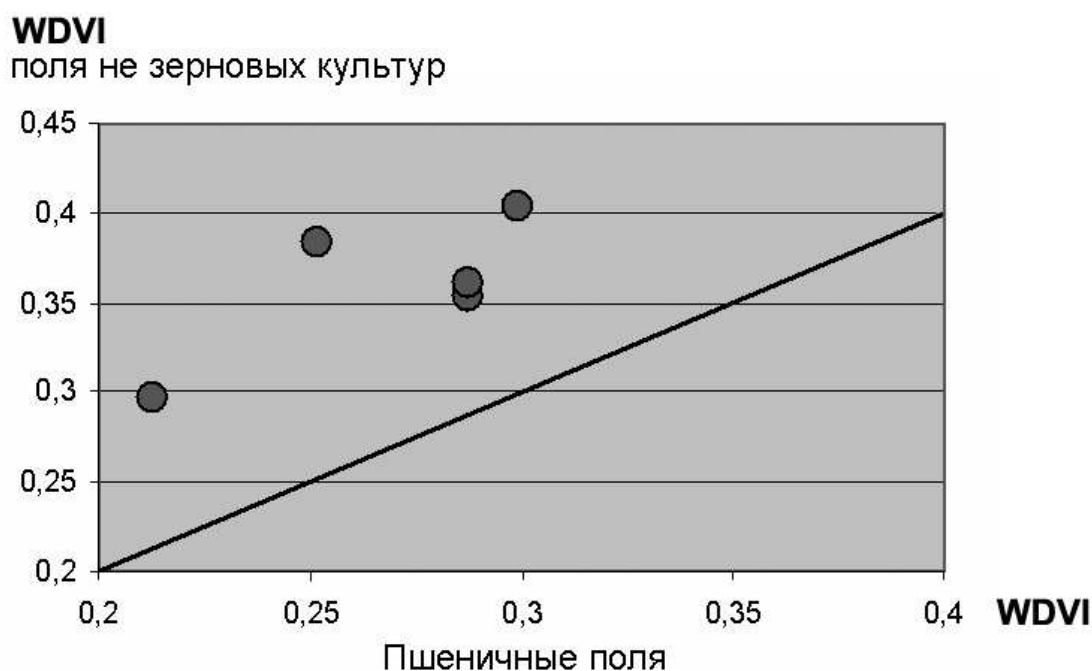


Рис. 3. Характеристика не зерновых полей в сравнении с окружающими пшеничными полями. Прямая отражает линию равных спектральных свойств между зерновыми и не зерновыми полями

Схемы прогноза урожайности зерновых культур на основе эмпирических зависимостей между WDVІ и продуктивностью тестовых полей основываются на линейно-регрессионных моделях [3]. Поэтому, 30 % увеличение индекса WDVІ в зависимости от величины и знака свободного члена в калибровочном уравнении может по-разному увеличивать ожидаемую урожайность. Но в пределе, увеличение урожайности будет примерно соответствовать доле увеличения WDVІ.

В предположении 10 % доли площади не зерновых культур имеющийся уровень различий даст оценку уровня максимального влияния не зерновых культур на прогноз урожайности зерновых культур – как завышение на 3-5 %, что составляет примерно 0,5-0,7 ц/га.

Заключение

Таким образом, в районах монокультурного выращивания яровых зерновых спутниковый в основных зернопроизводящих областях Казахстана прогноз их урожайности не требует детальной

дешифровки структуры землепользования с разделением основных типов культур: зерновые – не зерновые.

Потребность в разработке и применении специальных процедур учета влияния однолетних не зерновых культур на прогноз урожайности зерновых может возникнуть при доле их посевных площадей свыше 20 % .

Литература

1. *Бараев А.И.* Яровая пшеница в Северном Казахстане // Алма-Ата, «Кайнар», 1975.- 232 с.
2. *Clevers J.G.P.W.* The derivation of a simplified reflectance model for the estimation of leaf area index// Remote Sens. Environ.1988. Vol.25.- P.53-69.
3. *Терехов А.Г.* Методы анализа и диагностики данных дистанционного зондирования на примере задачи прогноза объема зернового производства Северного Казахстана \\\ Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Ин-т математики МОН, Республика Казахстан, Алматы, 2007, 151 с.
4. *Султангазин У.М., Муратова Н.Р., Терехов А.Г.* Распознавание типов землепользования в северных областях Казахстана на базе данных спутникового мониторинга среднего разрешения и ГИС // Космические исследования в Казахстане. Под ред. Султангазина У.М. Алматы: ROND, 2002. С.240-247.
5. *Терехов А.Г., Юсупова А.С., Зинченко Е.А., Муратова Н.Р.* Оперативная инвентаризация размеров яровых посевов Северного Казахстана на базе спутниковых данных MODIS и IRS-LISS// Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса. Сб. научн. статей. Вып. 4. Т. II. М.: ООО «Азбука-2000», 2007. С.365-371.