

А.Г. Демиденко (ЗАО КБ «Панорама»)

В 1989 г. окончил факультет прикладной математики Харьковского ВВКИУРВ им. Н.И. Крылова. В настоящее время – заместитель генерального директора ЗАО КБ «Панорама» по научной работе. Кандидат технических наук.

И.В. Слива (ООО «Агрокультура»)

В настоящее время – генеральный директор ООО «Агрокультура», старший преподаватель кафедры почвоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

А.В. Трубников (ООО «Агрокультура»)

В настоящее время – технический директор ООО «Агрокультура», аспирант факультета почвоведения, агрохимии и экологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

Построение агрономической ГИС

Для управления сельскохозяйственным предприятием, производящим продукцию растениеводства, необходима объективная информация о размерах и состоянии сельскохозяйственных угодий. Большой объем пространственно-распределенной информации о расположении сельскохозяйственных полей, их состоянии, выращиваемых культурах, агрономических мероприятиях и т. п. можно обрабатывать и анализировать только при помощи программного обеспечения, учитывающего как пространственную привязку, так и специальные сведения. Специализированные геоинформационные системы (ГИС) для сельского хозяйства в Европе и США уже давно стали необходимым компонентом комплексного управления хозяйством. В Российской Федерации ситуация несколько отличается, причем, не в лучшую сторону.

Такое состояние дел было обусловлено изменением системы информационного обеспечения сельхозпредприятий, которая действовала через сеть предприятий ВИСХАГИ, созданных для этих целей Министерством сельского хозяйства СССР. В результате продолжительного застоя в данной отрасли сложилась ситуация, при которой сельхозпроизводители не имеют в своем распоряжении качественных картографических материалов, а уровень информационной подготовки специалистов хозяйства соответствует уровню 1980-х гг.

Картографические материалы, имеющиеся в хозяйствах, обычно неполны, в значительной степени устарели и не отвечают современным требованиям, предъявляемым к ним интенсивными агротехнологиями. Находящиеся в сельхозпредприятиях картографи-

ческие материалы можно условно разделить на три группы: землеустроительные, почвенные, агрохимические. Землеустроительные материалы представлены либо планами внутрихозяйственного землеустройства советского периода, либо современными кадастровыми планами. Почвенные материалы состоят из почвенных карт, составленных чаще всего 20-30 лет назад, и карт агропроизводственных группировок почв. И те и другие, как показывает практика, отсутствуют в большинстве хозяйств. Агрохимические материалы представлены агрохимическими картограммами (содержания гумуса, подвижного фосфора, калия, pH) различной давности.

Отсутствие достоверной информации о состоянии полей не позволяет принимать выверенные решения о том, какой вид культуры следует выращивать и какую аграрную технологию целесообразно применять для ее возделывания.

Однако рыночные отношения тем и хороши, что при возникновении потребности в каком-либо виде продукции, технологии или услугах появляются организации, предлагающие все необходимое.

ООО «Агрокультура» и ЗАО КБ «Панорама» при научной поддержке специалистов РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева ведут работы по созданию сквозной технологии создания и использования агрономической ГИС. В процессе работ отлаживаются различные процессы: создание картографических материалов; заполнение атрибутивной базы данных (сведения о показателях почв, фитосанитарное состояние посевов, сведения о предлагаемых агротехнологиях и т.п.); выработка

предложений по использованию ГИС в хозяйствах; обучение специалистов сельхозпредприятий, учебных и проектных организаций разработке и использованию ГИС в растениеводстве.



Рис. 1.
Проект внутрихозяйственного землеустройства с
экспликацией полей севооборотов

В полном варианте агрономическая ГИС должна включать многослойную электронную карту хозяйства и атрибутивную базу данных истории полей, с учетом всех выполненных агротехнических мероприятий. Количество тематических слоев электронной карты зависит от сложности ландшафтно-экологических условий и уровня интенсификации агротехнологий (определяется по урожайности и количеству затрат на гектар). В общем случае электронная карта полей (рис. 1) может содержать следующие слои:

- мезорельеф (с показом мезоформ рельефа, форм склонов);
- крутизна склонов;
- экспозиция склонов (теплые, холодные, нейтральные);
- микрорельеф (с показом контуров с преобладанием тех или иных форм микрорельефа, имеющих агрономическое значение);
- микроклимат;
- уровни грунтовых вод, их минерализация и состав;
- почвообразующие и подстилающие породы;
- микроструктура почвенного покрова (почвенная карта);
- содержание гумуса в почве;
- обеспеченность подвижными формами элементов минерального питания растений и микроэлементами;

