

ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

© 2012 Д. Н. Цыганков¹, В. И. Сысенко²

¹ аспирант каф. экономической и социальной географии

e-mail: mitya.tsygan@mail.ru

² докт. геогр. наук, профессор каф. экономической и социальной географии

e-mail: sysenko@mail.ru

Курский государственный университет

В России по причинам экономического характера последние 20 лет происходят значительные изменения в структуре землепользования. Применение современных данных дистанционного зондирования Земли позволяет выявить эти изменения и оптимизировать эффективность территориальной организации сельского хозяйства

Ключевые слова: земельные ресурсы, данные дистанционного зондирования Земли, космоснимки.

Региональные социально-экономические преобразования тяготеют прежде всего к возможности использования природных ресурсов в соответствующих природных условиях. К тому же исторически сложившиеся системы ведения хозяйства и сформированные при этом производственные отрасли в основе своей имеют прежде всего наличие тех или иных природных ресурсов, а сферы действия крупных региональных межотраслевых комплексов охватывают в первую очередь территории, обеспеченные этими ресурсами. Пространственная обусловленность отражает с экономических позиций природно-ресурсный потенциал, служащий основой формирования современной социально-экономической структуры. Исследуя природно-ресурсный потенциал региона, мы имеем в виду определенную территорию, представленную одной или несколькими природными зонами, обозначенную сложившимися экономическим комплексом на основе использования природных ресурсов. Такое природно-экономическое сочетание должно быть востребовано объективными запросами развивающейся экономики. Это означает, что природные возможности, выраженные через ресурсную составляющую, должны развиваться прежде всего для удовлетворения человеческих потребностей. В разные периоды общественно-политического и экономического развития территории такие посылы проявляются по-разному.

С современных позиций социально-экономического использования ресурсов природно-ресурсный потенциал должен представлять вполне определенный объект исследований заданной территории, с имеющимися факторами или признаками возможного использования. Здесь важно знать экологическое состояние природной среды и социально-экономические возможности развития региона. Правильность взаимоотношений общества и природы будет определяться экономической эффективностью производства и возможными эколого-экономическими ущербами. Современное социально-экономическое состояние региона рассматривается с позиций общественно-политического, природного, социального, экономического, технического и экологического направлений.

Одним из наиболее важных по своей значимости является отношение к использованию природно-ресурсного потенциала, и прежде всего земельных ресурсов. Это исторически обусловленное взаимодействие характеризуется уровнем развития производительных сил, которое, в свою очередь, может отличаться всевозможными колебаниями, отклонениями. Особенно наглядно это видно на земельных отношениях. Ослабевшая монополия государственной собственности на землю в отечественном земледелии привела в настоящее время к многообразию форм собственности и обеспечению их равноправия. Это в свою очередь послужило условием развития многоукладного сельского хозяйства, становления более эффективных форм хозяйствования. Повысилась мотивация граждан к рациональному использованию земельных ресурсов, внедрению рациональных методов и экологически безопасного землепользования.

В результате имеющейся возможности получения земельных площадей в собственность формируется независимое социальное сословие активнейших землепользователей – фермеров. Помимо фермеров, право владения землей получили граждане на правах аренды пожизненно наследуемых владений и т.п. Земля, принадлежавшая ныне упраздненным колхозам, поделена на земельные доли и роздана индивидуальным владельцам. В настоящее время в стране земельными собственниками являются около 50 млн. человек, которые владеют свыше 60% сельскохозяйственных угодий [Козырёва 2005: 35–40]. Таким образом, указанные процессы перераспределения земельных владений, формирование новых способов регулирования земельных отношений представляют собой в российских условиях новое перспективное социально-экономическое направление в развитии сельскохозяйственного производства.

К настоящему времени земельные отношения характеризуются сложными переплетениями государственных и множества либеральных интересов. Назревшая необходимость земельного перераспределения не может найти правильного решения из-за отсутствия достаточной финансовой поддержки со стороны государства.

