

ОЦЕНКА ДАТ ЯРОВОГО СЕВА В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ ПО ДАННЫМ TERRA/MODIS

А.Г. Терехов, Н.Р. Муратова

*Институт космических исследований МОН РК, ул. Шевченко, 15, Алматы, 050010,
тел: 73272 939360, факс: 73272 918077, e-mail: nmuratova@mail.kz*

Посевная кампания длится более 40 дней в Северном Казахстане. Даты сева яровых зерновых культур влияют на их продуктивность. Дистанционная оценка дат сева базируется на наземном обследовании ряда полей в этот период и спутниковых данных TERRA/MODIS. В рамках наземного обследования накапливается информация о фактических датах сева ряда тестовых полей. Для оценки динамики посевной кампании на базе опорного снимка строится линейная регрессия между средними для поля значениями 2-го канала TERRA/MODIS и фактическими датами сева. Найденная зависимость положена в основу оценки пространственной и временной картины проведения сева в северных областях в 2002-2004 годах.

Введение

Яровые зерновые культуры (90% пшеницы и 10% ячменя) занимают около 12 миллионов гектар неполивных земель и являются доминирующими культурами в Северном Казахстане. Крупный размер сельскохозяйственных полей (от 200 до 400 га) позволяет использовать данные TERRA/MODIS с разрешением 250 м для фиксации спектральных характеристик отдельных полей в течение всего вегетационного периода. Сухой континентальный климат Казахстана с 300-500 мм осадков в год обычно не обеспечивает достаточным увлажнением яровые зерновые посевы, что лимитирует их урожайность. Элементы засухи в различной степени всегда присутствуют в степной зоне, и продуктивность зерновых культур сильно зависит от температурно-влажностных условий вегетационного периода.

Посевная кампания в Северном Казахстане является одним из ключевых факторов, определяющих урожайность яровых зерновых культур. Диапазон дат сева составляет по области 30-40 дней. Дефицит посевной техники и ГСМ, слабая энерговооруженность некоторых хозяйств, неблагоприятные погодные условия являются основными причинами столь длительного проведения посевных работ. Из-за большого разброса в сроках сева яровые зерновые культуры произрастают практически в различных влажностных условиях даже на соседних полях. Известно, что в развитии зерновых культур существуют критические фазы роста: всходы, кущение, колошение, налив зерна. Наличие или отсутствие осадков в эти периоды значимо определяет состояние растительности. Соответственно редкие летние осадки в зависимости от дат сева могут либо попасть на критические периоды, либо нет. Другим погодным фактором, определяющим урожайность посевов, является часто встречающийся непродолжительный (7-10 дней) жаркий летний период с температурой выше 30°C. Совпадение его с критической фазой развития зерновых культур также может сильно сказаться на состоянии зерновых культур. Таким образом, в одном и том же месте погодные условия могут быть благоприятны, например, для поздних и быть неблагоприятными для ранних посевов. Различия в урожайности различных сроков сева при прочих равных условиях могут достигать 30% [1].

В агротехнике возделывания зерновых культур в Северном Казахстане по датам сева принято выделять следующих три периода: ранний - с 5 по 15 мая; оптимальный - с 15 по 25 мая и поздний - с 25 мая по 10 июня. Оптимальные даты сева чаще других типов обеспечивают большую урожайность. Однако нередко случаи, когда погодные особенности приводят к большей урожайности ранних или поздних посевов. Например, в 2003 году поздние посевы имели преимущество. Во-первых, за счет теплой (без заморозков) осени они успели полностью вызреть. Во-вторых, жаркий период лета в меньшей степени повредил посевы поздних сроков сева, поскольку пришелся не на критическую фазу их развития. Таким образом, данные о пространственном размещении площадей зерновых посевов различных дат сева должны играть важную роль в схемах прогноза валового производства зерна в Северном Казахстане.

1. Технология возделывания зерновых культур

Посев яровой пшеницы и ячменя начинается в Северном Казахстане в начале мая и продолжается до середины июня. Соответственно уборка проводится с конца августа до начала октября. Весенние полевые работы включают несколько механических обработок почвы, последняя из которых завершается севом. В Казахстане из-за финансовых проблем использование гербицидов довольно ограничено и основным агротехническим приемом борьбы с сорной растительностью является предпосевная механи-

ческая обработка земли. Эффективность этого мероприятия зависит от весенних погодных условий. Теплая и ранняя весна провоцирует дружные всходы сорняков. В этом случае механическая обработка эффективно удаляет уже проросшие сорняки, и таким образом сеянные зерновые культуры получают преимущество в развитии. Отмечаются различные степени засоренности полей зерновых культур, засеянных в различные сроки. Так ранние посевы, как правило, отличаются большей степенью засоренности.