- значения pH почв;
- физические свойства почв;
- загрязнение тяжелыми металлами, радионуклидами и другими токсикантами;
- эродированность почв, эрозийная опасность и другие виды физической деградации (оползни, сели и т.п.);
- переувлажнение и заболоченность почв, в том числе вторичного гидроморфизма, подтопления, мочарообразования и др.
- засоленность почв (типы и степень засоления);
- солнцеватость почв;
- растительный покров с оценкой состояния естественных кормовых угодий;
- лесная растительность с оценкой состояния природных лесов и лесных насаждений;
- распределение полезных видов животных, птиц, энтомофагов, оценка их территориального влияния;
- фитосанитарное состояние посевов.

Систематизация имеющихся материалов, их интеграция с космическими снимками сельхозугодий и новыми данными, получаемыми в настоящее время все чаще с пространственной привязкой с помощью спутниковой аппаратуры (GPS/ГЛОНАСС), обработка и анализ огромного массива данных о проведении технологических операций по каждому полю приводит к необходимости использования кроме традиционной геоинформационной системы агрономической ГИС (АгроГИС) – программы, предназначенной для удобной работы с агрономической информацией. АгроГИС требует информации по каждому производственному участку для принятия управляющих решений. При создании АгроГИС было отдано предпочтение продукции КБ «Панорама»: профессиональной ГИС «Карта 2008» и специальной ГИС «Панорама-АГРО», обладающих вместе полным набором средств для решения подобного класса задач.

ГИС «Карта 2008» используется для создания карт сельскохозяйственных полей и первичного ввода информации в систему. Каждый слой электронной карты имеет связь с атрибутивной базой данных, содержащей информацию, соответствующую тематике слоя карты, по каждому контуру. Например, база данных карты микроструктур почвенного покрова включает следующую информацию: номер контура; индекс почвенной комбинации; полное название почвенной комбинации; состав почв; генетическую характеристику почвообразующих пород и их гранулометрический состав; площадь контура.



Рис. 2.

Фрагменты космических снимков с различных космических аппаратов, используемых при составлении электронной карты сельскохозяйственных полей:

- а) космический снимок с КА CARTOSAT (разрешение 2,5 м);
 б) космический снимок с КА IKONOS (разрешение 1 м)

Некачественный учет необходимых факторов, влияющих на эффективность сельскохозяйственного производства, приводит к значительным затратам, снижению урожайности и качества продукции, поломкам дорогостоящей техники. На каждом земельном участке имеются как относительно стабильные, так и динамично изменяющиеся агрономически важные факторы. К первым относятся условия рельефа, почв, гидрогеологии. Ко вторым – текущая климатическая ситуация, фитосанитарная обстановка. ГИС «Панорама-АГРО» предназначена для информационного обеспечения процесса управления земельным предприятием с учетом обоих факторов. Кроме того, данная программа имеет встроенный блок мониторинга техники хозяйства, что обеспечивает автоматизированный сбор сведений о проведенных агротехнических мероприятиях и позволяет оценить качество механизированных работ.

Агротехнологическое планирование включает следующие виды работ:

- анализ потенциальных возможностей производственной деятельности хозяйств (кадров и земельных ресурсов), их текущей и потенциальной эффективности;
- обмер полей по контуру с использованием высокоточного спутникового оборудования;
- составление структуры посевных площадей и севооборотов в формате векторной электронной карты;

- расчет потребности в технике и оборудовании;
- экономический анализ при минимальном и максимальном стабильно возможных уровнях урожайности для конкретных условий.

Электронные карты полей имеют общую картографическую проекцию и единую систему координат, благодаря чему выполняется точная пространственная привязка почвенных контуров и их совмещение с соответствующими формами рельефа. Для этих целей кроме существующих цифровых картографических материалов целесообразно использовать космические снимки высокого разрешения. Привязку следует начинать с гидрографической сети, овражно-балочного комплекса, дополняя ее дорожной сетью и другими объектами, которые хорошо выделяются на почвенной карте, картографической основе и космических снимках (рис. 2). Например, на космическом снимке на рис. 2а хорошо видны солонцовые комплексы (светлые пятна), сильно ухудшающие качество земель и требующие химической мелиорации, а на космическом снимке на рис. 2б отчетливо просматривается водно-эрозийная сеть.