Современное состояние земельных ресурсов показывает, что земельные преобразования, произошедшие в 90-х годах прошлого столетия, не достигли желаемых результатов, о чем свидетельствует низкая эффективность их использования. Объясняется это прежде всего экономическими причинами: постоянно растущими ценами на энергоносители, сельскохозяйственную технику, минеральные удобрения и химические препараты, семенной материал и т.д. Решить все эти проблемы не под силу одному частному землевладельцу. К тому же реализация полученной сельскохозяйственной продукции носит неустойчивый, случайный характер.

В то же время следует отметить очень важное аграрно-экономическое обстоятельство. Получение земли в собственность не улучшило эффективность ее использования. По-прежнему отмечается повсеместное проявление деградации земель, полная зависимость от проявления негативных природных и природно-технических явлений (периодически проявляющийся недостаток естественного увлажнения, негативное воздействие водной и ветровой эрозии, недостаток мелиоративных мероприятий, подтопление и т.п.)

Все эти обстоятельства создают острую потребность в объективной информации и контроле происходящих изменений в использовании земель сельскохозяйственного назначения. В настоящее время наблюдение за использованием земель ведется Федеральной службой государственной статистики главным образом методом статистического наблюдения. Однако информация собирается только в обобщенном виде и не проводится достаточный контроль её

достоверности. Таким образом, существующая система сбора информации об использовании сельскохозяйственных земель не может быть признана полностью отвечающей современным требованиям.

В то же время наблюдение за динамикой использования сельскохозяйственных земель является необходимым элементом системы регулирования агропромышленного комплекса. Для реализации задачи мониторинга сельскохозяйственных земель Главный вычислительный центр Министерства сельского хозяйства России (ГВЦ МСХ РФ) и Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН) ведут совместную разработку системы спутникового мониторинга сельскохозяйственных земель России, призванную обеспечить получение объективной информации об их использовании. Важным элементом разрабатываемой системы является получение информации о наличии и использовании пахотных земель. Такая информация должна включать в себя данные о пространственном размещении используемых пахотных земель и посевов сельскохозяйственных культур, а также данные оперативного мониторинга состояния посевов. Таким образом, система направлена на обеспечение заинтересованных пользователей информацией о площадях пахотных земель и посевов различных типов, их продуктивности, оперативной информацией о состоянии посевов. Особый интерес для получения оценок использования сельскохозяйственных земель представляет применение данных дистанционного зондирования (ДДЗ). В условиях необходимости обеспечения регулярного мониторинга данные спутниковой съемки являются практически безальтернативным источником данных. Важным преимуществом спутниковой съемки также является оперативность, объективность и независимость получаемой информации. К числу факторов, сдерживавших до недавнего времени развитие практических систем мониторинга, можно отнести ограниченную доступность необходимых программно-технических современных спутниковых средств, систем, недостаточное развитие методов тематической обработки спутниковых изображений. Появившиеся в последние годы спутниковые системы делают ДДЗ качественно более доступными для пользователей, однако эффективное использование их невозможно без соответствующих алгоритмов предварительной и тематической обработки.

Разработка методов обработки ДДЗ для мониторинга сельскохозяйственных земель позволит существенно повысить точность и объективность информации об их использовании, явится важным шагом к созданию обзорных карт землепользования. С учетом имеющегося мирового опыта, уровня развития современных систем спутникового мониторинга и вычислительной техники представляется перспективной разработка автоматизированных технологий обработки и анализа данных спутниковых наблюдений, которые явятся важным шагом на пути создания системы мониторинга сельскохозяйственных земель России. Необходимость широкого охвата территории при мониторинге сельскохозяйственных земель и обработка большого массива ДДЗ требуют минимизации участия экспертов в процессе тематической интерпретации данных.