Сорняки оказывают существенное влияние на продуктивность зерновых культур [2,3]. При достаточно высокой плотности сорных трав сильно угнетается культурная растительность, рис. 1. Поэтому информация о датах сева, является дополнительным, важным звеном в понимании общего состояния засоренности зерновых культур в зернопроизводящих областях Северного Казахстана.



Рис. 1. Пример влияния засоренности на размер колоса. Июль 2002, Акмолинская область.

2. Наземные наблюдения

Институт космических исследований Министерства образования и науки РК в рамках работ, заказанных Министерством сельского хозяйства РК в 2002 - 2004 году, проводил синхронные наземные обследования зерновых полей на территории северных областей республики и космический мониторинг с помощью собственной станции приема данных TERRA/MODIS. Одной из целей работ был сбор данных о фактических датах сева на отдельных полях.

В качестве источника информации служили опросы агрономов хозяйств о датах сева на полях. Например, в 2003 году удалось собрать информацию о фактических датах сева 71 поля. Паспортные данные каждого поля сопровождалось географическими координатами места их расположения согласно показаниям прибора персональной навигации Garmin GPS-12. Это позволило точно идентифицировать отобранные поля на космической съемке.

3. Методы обработки данных дистанционного зондирования

Оценка дат сева с помощью спутниковой информации базируется на эффекте резкого снижения коэффициента отражения в ближней инфракрасной области (TERRA/MODIS, band 2, 841-876 нм) на полях после их механической обработки. Его величина уменьшается до 0,05 - 0,08, в зависимости от типа почв и их поверхностной влажности. После посева коэффициент отражения постепенно увеличивается за счет высыхания верхнего слоя почвы в первые дни и за счет всходов и развития вегетации в последующем. Максимум коэффициента отражения второго канала (0,3 - 0,4 по данным TERRA/MODIS) достигается в конце июля - начале августа (рис. 2) в фазе колошения - цветения пшеницы.

Агротехника возделывания яровых зерновых культур предполагает несколько весенних механических обработок полей (закрытие влаги, боронование и др.), последняя из которых является севом. Как правило, с 5 мая по 10 июня в зерносеющей зоне Северного Казахстана наблюдается 1-3 полностью безоблачных и некоторое количество фрагментарно открытых снимков. На рисунке 3 приведены данные о качестве спутниковой информации TERRA/MODIS, пригодной для анализа дат сева в период с 8 мая по 18 июня 2002 года для Акмолинской области. По оси ординат представлен процент площади маски яровых посевов, не закрытой облачностью. Всего за период сева в 2002 году имелось семь относительно безоблачных снимков. Таким образом, безоблачной информации недостаточно для прямой оценки дат сева по маске зерновых культур, поскольку необходимо фиксировать все механические обработки поля с тем, чтобы выбрать последнюю из них и зарегистрировать ее в качестве сева. Такой подход минимально требует минимум 10 полностью безоблачных покрытий, равномерно распределенных во времени посевной кампании

(35-40 дней). Например, в 2002 году для Акмолинской области имелся один безоблачный период 19 мая (облачность - 12 %), полностью безоблачный снимок 6 июня (облачность 0,5 %) и еще 5 сцен с облачностью от 21 до 80 % (рис. 3). Остальные космоснимки этого периода были облачными и не пригодными для обработки. Периодичность появления безоблачных сцен составляла от 1 (19 и 20 мая) до 11 дней (8 и 19 мая). На основании столь фрагментарной информации методом прямой фиксации невозможно восстановить динамику сева в области. Такая ситуация типична для всех зерносеющих областей севера республики.

Более эффективен подход оценки дат сева, который основывается на одном опорном, безоблачном снимке TERRA/MODIS (2 канал) в период с 1 по 30 июня, т.е. в течение 3-4 недель после окончания сева. В это время ранние посеы, конца апреля и первой половины мая, уже вступили в стадию кущения, а поздние, посеянные во второй декаде июня, еще не взошли. Поэтому спектральные различия между ними максимальны. На рисунке 4 приведены фотографии полей с различными фазами развития, зафиксированными в Акмолинской области в конце июня 2002 года. Фрагмент безоблачного снимка TERRA/MODIS (канал 2) за 3 июня 2002 года для части посевов Карагандинской области приведены на рисунке 5.

