

УДК 338.436.33

Барладин А. В., Ярошук П. Д.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС И ДЗЗ-ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Постановка проблемы

Сельское хозяйство является одной из важнейших отраслей экономики Украины. Агропромышленная политика государства сегодня должна быть направлена на то, чтобы сделать эту отрасль высокоэффективной и высокорентабельной, а также ориентированной на экспорт украинской сельскохозяйственной продукции.

Сельскохозяйственная информация является пространственной по своей сути, поэтому наиболее эффективным инструментом для организации, анализа и управления такой информацией являются географические информационные системы (ГИС). Проблема состоит в использовании в качестве оперативного источника географической информации для таких систем служат материалы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) – аэро- или спутниковых снимков, так как более чем 20-летний мировой опыт убедительно подтверждает, что съемки из космоса позволяют существенно усовершенствовать методы оперативного контроля состояния посевов и прогноза урожая, улучшить сбор сельскохозяйственной статистики, повысить точность, однородность, объективность и частоту наблюдений.

На основе анализа зарубежных публикаций [1-7] можно констатировать, что применение геоинформационных технологий в сельском хозяйстве возможно и на национальном, и на региональном, и на местном уровнях, вплоть до отдельного хозяйства.

На национальном уровне актуальны такие задачи, как выработка сельскохозяйственной политики, лицензирование и контроль производства продуктов массового потребления, прогнозирование валового сбора различных культур, мониторинг природных условий и использования земель, контроль информации, поступающей "снизу" [1].

На уровне отдельного сельхозпредприятия или группы хозяйств ГИС-технологии используются для ведения точного земледелия (precise agriculture). Точное земледелие дает возможность оптимизировать процессы обработки земли и ухода за сельхозкультурами, учитывая множество природных, экономических, технологических и даже социальных факторов.

Системы управления базами данных и средства пространственного анализа, заложенные в ГИС-системах позволяют выявлять скрытые закономерности в

данных. С помощью таких средств анализа можно проанализировать влияние рельефа, характеристик почвы, гидрологического режима, внесение удобрений и т. д. на сельхозугодия любого уровня [2].

Постановка задачи

Украина обладает огромными площадями сельскохозяйственных угодий. Множество земель не используются вообще, используются неэффективно или неграмотно, часто эксплуатация земель проводится с нарушением природоохранного законодательства. Определять такие места можно с помощью средств пространственного анализа на базе материалов космической и аэросъемки.

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) занимает особое место среди геоинформационных технологий, применяемых в сельском хозяйстве. В Украине это направление практически не развито, в отличие от стран Евросоюза и США [3].

В космическом мониторинге земель сельскохозяйственного назначения заинтересованы как производители сельхозпродукции, так и государственные службы. С одной стороны, оперативная и детальная информация о состоянии выращиваемых культур позволяет эффективно планировать агрономические мероприятия и достигать максимальных урожаев. С другой стороны, данные ДЗЗ - независимый и объективный источник информации для государственных служб. Эти данные могут использоваться для составления кадастра земель сельскохозяйственного назначения, проведения их оценки, проверки и уточнения границ сельхозугодий, контроля целевого использования земель, мониторинга состояния посевов и прогноза урожая [4-7]. На рис. 1 показан пример такого совместного использования ГИС и ДЗЗ-технологий.