Состояние и динамика использования пахотных земель являются важным вопросом современной экологии. Изменения в использовании пахотных земель ведут к изменениям микроклимата, ландшафта, влияют на объемы углекислого газа. Забрасывание пахотных земель, имевшее место практически во всех регионах России в последние десятилетия, как правило, сопровождается их деградацией, эрозией, резким снижением плодородия почв, зарастанием древесно-кустарниковой растительностью. При этом стихийный характер забрасывания усложняет задачу наблюдения и контроля за использованием сельскохозяйственных земель. Нерациональное землепользование, связанное с несоблюдением правил сельскохозяйственного севооборота, может

приводить к истощению почв, а значит, к длительному снижению плодородия земель [Нейштадт 2007: 9–11].

Из вышесказанного следует, что первоочередными задачами, которые необходимо решить с помощью данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) в аграрном секторе экономики России, являются инвентаризация сельхозугодий и создание специальных тематических карт. Сельхозугодья, а также брошенные, засоренные, зарастающие (в том числе лесной растительностью) земли хорошо дешифрируются по текстуре изображения. Наличие большого массива архивных снимков также может оказать существенную помощь. Например, если сравнить снимки **Landsat** 1990-х годов с современными, то несложно выявить земли, пришедшие в негодность и требующие значительных финансовых вложений для возвращения в оборот. В настоящее время для инвентаризации сельскохозяйственных земель и создания специальных карт наиболее перспективными с точки зрения соотношения «цена – качество» являются данные со спутника **ALOS** (Япония). Сенсор **PRISM**, которым снабжен спутник, в основном и предназначен для картографирования. Каждый из трех объективов сенсора (для визирования вперед, вертикально вниз и назад) обеспечивает пространственное разрешение 2,5 м. Для **PRISM** характерна не только высокая разрешающая способность, но и достаточно широкая полоса съемки до 35 км. Наиболее показательным параметром, выделяющим съемочную систему среди других аналогичных, является высочайшая точность позиционирования снимков с использованием только орбитальных данных без выполнения каких бы то ни было наземных изысканий. Использование **RPC** (коэффициентов рационального полинома), поставляемых вместе со снимками, позволяет получать пространственную основу с точностью позиционирования не хуже 10 м, что вполне соответствует задачам сельскохозяйственного картографирования в масштабах до 1:25 000. Оптическая система **PRISM**, основанная на трех зеркалах, не имеет хроматической аберрации по всему полю обзора и дает четкое изображение, что важно для дешифрирования и определения границ различных видов сельхозугодий и земель. Сельскохозяйственное картографирование с использованием данных ДЗЗ должно обеспечить составление карт трех уровней: административных районов, отдельных хозяйств, отдельных угодий (конкретных полей, пастбищ, сенокосов и т.д.).

Следующая важная и безусловно перспективная область применения технологии ДЗЗ в аграрной сфере – мониторинг сельскохозяйственных культур. Типичными задачами здесь являются обеспечение текущего контроля за состоянием посевов сельскохозяйственных культур, раннее прогнозирование их урожайности, одновременный мониторинг темпов уборки урожая в крупных регионах, определение емкости пастбищ различных типов, продуктивности сенокосов и др. Эти задачи решаются проведением систематических повторных съемок, которые обеспечивают наблюдение за динамикой развития сельскохозяйственных культур и прогнозирование урожайности. Используя при дешифрировании информацию об изменении спектральной яркости растительности в течение вегетационного периода и индекс **NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)**, можно по тону изображения полей судить об их агротехническом состоянии и т. д.

