


РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
АГРОФИЗИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ



**МАТЕРИАЛЫ**  
**научной сессии по итогам 2013 года**  
**Агрофизического института**

Санкт-Петербург, 20–21 марта 2014 г.

Санкт-Петербург  
2014

**УДК 631.53**

**Материалы научной сессии по итогам 2013 года Агрофизического института.** Санкт-Петербург, 20–21 марта 2014 г. – СПб.: АФИ, 2014. – 172 с.

*Печатается по решению Учёного совета  
Агрофизического НИИ  
(протокол № 2, от 27 февраля 2014 г.)*

Материалы даны в авторской редакции.

## **ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОЛИВАРИАНТНОГО РАСЧЕТА ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОДУКТИВНОСТИ АРЕХ С ГИС НА ПРИМЕРЕ ЛАНДШАФТНОГО СТАЦИОНАРА «ГУБИНО»**

*В. Л. Баденко<sup>1</sup>, С. А. Медведев<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>СПбГосударственный Политехнический Университет*

*<sup>2</sup>Агрофизический научно-исследовательский институт*

Для современного этапа развития сельскохозяйственной науки характерна ориентация исследований на системный поиск фундаментальных причинно-следственных связей природных и антропогенных процессов, характерных для агроландшафтов [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 [3]. В настоящей работе представлен опыт авторов по работе в этом направлении и представлены результаты для агроэкологического полигона «Губино» ВНИИ Сельскохозяйственного Использования Мелиорированных Земель в поселке Эммаус Тверской области [4]. Рассматриваются посевы пшеницы, по которой имеются данные и других исследователей, которые позволяют проводить проверку получаемых результатов.

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. Общие методологические подходы для решения этой задачи можно найти в работах [5, 6]. На этом этапе также проводится обследование агрохимических и агрофизических свойств почвы агроландшафтного полигона, которое необходимо для поведения расчетов с помощью динамической модели продукционного процесса сельскохозяйственных растений AGROTOOL. Определенные в ходе полевых и лабораторных исследований параметры заносятся в стационарную базу данных AGROTOOL.

### 2. Этап сопровождения ландшафтного опыта в текущем году.

Этот этап проводится в среде системы поливариантного анализа АРЕХ [7], которая предоставляет широкие возможности по автоматизации планирования и проведения многофакторных компьютерных экспериментов с моделью продукционного процесса. На этой стадии имеется возможность предсказать фенологическое развитие посевов, последствия проведения обработок в конкретное время и в конкретном месте. По сути это означает информационную поддержку принятия агрономических решений.

### 3. Этап анализа.

На данной стадии после уборки урожая проводится анализ результатов, полученных при моделировании и в реальности. Анализ возможных последствий при выборе другой агрономической стратегии и т. д. По результатам сравнения модели и опыта может быть проведена определенная корректировка параметров.

Анализ представленных этапов метода 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 исследуемого сельскохозяйственного поля. Этот тип поливариантности допускает такое же исследование в рамках системы APXH, 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 прерогативой специализированных систем типа APXH. Отсюда вытекает необходимость разработки методики интеграции для двух классов информационных систем в плане двух основных прецедентов совместного использования – импорт исходных данных о почвенной неоднородности из ГИС в оболочки интегрированного моделирования и обратный экспорт получившихся, предварительно статистически обработанных результатов компьютерного эксперимента, в ГИС для их пространственной визуализации.

Основные этапы метода интеграции системы поливариантного анализа APXH с ГИС следующие:

1. Формирование в среде ГИС объектов для дальнейшего исследования в среде APXH. Применяются методы пространственного анализа для пересчета из набора точек отбора образцов в набор точек интересных для разработки агротехнологий и, соответственно, моделирования.

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

3. Импорт информации в APXH

4. Формирование проекта в среде APXH.

5. Расчет проекта в среде APXH.

6. Анализ результатов расчета проекта в среде APXH. Используется однофакторный и многофакторный анализ.

7. Экспорт результатов анализа в файл формата APXH с ключевой колонкой – идентификатором расчетного участка в ГИС.

8. Открытие файла формата MS Excel в среде ГИС с информацией для картографического анализа. Соединение этой таблицы с таблицей с пространственно-графической информацией о расчетных участках через ключевую колонку – идентификатор расчетного участка в ГИС, имеющуюся в указанных 2-х таблицах.

9. Построение тематических карт в среде ГИС для картографического анализа результатов из АРЕХ.

Агроландшафтный стационар «Губино» расположен в центральной части конечно-моренного холма, характеризуется слабой пересеченностью рельефа и относительной высотой 15 м. Ландшафтное обследование территории позволило выявить 7 агромикрорландшафтов (АМЛ). Делянки опыта имели вид непрерывных параллельных полос, пересекающих все ландшафтные позиции холма и расположенных перпендикулярно дренажу (трассекты). Ширина одной делянки 7,2 м, длина 1400 м. Всего, в соответствие с используемым севооборотом, имеется семь делянок. Площадь под каждой культурой – 1 га. Вдоль полосы технологическое воздействие однотипно, что позволяет наиболее точно изучить адаптивные реакции растений в различных агромикрорландшафтных условиях. Учет параметров растительного покрова и агрохимических показателей производился в регулярных точках опробования, отстоящих друг от друга на 40 м.