На базе фактических данных о датах сева тестовых полей и соответствующих средних по полю коэффициентов отражения во 2 канале из опорного снимка TERRA/MODIS строится калибровочная кривая (рис. 6). Полученная зависимость позволяет оценивать даты сева всех посевных площадей (рис. 7) и контролировать динамику посевной кампании в целом (рис. 8).

Заключение

Таким образом, наземная информация о датах сева ряда полей и данные спутникового мониторинга весеннего периода при наличии достаточного количества безоблачной информации позволяют оценивать даты ярового сева и контролировать темпы посевных работ в зерносеющих областях Северного Казахстана.

До восстановления дат сева предварительно строится маска яровых посевов текущего года [4,5]. Выбирается базовый снимок, по которому проводится калибровка спутниковых данных на наземную информацию. Протяженность территорий основных зерносеющих, северных областей составляет более 2000 км от запада на восток и 600 км от юга на север. Различные почвенные и погодные условия должны учитываться при проведении калибровки спутниковых данных. Калибровочная кривая на рисунке 6 построена для черноземной зоны Северного Казахстана. На ее основе построены карты-схемы (рис. 7) и получены графики (рис. 8) темпов проведения посевной кампании, которые используются МСХ РК в своей работе.

Литература

1. Сулейменов М.К. Агротехника яровой пшеницы // Алма-Ата, изд-во «Кайнар». 1981г. 104 с.
2. Sultangazin U., Muratova N., Doraiswamy P., Terekhov A. Estimation of weed infestation in spring crops using MODIS data // Proceeding of IGARSS'2003. Toulouse. France. July 21-25, 2003.
3. Султангазин У.М., Муратова Н.Р., Дорайсвами Р., Терехов А.Г. Оценка санитарного состояния сельскохозяйственных угодий с помощью данных дистанционного зондирования // В сб. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. ИКИ РАН, Москва 2004, с. 286-290.
4. Terekhov A., Muratova N. Agriculture Land Use Recognition by Multi-temporary Middle Resolution Satellite Data in Northern Kazakhstan // Proceedings of IGARSS'2002. Toronto. Canada. June 24-28, 2002.
5. 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 // в сб. Космические исследования в Казахстане, Алматы, ROND, 2002 г., с.240 – 247.

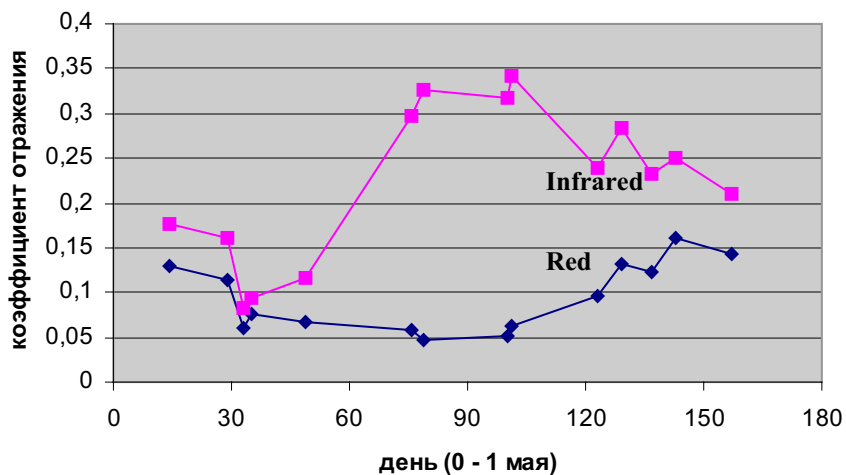


Рис 2. Динамика коэффициента отражения (1,2 канал TERRA/MODIS) типичного пшеничного поля в черноземной зоне Акмолинской области в вегетационный сезон 2003 года. За точку отсчета принято 1 мая.

