5. Буре В. М., Парилина Е. М. Теория вероятностей и математическая статистика. СПб.: Лань, 2013.

6. Буре В. М. Методология статистического анализа данных. СПб.: СПб. Гос. ун-т, 2007.

7. Stan G. Daberkow, William D. McBride Farm and operator characteristics affecting the awareness and adoption of precision agriculture technologies in US // Precision agriculture, 4, 163–177, 2003.

8. Robertson, M. J., Llewellyn R. S., Mandel R., Lawes R., Bramley R. G. V., Swift L., Metz N., O'Callaghan C. Adoption of variable rate fertilizer application in the Australian grain industry: status, issues and prospects // Precision agriculture, 13, 181–199, 2012.

9. J. Anita Dille, David A. Mortensen, Linda J. Young Predicting weed species occurrence based on site properties and previous year's weed presence // Precision agriculture, 3, 193–207, 2002.

10. Dale R. Walters, Anna Avrova, Ian J. Bingham, Fiona J. Burnett, James Fountain, Neil D. Havis, Stephen P. Hoad, Gareth Hughes, Mark Loosely, Simon J. P. Oxley, Alan Renwick, Cairistiona F. E. Topp, Adrian C. Newton Control of foliar diseases in barley: towards an integrated approach // Eur. J. Plant Pathol, 133, 33–73, 2012.

ПОСТРОЕНИЕ БАЗ ДАННЫХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРЕЦИЗИОННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

А. В. Конев

Агрофизический НИИ Россельхозакадемии, Санкт-Петербург

Современные технологии точного земледелия открывают большие возможности для совершенствования методики постановки полевых опытов в условиях (и с учетом) неоднородности почв. С появлением систем глобального позиционирования, средств почвенно-растительного мониторинга и геоинформационных систем стала возможной реализация в полностью автоматическом режиме полевых опытов по широкому спектру факторов плодородия.

При проведении полевых опытов с применением технологий точного земледелия важным источником информации, характеризующим уровень продуктивности поля, является электронная карта урожайности. Автоматическое получение и пространственная регистрация подобной информации является несомненным прорывом в области опытного дела, так как наличие электронной карты урожайности позволяет характеризовать поле не одним числом – средней урожайностью поля, а большим числовым массивом – урожайностью отдельных участков площадью 25 м^2. Существенно возрастает при этом возможность детального исследования характера и степени влияния на урожайность почвенно-климатических, агрохимических и других аспектов, выявленных на этапе мониторинга.

Разработанный в Агрофизическом Институте программный комплекс поддержки технологий точного земледелия включает в себя функционал, обеспечивающий информационную поддержку всей цепочки работ в рамках прецизионных экспериментов:

– регистрацию данных почвенно-растительного мониторинга с выделением однородных зон сельскохозяйственного поля;

– компьютерное планирование схемы прецизионного эксперимента;

– регистрацию карт урожайности;

– генерацию информационной базы по проведенному эксперименту.

Основное преимущество прецизионных опытов заключается в возможности автоматического получения большого объема информации по изучаемому объекту (информационная база по полю 50 га будет содержать около 20 000 записей). В этой связи в программный комплекс заложен функционал, обеспечивающий автоматическое построение единой базы данных по проведенному эксперименту.

По итогам проведения прецизионных экспериментов в распоряжении исследователя оказывается набор геопривязанных электронных карт (слоев) одного и того же поля, описывающих пространственное распределение изучаемых параметров. Объединение атрибутивной информации тематических слоев в единую базу производится на основе сравнения координат объектов. Так как отдельные слои карты могут содержать различные типы географических объектов (полигоны, точки) с произвольной геометрической конфигурацией на первом шаге проводится процедура пространственной интерполяции, в ходе которой на каждый тематический слой карты накладывается единая интерполяционная сетка. Заложенный в программный комплекс функционал позволяет осуществлять пространственную интерполяцию следующими методами:

– кригинг (Kriging);

– обратного расстояния (Inverse Distance to a Power);

– минимальной кривизны (Minimum Curvature);

– натуральных соседей (Natural Neighbor);

– ближайших соседей (Nearest Neighbor);

– полиномиальной регрессии (Polynomial Regression);

– радиальных базисных функций (Radial Basis Function);

– триангуляция с линейной интерполяцией (Triangulation with Linear Interpolation);

– скользящего среднего (Moving Average).

На следующем шаге путем вертикального среза атрибутивной информации слоев по каждой ячейке единой интерполяционной сетки производится автоматическое построение единой базы данных, хранящей полную информацию по проведенному эксперименту (рис.). В программном комплексе реализован функционал, осуществляющий генерацию подобных информационных баз как сразу по всему полю, так и по интересующим исследователя конкретным участкам.

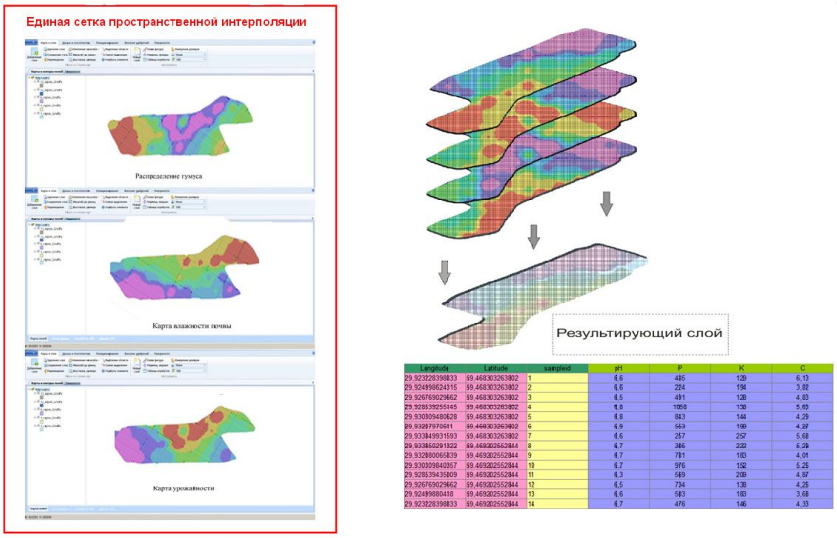

Рис. Построение информационной базы прецизионного эксперимента

Наличие большой информационной базы, накопленной в результате проведения прецизионных экспериментов, позволит реализовать самые разные методы анализа данных, сравнить статистические выводы, полученные в результате применения различных статистических процедур, и тем самым обеспечить достоверность и надежность окончательных выводов.

Литература

1. Якушев В. В., Конев А. В., Матвеенко Д. А., Якушева О. И. Прецизионные эксперименты в информационном обеспечении систем земледелия // Вестник РАСХН. № 3. 2011. С. 11–13.

2. Якушев В. В., Телал Б. А., Часовских С. Г., Конев А. В., Матвеенко Д. А. Программное обеспечение для точного земледелия. Опыт внедрения и разработки // Сборник докладов XII международной научно-технической конференции «Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем». М., 2012. С. 489–492.