Следует отметить, что текущие результаты мониторинга дают более объективные и точные сведения, когда совмещаются с актуальными и достаточно точными картами сельхозугодий. Сами же задачи мониторинга решаются на этом фоне эффективнее и с существенно меньшими затратами, так как нет необходимости использовать натурные данные для определения границ полей и гораздо легче выделить эталонные участки. Если не брать в расчет такой аграрный сектор, как «точное земледелие» (о котором будет сказано ниже), то для комплекса задач

сельскохозяйственного мониторинга вполне подходят данные, полученные спектрорадиометром **MODIS** (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), который установлен на спутниках **Terra** и **Aqua** (оба США). Что особенно привлекательно, данные MODIS находятся в свободном доступе, бесплатно и практически в режиме реального времени распространяются Геологической службой США через сеть Интернет. Спектрорадиометр MODIS имеет 36 спектральных диапазонов с 12-битным радиометрическим разрешением в видимом, ближнем, среднем и дальнем инфракрасном диапазонах и проводит регулярную съемку любой территории с пространственным разрешением 250, 500 м и 1 км. Период обращения спутников и ширина полосы съемки (до 2300 км) обеспечивают глобальное покрытие Земли данными наблюдений два раза в сутки, что позволяет получать детальную во временном отношении информацию о сезонном ходе развития растительного покрова. Наибольший интерес для мониторинга изменения качества растительного покрова представляют измерения отраженного излучения в красном (0,62–0,67 мкм) и ближнем инфракрасном (0,84–0,88 мкм) спектральных каналах **MODIS**.

Особую роль методы ДЗЗ играют в такой относительно новой сфере сельского хозяйства, как «точное земледелие», суть которого состоит в том, что для получения с некоторого поля максимального количества качественной и дешевой продукции для всех растений этого сельхозугодия создаются одинаковые условия роста и развития без нарушения норм экологической безопасности. «Точное земледелие» внедряется путем постепенного освоения качественно новых агротехнологий на основе высокоэффективных и экологически безопасных технических и агрохимических средств. Первостепенное значение для «точного земледелия» имеет постоянный контроль за состоянием растительности. Важной составляющей технологии «точного земледелия» является своевременное обнаружение и локализация участков угнетенного состояния растительности в пределах поля, что может быть вызвано разными факторами: поражением растений вредителями, засильем сорняков и т. д. Данные ДЗЗ для оперативного реагирования на ситуацию являются незаменимыми, но для этого они должны соответствовать следующим условиям: возможность оперативного получения и обработки; высокое и сверхвысокое разрешение для повышения точности определения биофизических параметров растительного покрова; наличие мультиспектрального режима для использования при дешифрировании различий в спектральной яркости; достаточно частая периодичность получения. Этим условиям в полной мере отвечают данные с космического аппарата **Formosat-2**, который был запущен 21 мая 2004 г. космическим агентством Тайваня NSPO (National Space Organization).

Таким образом, существует необходимость в объективных методах контроля за землепользованием, причем как на уровне отдельных аграрных регионов, так и на уровне страны в целом. Учитывая важное экологическое, экономическое и социальное значение сельского хозяйства в России, имеющийся недостаток объективной, оперативной и достоверной информации об использовании пахотных земель, можно утверждать, что развитие методов спутникового мониторинга пахотных земель России стоит в ряду приоритетных научных задач.

Библиографический список

Гурман В.И., Рюмина Б.В. Эколого-экономические модели устойчивого развития территории с ресурсодобывающим типом производств // Эколого-экономическое развитие России (проблемы и пути их решения). М.: МГЛУ, 2001. 393 с.

Козырёва Е.П. Комплексная оценка территории в экономической и социальной географии // География в меняющемся мире: взгляд молодых учёных: материалы молодёжной науч.-практической конф. «Факты географии и геоэкологии» / СПбГУ. СПб., 2005. 273 с.

Нейштадт И.А. Методы обработки данных спутниковых наблюдений MODIS для мониторинга пахотных земель: дисс. канд. техн. наук. М., 2007 162 с.

Сысенко В.И. Территориально - ресурсные основы комплексного использования водных ресурсов // Территориальная организация хозяйства и расселения населения ЦЧР и сопредельных областей: сб. науч. ст. Курск: Курск. гос. ун-т, 2003. 161 с.