

ПОТОКИ КАРТ ПЛАСТИКИ РЕЛЬЕФА – ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

© 2009 И.Н. Степанов, В.И. Степанова, И.П. Баранов, И.Ю. Винокуров

Российской Академии наук, г. Пушкино; e-mail: СЕК-МО@rambler.ru
Владимирский НИИ сельского хозяйства РАСХН (Владимирский ГУ)

Земная (почвенная, ландшафтная, геологическая) поверхность суши материков, дна морей и океанов представлена живописными древовидными структурами, которые мало кому известны. Для их обнаружения разработан картографический метод пластики рельефа, описанный ниже. Существующий «лоскутный» способ картирования для этой цели не пригоден. Производственные опыты на полях Владимирского ополья показали, что в создании почвенного плодородия принимают участие физические и информационные поля. Переход к новому квантово-механическому пониманию агроэкосистем открывает новую страницу в земледелии, что предполагает возможность управления физическими полями агроэкосистем на базе нанотехнологий. Почвенно-экологические системы, выделяемые на картах методом пластики рельефа, относительно упорядочены, что позволяет приближенно описать их с помощью понятий аппарата теории симметрии.

Ключевые слова: пластика рельефа, агроэкосистемы, симметрия.

ВВЕДЕНИЕ

Многолетний опыт картирования почв и экосистем позволяет нам утверждать, что выделяемые на современных тематических картах формы природных объектов не отражают реальность. Причина – игнорирование горизонталей карт рельефа, которые образуют в форме семи-континуума исходную динамическую структуру земной (почвенно-экологической) поверхности. Отсюда – произвол в проведении границ экосистем, почв и горных пород. Нами предложен метод пластики рельефа, который переводит семи-континуум горизонталей в дисконтинуум, создавая динамические паттерны выпуклые ареалы – потоки на фоне вогнутостей – подложки (инерциальной системе отсчета). Впервые в мировой картографической практике в теорию картографии вводится понятие «механическое движение почвенно-геологических тел-потоков по подложке». Формы движущихся тел-потоков напоминают структуры физических полей, что позволяет переходить от геометрических описаний структуры почвенных поверхностей к информационным и полевым структурам, описываемым методами теории симметрии. Опытами на агроландшафтах в первом приближении установлено влияние физических полей на состояние растений и почв (Винокуров, 2007; Лопачев, 2008).

МЕТОД ФОРМАЛИЗАЦИИ ПОЧВЕННЫХ ГРАНИЦ

Любая тематическая карта создается на основе горизонталей (рис. 1, А). Нами найден спо-

соб их геометрического преобразования, который заключается в том, что на каждой горизонтали выделяются точки нулевой плановой кривизны, которые затем соединяются изолинией – морфо-изографой (рис. 1, В). В результате на карте пластики рельефа создается выпукло-вогнутая поверхность с естественными ареалами – «динамическими потоками» или «паттернами движения», используемые в синергетике. Каждый такой поток имеет начальную точку (репеллер), а его концевые части всегда «устремлены» к самым низким точкам (или линиям) бассейна стока, названным аттракторами. В процессе эволюции потоки ветвятся в точках бифуркации, создавая дискретные уровни организации почв разного возраста и свойства. Метод пластики противопоставлен традиционному «фактологическому» или «рекогносцировочному» методу с элементарными почвенными ареалами (ЭПА) (рис. 1, С), на основе которого построены все ныне существующие почвенные и ландшафтные карты. Если метод пластики (В) обязывает выделять каждое повышение и понижение, фиксированное изгибами горизонталей (А) в виде паттернов движения, то традиционный «фактологический» метод, как видно из рис. (С), не замечает этих различий, произвольно, без правил, объединяя в один выдел все понижения и повышения. Потоки-паттерны отражают движение почвенного вещества, а ЭПА – их статику.