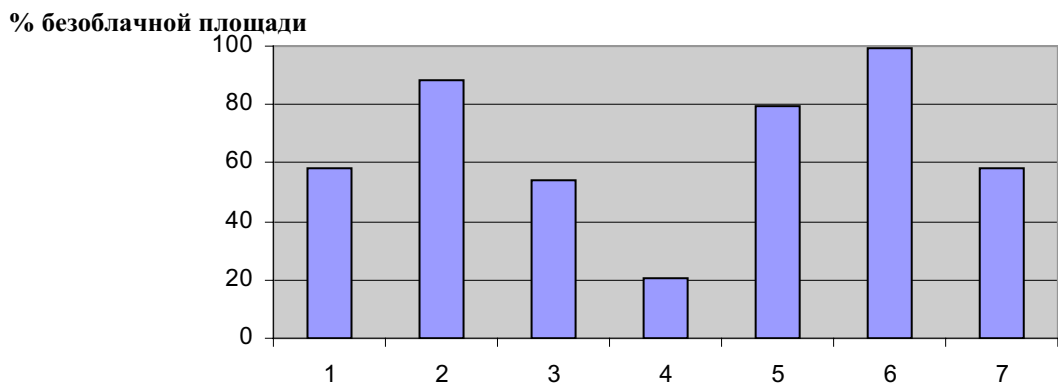


Рис 3. Оценка качества спутниковой информации TERRA пригодного для анализа дат сева в период с 8 мая по 18 июня. 1 - 8 мая; 2 - 19 мая; 3 - 20 мая; 4 - 3 июня; 5 - 5 июня; 6 - 8 июня; 7 - 18 июня.



Рис. 4. Примеры полей яровой пшеницы с различными фазами развития. Конец июня 2002 года, Акмолинская область.

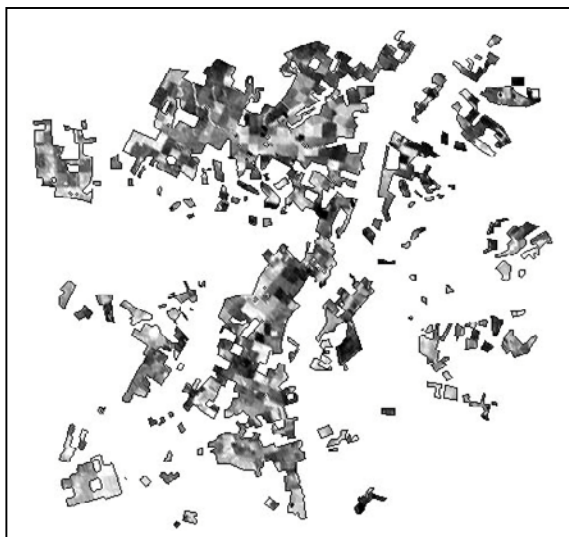


Рис. 5. Фрагмент космоснимка TERRA/MODIS (2 канал) на 3 июня 2002 года. Темные - недавно обработанные поля, светлые – более ранние посевы Карагандинской области.

Reflectance

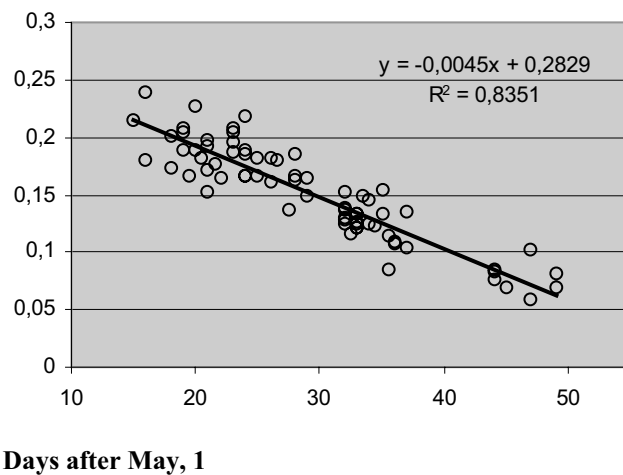


Рис. 6. Калибровочная кривая средних коэффициентов отражения 2-го канала TERRA/MODIS тестовых полей и фактических дат сева.

