

Информационное обеспечение агроландшафтных исследований

Information support of agro-landscape researches

Баденко / Badenko V.

Владимир Львович
(vbadenko@gmail.com)
доктор технических наук.
ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский
государственный университет»,
профессор кафедры картографии
и геоинформатики.
г. Санкт-Петербург

Иванов / Ivanov D.

Дмитрий Анатольевич
(volok123@gmail.com)
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
член-корреспондент Россельхозакадемии.
ФГБНУ «Всероссийский НИИ сельскохозяйственного
использования мелиорированных земель»,
заместитель директора по координации.
пос. Эммаус Тверской области

Топаж / Торај А.

Александр Григорьевич
(alex.topaj@gmail.com)
доктор технических наук.
ФГБНУ «Агрофизический
научно-исследовательский институт»,
заведующий лабораторией математического
моделирования агроэкосистем.
г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: географические информационные системы – geographical information systems; динамическая модель продукционного процесса – dynamic model of plant production process; многофакторный компьютерный эксперимент – multivariate computer experiment; агроландшафтный стационар – agro-landscape landfill.

В статье описывается разработанный авторами подход к информационной поддержке агроландшафтных исследований. Главными компонентами решения выступают система поливариантного расчета АРЕХ и Географическая информационная система (ГИС), тесно взаимодействующие между собой. Представлено краткое описание компонентов и принципы их взаимодействия. Работоспособность предлагаемого метода демонстрируется на примере агроландшафтного стационара "Губино" (Тверская область).

The approach developed by the authors to information support of agro-landscape research is described. Principal components of proposed solutions are the system of multivariate computation APEX and geographical information system, which are closely interrelated each other. Brief component descriptions as well as the main principles of their integration are presented. Applicability of proposed method is demonstrated on example of agro-landscape landfill "Gubino" (Tver' region).

Введение

Для современного этапа развития сельскохозяйственной науки характерна ориентация исследований на системный поиск фундаментальных причинно-следственных связей природных и антропогенных процессов, протекающих в агроландшафте [1]. Фундаментальные исследования в этой области позволят оценить целесообразность использования тех или иных мероприятий и послужат основой создания информационных технологий управления продуктивностью агроландшафта при сохранении его экологического равновесия, обеспечения устойчивого развития и сбережения природных ресурсов, в первую очередь плодородия почв [2]. Целенаправленное изучение процессов и явлений в агроландшафтах проводят на специальных агроландшафтных полигонах. При этом важнейшей проблемой остается эффективная интеграция моделей процессов и явлений в агроландшафте и ГИС [3]. В настоящей работе обобщен опыт авторов по изысканию в этом направлении и представлены результаты для агроэкологического полигона "Губино" ВНИИ Сельскохозяйственного Использования Мелиорированных Земель в поселке Эммаус Тверской области, предназначенного для проведения агроландшафтных исследований [4].

Материалы и методы

Общая схема предлагаемого метода состоит из следующих этапов:

1. Подготовительный этап.

На этом этапе формируется база данных ГИС. Для

пространственной привязки используются данные дистанционного зондирования, результаты наземной съемки с помощью GPS-приемника и имеющиеся картографические материалы. На этой же стадии проводится обследование агрохимических и агрофизических свойств почвы агроландшафтного полигона, которое необходимо для проведения расчетов с помощью динамической модели продукционного процесса сельскохозяйственных растений AGROTOOL [5]. Определенные в ходе полевых и лабораторных исследований параметры заносятся в стационарную базу данных AGROTOOL [6].

2. Этап оперативного сопровождения ландшафтного опыта в текущем году.

Этот этап проводится в специализированной среде поливариантного анализа АРЕХ [7–8], которая предоставляет широкие возможности по автоматизации планирования и проведения многофакторных компьютерных экспериментов с моделью продукционного процесса. Содержательная интерпретация результатов подобных экспериментов дает возможность прогнозировать даты наступления фенологических фаз развития, оценивать границы продуктивности посева, предсказывать адаптивные реакции растений на конкретные сроки и нормы агротехнических мероприятий и т.д. По сути это означает информационную поддержку принятия агрономических решений.

3. Этап анализа.

На данной стадии после уборки урожая проводится анализ и сравнение результатов, полученных при моделировании и в реальности. Сравнение модельных и экспериментальных данных служит основой возможной корректировки параметров модели (параметрическая идентификация) и заключений о степени ее адекватности (верификация).