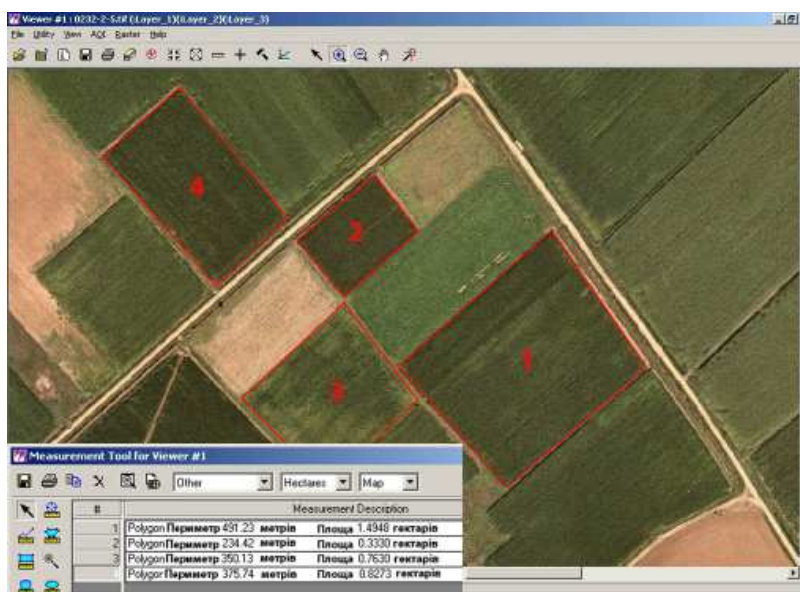


Рис. 1. Аэрофотоснимок, интегрированный в ГИС-систему для инвентаризации

земельных участков.

Поэтому важнейшей задачей для развития агропромышленного комплекса (АПК) Украины есть создание современной многоуровневой основы компьютерных интерактивных карт, различных баз данных сельхозстатистики, космических снимков разного пространственного разрешения, интегрированных в единой геоинформационной системе. В процессе решения общей задачи требуется:

- ⌚ Создание единого пространственного банка геоданных для накопления и анализа информации;
- ⌚ Создание системы для принятия обоснованных и эффективных решений по развитию аграрного сектора в экономике Украины и выполнению социальных программ в отношении сельского населения;
- ⌚ Повышение эффективности управления сельскохозяйственным производством;
- ⌚ Эффективное размещение инвестиционнопривлекательных агропромышленных объектов.

В геоинформационной системе сельского хозяйства Украины необходимо также решение следующих задач:

Земельные отношения и охрана земель:

- ⌚ Система идентификации и учета земельных участков;
- ⌚ Контроль за использованием земель;
- ⌚ Мониторинг состояния земель;
- ⌚ Рациональное использование земель;
- ⌚ Охрана земельных ресурсов.

Сельскохозяйственное производство:

- ⌚ Оптимизация процессов обработки земли и ухода за сельхозкультурами;
- ⌚ Планирование и анализ производства с учетом множества природных, экономических, технологических, социальных и других факторов;
- ⌚ Повышение точности, однородности, объективности и частоты наблюдений за посевами;
- ⌚ Прогнозирование урожая

Изложение материалов исследования

В «Институте передовых технологий» был создан пилотный проект «ГИС-Украины. Сельское хозяйство» на основе векторной карты Украины масштаба 1:200000, на базе платформы фирмы ESRI ArcView GIS. Эта система кроме более 20-ти традиционных картографических слоев (области, районы, населенные пункты, реки, автодороги, железные дороги, растительность и т. п.) включают в себя векторные тематические слои, которые имеют отношение к сельскому хозяйству – грунты, сельхозугодья, посевные площади разных сельхозкультур, размещение основных агропромышленных ресурсов, сбор зерновых за последние годы, поголовье скота и птицы и другую статистическую сельхозинформацию в

картографическом представлении. В ГИС также были введены космические снимки (Рис 2).