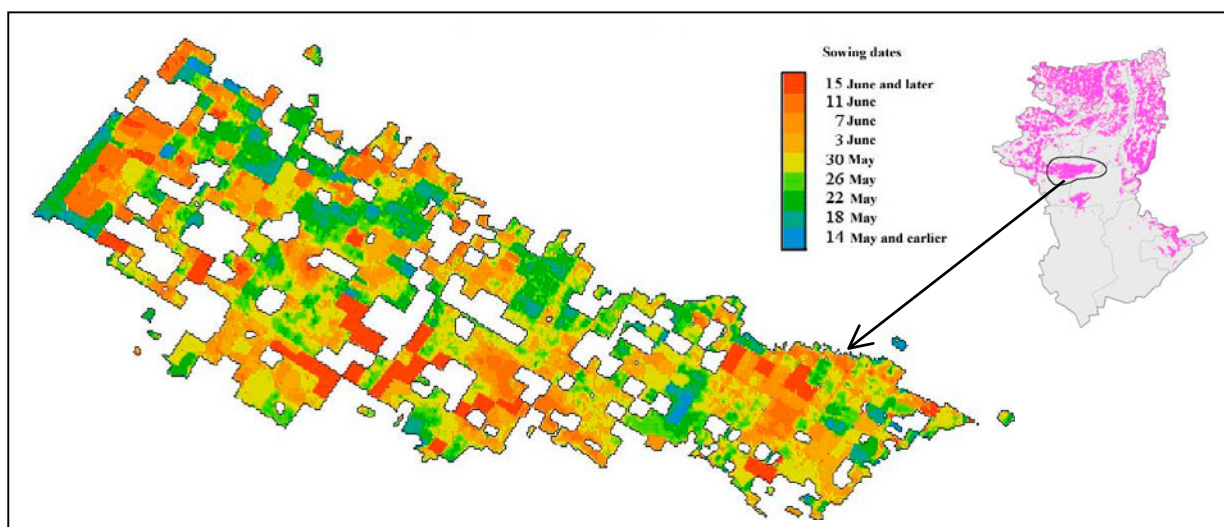


Рис. 7. Фрагмент карты-схемы календарных дат проведения сева. Костанайская область, 2003 год.

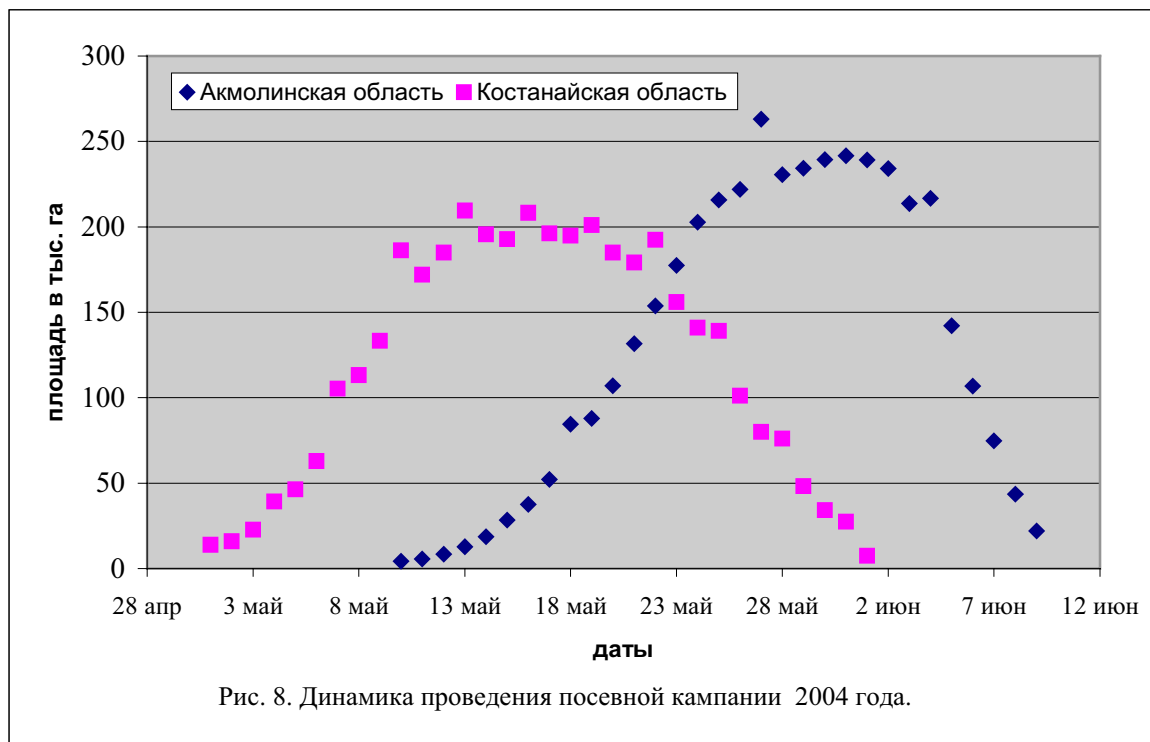


Рис. 8. Динамика проведения посевной кампании 2004 года.