Детальное рассмотрение представленных этапов позволяет сделать ряд замечаний. Так, в задачах по информационной поддержке агроландшафтных исследований основным исследуемым фактором, то есть источником поливариантности модельных расчетов, выступает неоднородность почвенных характеристик в пределах изучаемого сельскохозяйственного поля. Этот тип поливариантности допускает такое же исследование в рамках системы АРЕХ, как и любой другой. Единственной характерной особенностью выступает тот факт, что и исходные данные (значимые для модельных расчетов характеристики почвы) и результаты поливариантного анализа (например, модельные урожаи) в этом случае имеют вполне конкретную географическую привязку и могут быть естественным образом визуализированы в картографическом интерфейсе. Последнюю функциональность традиционно берет на себя конкретная область информационных технологий и конкретный класс программных продуктов – ГИС. В то же время планирование схемы многофакторного эксперимента, технические вопросы взаимодействия с конкретной внешней моделью и статистический анализ результатов, по-видимому, должны остаться прерога-

тивной специализированных систем типа АРЕХ. Отсюда вытекает необходимость разработки методики интеграции для этих классов информационных систем в разрезе двух основных прецедентов совместного использования – импорт исходных данных о почвенной неоднородности из ГИС в оболочки интегрированного моделирования и обратный экспорт получившихся (возможно, предварительно статистически обработанных) результатов компьютерного эксперимента в ГИС для их пространственной визуализации.

Основные шаги методики интеграции системы поливариантного анализа АРЕХ с ГИС следующие:

1. Формирование в среде ГИС объектов для дальнейшего исследования в среде АРЕХ. Здесь применяются методы пространственного анализа для пересчета набора точек отбора образцов в набор единиц управления (квазиоднородных почвенных контуров) интересных для исследований и, соответственно, моделирования.

2. Формирование файла формата MS Excel для загрузки в АРЕХ с ключевым полем – идентификатором расчетного участка в ГИС.

3. Импорт информации в АРЕХ.

4. Формирование проекта в среде АРЕХ.

5. Расчет проекта в среде АРЕХ.

6. Анализ результатов расчета проекта в среде АРЕХ с использованием встроенных механизмов статистической обработки (однофакторный, многофакторный, дисперсионный анализ и т.д.).

7. Экспорт результатов анализа в файл формата АРЕХ с ключевой колонкой – идентификатором расчетного участка в ГИС. Т.е. открытие получившегося транспортного файла формата MS Excel в среде ГИС и связывание полученного набора данных с таблицей пространственно-графической информации о расчетных участках по вторичному ключу – сохраненному на всех этапах работы в АРЕХ идентификатору расчетного участка в ГИС.

8. Построение в интерфейсе ГИС тематических карт для картографического анализа и пространственной визуализации результатов из АРЕХ.

Результаты и обсуждение

Агроландшафтный стационар "Тубино" расположен в центральной части конечно-моренного холма, характеризуется слабой пересеченностью рельефа и относительной высотой 15 м. Делянки опыта имели вид непрерывных параллельных полос, расположенных перпендикулярно дренажу и пересекающих все семь выделенных ландшафтных позиций (трассеты). Учет параметров растительного покрова и агрохимических показателей производился в регулярных точках опробования, отстоящих друг от друга на 40 метров [4, 9].

После формирования базы данных был создан отдельный проект вычислительного факторного эксперимента и проведены модельные расчеты в среде поливариантного анализа АРЕХ. После чего различные результаты могут быть экспортированы в среду ГИС для пространственного анализа и построения темати-