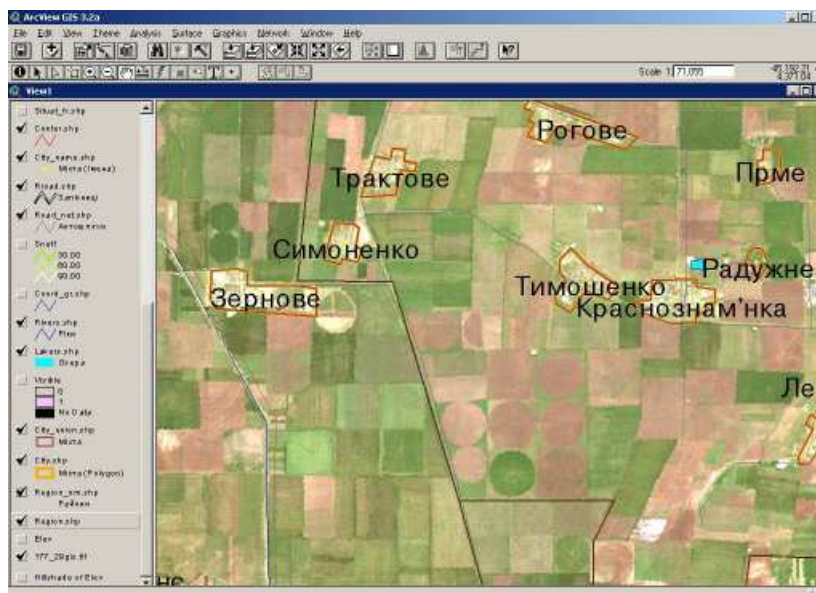


Рис. 2. «ГИС-Украина. Сельское хозяйство» с космическим снимком Landsat.

Создание системы мониторинга сельскохозяйственных угодий невозможно без наличия эффективных алгоритмов обработки и анализа спутниковых данных. При этом, условием достижения требований оперативности мониторинга, объективности и повторяемости получаемых результатов является наличие таких алгоритмов, которые не предполагают участие экспертов в процессе анализа или минимизируют необходимость их участия. На разработку именно таких, в максимальной степени автоматизированных алгоритмов предварительной и тематической обработки данных, применительно к решению задач сельскохозяйственного мониторинга и направлены усилия специалистов Института передовых технологий.

Данные дистанционного зондирования. Основной входной информацией системы являются данные мировых архивов спутниковых наблюдений, а также данные спутниковых наблюдений, оперативно поступающие на станцию приема и обработки спутниковых данных. Поступающие данные по разрешающей способности подразделяются на три категории: данные высокого, среднего и низкого разрешения. В качестве данных низкого разрешения используются данные спутниковой системы SPOT-Vegetation. Эти данные имеют разрешение 1 км, периодичность покрытия 1 сутки и поступают из мировых архивов по сети интернет. Данные среднего разрешения получаемые со спутников Terra и Aqua (прибор MODIS), поступают из мировых архивов по сети интернет и через станцию приема и обработки спутниковых данных. Данные радиометра MODIS на спутниках Terra и Aqua находят широкое применение при разработке системы мониторинга.

Выбор этого прибора обусловлен рядом характерных особенностей, включая наличие спектральных каналов, хорошо согласованных с задачами мониторинга растительности, ежедневная периодичность съемки, разрешающая способность 250м-1км.

Использование данных высокого разрешения. Планируется, используя данные высокого разрешения, создать базу данных о границах землепользований. Эта база данных будет регулярно, один или несколько раз в год, обновляться по мере получения спутниковых снимков высокого разрешения. В дальнейшем использование этой базы данных позволит иметь информацию большой точности о площадях засеянных теми или иными культурами. Также наличие такого канала поступления данных позволит проводить дальнейший анализ земель сельскохозяйственного назначения. Разделение на раннем этапе анализа земель сельскохозяйственного и несельскохозяйственного назначения позволяет существенно уменьшить объем анализируемых данных и значительно упрощает дальнейшие этапы анализа.

Использование данных среднего разрешения. Одной из сложных задач является классификация произрастающих типов растительности. Эту классификацию планируется проводить, используя данные спутниковой системы Terra-MODIS. Классификация проводится на основе анализа временных серий спутниковых наблюдений. Также на основе данных получаемых с Terra-MODIS будет проводиться оперативный мониторинг развития сельскохозяйственных культур. На основе результатов проведенной классификации и базы данных об актуальных границах землепользования можно будет с большой точностью рассчитать прогноз урожая по различным видам культур.