Используя космические снимки, проверяют наличие элементарной почвенной структуры (ЭПС) на каждом выделенном на почвенной карте контуре. Компоненты ЭПС имеют разный тон и создают своеобразный рису-

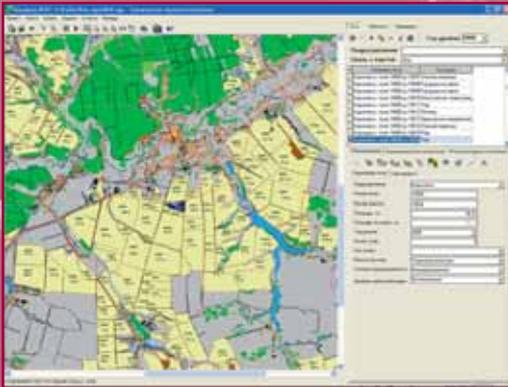


Рис. 3.
Фрагмент электронной карты полей и атрибутивной базы данных в ГИС «Панорама-АГРО»

нок изображения, по которому можно посчитать доле- вой состав компонентов. Компонентный состав определяют, исходя из принадлежности территории к конкретному почвенно-географическому району и установления причины возникновения ЭПС (эрозия, солонцеватость почв и пр.) Для этого анализируют формы, размеры компонентов ЭПС, ее приуроченность к мезорельефу, генезис почвообразующих пород и другие сведения, содержащиеся в литературных источниках и отчетах предыдущих изысканий.

Границы ЭПС корректируются по реальным границам форм и элементов рельефа. Путем взаимного наложения тематических слоев электронной карты полей формируется комплексная карта агроэкологических групп и видов земель, т. е. элементарных ареалов агроландшафта (однородных участков), каждый из которых снабжается банком данных по всем параметрам.

В результате электронная карта полей (рис. 3) содержит всю необходимую информацию для принятия проектных решений по размещению сельскохозяйственных культур, дифференциации технологий их возделывания при различных уровнях интенсификации производства, оптимальной организации территории с учетом ландшафтных связей, т. е. формирования системы земледелия и агротехнологий.

Эта информация необходима и зачастую достаточна также для решения социально-экологических задач, т. е. для разработки проекта внутрихозяйственного землеустройства (проекта сельскохозяйственного производства). Специалистам хозяйства предлагается удобный механизм не только для накопления данных, но и ведения истории полей с привязкой к году урожая. Средства анализа позволяют выполнять пространственные и логические запросы к данным, формировать выборки и отчеты. Накопление данных с привязкой к году урожая обеспечивает ретроспективный анализ информации, а средства трехмерной графики – ее наглядное представление (рис. 4).

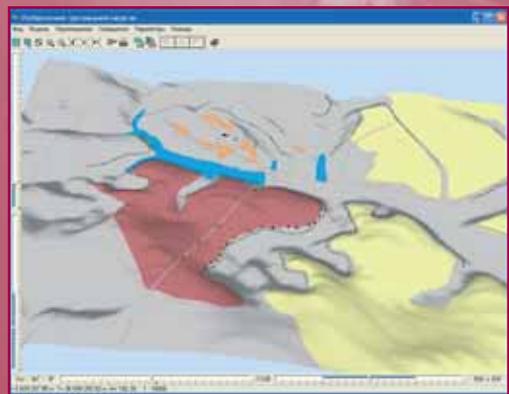
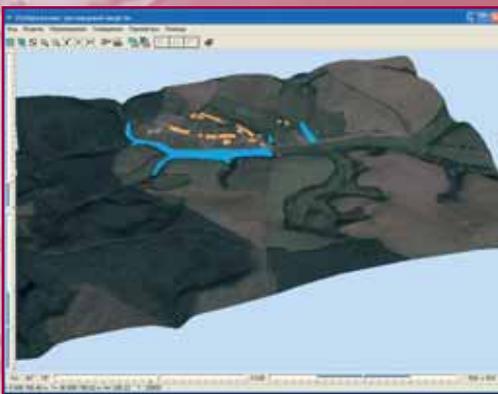


Рис. 4.
Фрагменты трехмерных моделей электронной карты полей