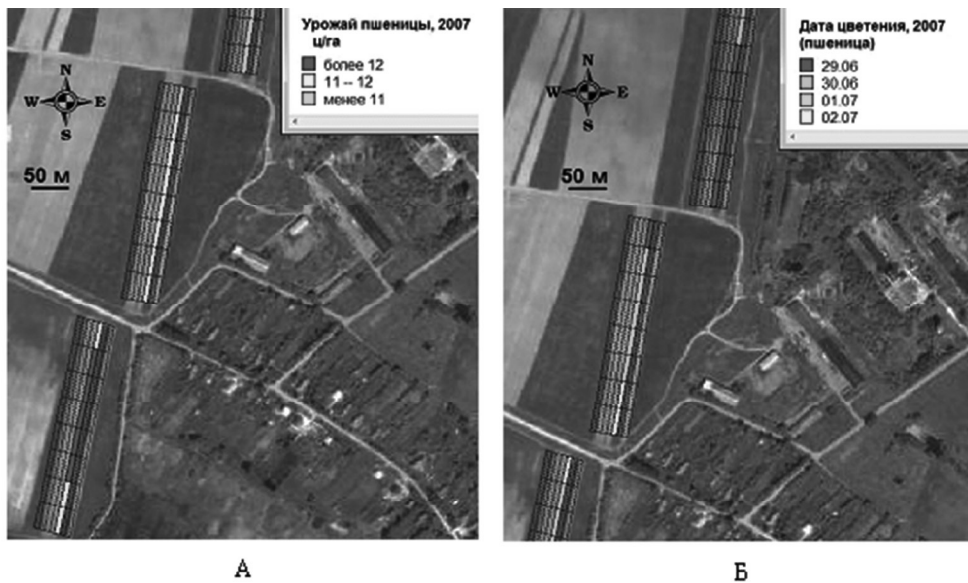


Рис.1. Результаты моделирования (2007 г.). А – урожай пшеницы, ц/га. Б – дата наступления фазы цветения.

ческих карт. Так, на рис. 1А представлена тематическая карта урожайности пшеницы, а на рис. 1Б – тематическая карта наступления фазы цветения. Обе тематические карты относятся к моделированию продукционного процесса пшеницы с погодными условиями 2007 года.

Заключение

Представлен метод информационной поддержки проведения агроландшафтных исследований. Метод основан на интеграции системы поливариантного анализа АРЕХ и ГИС. При этом в качестве динамической модели в АРЕХ использовалась динамическая модель продукционного процесса сельскохозяйственных растений AGROTOOL, а в качестве программного обеспечения ГИС – MapInfo. Применение метода, ранее прошедшего апробацию на полях Меньковской опытной станции Агрофизического НИИ, для условий агроландшафтного стационара "Губино" продемонстрировало универсальность метода.

Создана база данных ГИС для агроландшафтного полигона ВНИИМЗ, атрибутивная информация по выделенным элементарным единицам управления помещена в стационарную базу данных AGROTOOL. Представленные в виде тематических карт результаты позволяют сделать вывод о решении поставленной задачи, возможности информационной поддержки проведения агроландшафтных исследований в следующих сезонах вегетации и перспективах расширения масштабов практического использования полученного информационного комплекса.

Литература

1. Иванов, Д.А. Агрогеография : учебное пособие / Д.А. Иванов. – Тверь: АгросферА, 2010. – 244 с.
 2. Юртаев, А.А. Агроландшафтные исследования: теория и практика / А.А. Юртаев // Научные ведомости Белгородского

государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2011. – Т. 16. – № 15. – С. 217–221.

3. Баденко, В.Л. Методология использования эколого-экономических моделей в среде ГИС при управлении территориями / В.Л. Баденко // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 1998. – № 4. – С. 107–111.

4. Влияние ландшафтных условий на структуру урожая озимой ржи / Д.А. Иванов [и др.] // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 2. – С. 38–40.

5. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур / Р.А. Полуэктов [и др.] – СПб.: Изд-во С-Петербур. ун-та, 2006. – 396 с.

6. Бакаленко, Б.И. База данных полей и посевов СИАМ v.2: распределенная архитектура и web-интерфейс удаленного доступа / Б.И. Бакаленко, А.Г. Топаж // Материалы координационного совещания Агрофизического института. – СПб.: Изд-во АФИ, 2010. – С. 29–32.

7. Топаж, А.Г. Система поливариантных расчетов динамической модели продукционного процесса в задачах точного земледелия / А.Г. Топаж, Р.А. Полуэктов, С.Г. Кобылянский // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2006. – № 6. – С. 58–61.

8. Medvedev, S. Crop simulation model registrator and polyvariant analysis / S. Medvedev, A. Topa. // IFIP Advances in Information and Communication Technology. – 2011. – V. 359 – P. 295–301.

9. Иванов, Д.А. Исследование водно-физических свойств осушаемых дерново-подзолистых почв в пределах конечноморенной гряды / Д.А. Иванов, Н.Г. Ковалев, О.Н. Анциферова // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – № 6. – С. 38–40.