Предварительная обработка данных. Эффективное использование получаемых космоснимков для решения тематических задач требует проведения предварительной обработки. На первом этапе выбирается область интереса, а соответствующие фрагменты изображений преобразуются в заданную проекцию. Далее, используя данные измерений отраженного излучения в 3-ем (459-479 нм) и 6-ом (1628-1652 нм) каналах MODIS проводится детектирование пикселей, отвечающих облачному и снежному покровам, теням от облаков. Для решения неоперативных задач мониторинга по данным за несколько последовательных дней синтезируются композитные изображения. В таких изображениях каждому пикселу отвечает значение выбранное за несколько предыдущих дней в соответствии с заданным критерием качества. Полученные временные ряды для каждого пикселя, составленные из значений попавших в композитное изображение сглаживаются медианным фильтром с шириной окна равной трем. Полученные композитные изображения являются основными для тематической обработки данных.

Тематическая обработка данных. Основными данными используемыми для тематической обработки являются яркости пикселей измеренных в 1-ом (620-670 нм) и 2-ом (841-876 нм) каналах MODIS, а также рассчитываемый на их основе вегетационный индекс *NDVI*. Основными задачами тематической обработки данных являются классификация типов растительности и земной поверхности, наблюдение за состоянием посевов, контроль соблюдения севооборота.

Классификация проводится на основе априорных знаний о спектральных характеристиках различных типов растительности и земной поверхности, а также основываясь на анализе динамики развития растительности. К настоящему времени основные усилия сосредоточены на классификации водных объектов, песков, хвойных лесов, чистого пара, озимых культур.

В дальнейшем также планируется использовать данные среднего разрешения для мониторинга снежного покрова, классификации яровых культур, в том числе ранних и поздних, многолетних трав, а также классификации других типов естественной растительности таких как лиственные леса, степи и др.

Для построения слоя населенных пунктов используется существующая векторная карта масштаба 1:200000.

Использование данных низкого разрешения. Для долгосрочного и широкоохватного мониторинга землепользования предполагается использования данных дистанционного зондирования низкого разрешения. Также эти данные находят обширное применение при мониторинге сельхозпалов. Обработка этих данных при наличии априорной информации после обработки данных низкого и среднего разрешения позволит проводить мониторинг на значительно более широкой территории.

Выводы

Предварительное исследование показало, что система «ГИС-Украина. Сельское хозяйство» является эффективным инструментом для организации сельскохозяйственной пространственной информации, ее накопления, анализа управления сельским хозяйством на национальном уровне и региональных уровнях. Использование аэрокосмических снимков различного пространственного разрешения позволяет решить полный комплекс задач мониторинга: от ведения кадастра земель сельскохозяйственного назначения, проведения их оценки, проверки и уточнения границ сельхозугодий, контроля целевого использования земель до распознавания сельхоз культур, оценка объема биомассы в виде вегетационного индекса, прогнозирования урожайности и т. д.

Список литературы:

1. Crane, P.J. and L. P. Herrington. 1992. GIS applications. A wide spectrum not without problems. *Photogrammetric Eng. and Remote Sens.* 8:1092-1094.
2. Ehlers M., Edward G., and Bedard Y., (1989). Integration of Remote Sensing with Geographic Information systems: A Necessary Evolution. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol 55 No. 11
3. Boogaard, H.L., Eerens, H., Supit, I., Diepen, C.A. van, Piccard, I., Kempeneers, P. Description of the MARS Crop Yield Forecasting System (MCYFS), *Journal of Agricultural Science, Cambridge*. No 7. 2002.
4. L.D.D. 1992. Quantitative Land Evaluation Manual for Economic Crops, No.2., Land Development Department, Bangkok.
5. Major D.G, Schaalje G.B, Asrar G, and Kanemasu E.T (1986) Estimation of whole plant Biomass and Grain Yield from Spectral Reflectance of Cereals. *Canadian Journal of Remote Sensing* 12(1), pp 47-54

6. Tucker C.J, Holben B.N Elgin J.H and Murtey J.E (1980) Relation of spectral to grain yield variation. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 46(5), pp 43-66.
7. Jasinski M.F (1990) Sensitivity of the Normalized Difference Vegetation Index to Sub-pixel Canopy Cover, Soil Albedo and Pixel Scale, *Remote Sensing of Environment*, 32, pp 169-187.

Статья поступила в редакцию 17.05.05