На рис. 1А представлена традиционная карта, которая использовалась при управлении агроландшафтными опытами. В ходе реализации первого этапа методики была создана база данных ГИС, которая показана на рис. 1Б. Здесь представлен космический снимок и микроагроландшафтные зоны, привязанные к элементарным участкам шириной 7,2 м и длиной 40 м, которые используются при анализе результатов опытов. Для каждого микроагроландшафта имеются данные по агрохимическим и агрофизическим свойствам почв. Эти данные были занесены в стационарную базу данных AGROTOOL, при этом агрофизические свойства определялись и заносились в базу данных для слоев, толщиной 10 см на глубину до 60 см.

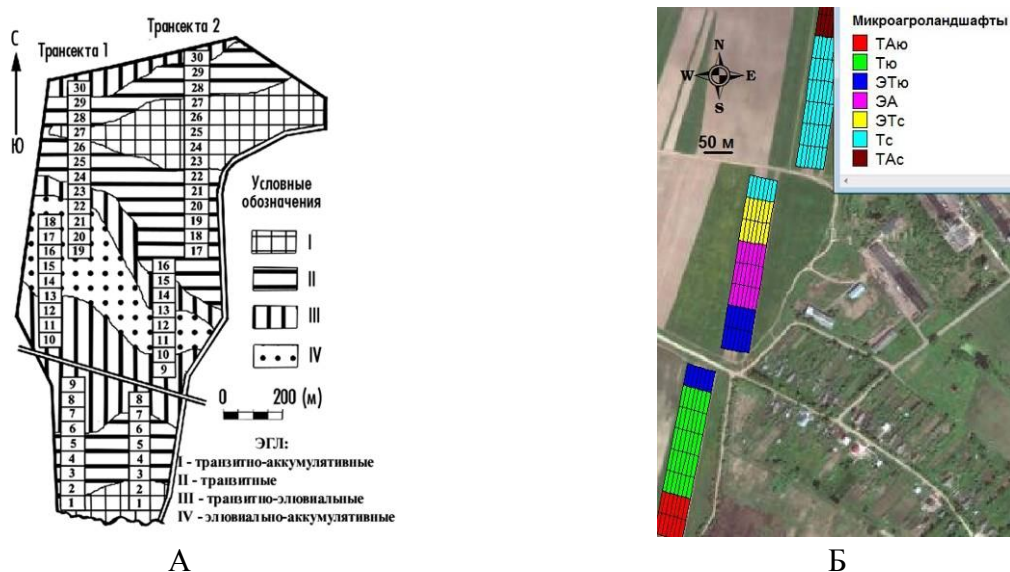


Рис. 1. А – исходный картографический материал. Б – фрагмент базы данных ГИС



Рис. 2. Результаты моделирования (2007 г.).  
 А – урожай пшеницы, ц/га; Б – дата наступления фазы цветения.

После формирования базы данных были проведены факторные эксперименты в среде поливариантного анализа АРЕХ. Полученные результаты анализировались в АРЕХ и, затем отдельные выбранные результаты были переведены в среду ГИС для пространственного анализа и построения тематических карт. Так на рис. 2А представлена тематическая карта урожайности пшеницы, а на рис. 2Б – тематическая карта наступления фазы цветения. Обе тематические карты относятся к моделированию продукционного процесса пшеницы с погодными условиями 2007 года.

### Список литературы

1. Иванов Д. А. Агрогеография. Учебное пособие. Тверь: «АгросферА» Тверской ГСХА, 2010, 244 с.
2. Юртаев А. А. Агрландшафтные исследования: теория и практика // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2011. Т. 16. № 15. С. 217–221.
3. Иванов Д. А., Ковалев Н. Г., Анциферова О. Н., Карасева О. В., Рублюк М. В. Зависимость продуктивности озимой ржи от ландшафтных условий // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 3. С. 5–8.
4. Иванов Д. А., Ковалев Н. Г., Анциферова О. Н., Карасева О. В., Рублюк М. В. Влияние ландшафтных условий на структуру урожая озимой ржи // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 2. С. 38–40.
5. Сурин В. Г., Баденко В. Л., Слинчук С. Г. Исследование возможностей использования наземных спектрофотометрических измерений для развития агрономических технологий // Исследование Земли из космоса. № 2. Март – апрель 2007. С. 89–96.
6. Арефьев Н. В., Баденко В. Л., Волкова Ю. В., Терлеев В. В. Планирование инвестиций в строительство и реконструкцию мелиоративных систем // Природообустройство. 2013. № 3. С. 32–37.
7. Топаж А. Г., Полуэктов Р. А., Кобылянский С. Г. Система поливариантных расчетов динамической модели продукционного процесса в задачах точного земледелия // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2006. № 6. С. 58–61.