Необычные по красоте естественные древовидные узоры возникли в результате длительного взаимодействия гравитационных, электромагнитных и других полей (рис. 2). По этим структурам простые люди ходят, не замечая их. Но

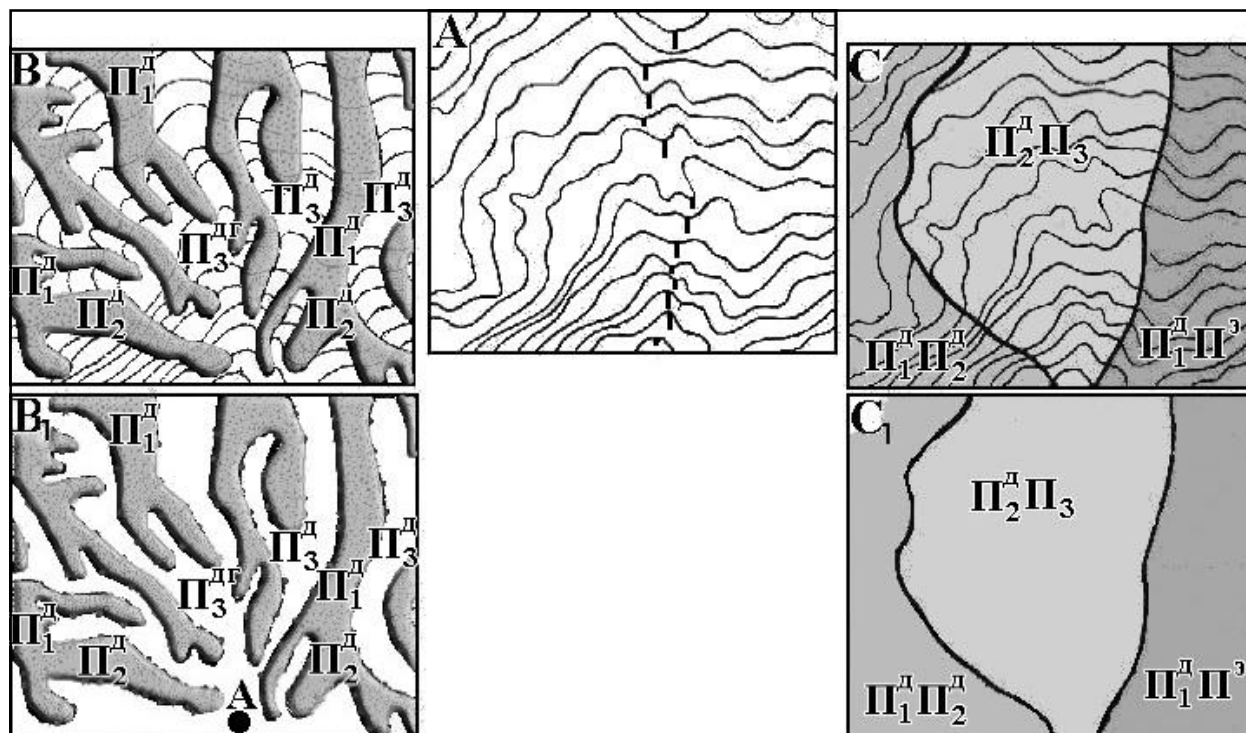


Рис. 1. Сравнение узоров (паттернов движения) двух почвенных карт В и С, выявленных по одним и тем же горизонталям карты рельефа М 1:10 000 (А). В – карта пластики рельефа; С – карта элементарных почвенных ареалов (Методические рекомендации, 1989). На карте А даны горизонтали с бергштрихами. На карте В выпуклости-потоки (закрашены), белый фон – вогнутости. На картах В₁ и С₁ горизонтали сняты, на В₁ сохранены по внешней стороне потоков точки – места пересечения горизонталей, что позволяет восстановить их.

их, к сожалению, не видят картографы, рисуя на «фактологических» картах вместо этих чудесных узоров карт пластики рельефа уродливой формы «лоскуты» и «куски» (рис. 1,С). «Лоскуты» создают искаженное нереальное представление о земной и почвенной поверхности и приводят к применению в науке таких несуществующих форм рельефа, как «равнины», «долины», «холмы» и др. Геометрический анализ горизонталей показывает, что земная кора представлена потоками, сплошь покрывающими материки, дно морей и океанов. Местоположение почвы на том или ином участке потоковой системы становится важным фактором в определении их свойств.

Как видно из рис. 2, в природе нет вымышленных и примитивно представляемых на картах «равнин» и «долин» (рис. 1,С); им суждено оставаться только в эмпирии наук о Земле. В теории же имеют место естественные тела – древовидные потоки, которые образуют наносы, коры выветривания и почвы не только в плане (рис. 2, В, С, D), но и пронизывают ее в мелкоземистых толщах по вертикали на километровые глубины (рис. 2, А), напоминая рост деревьев и ставя загадку в их генезисе. Видимо, подъемы и опускания участков земной коры связаны с повышенным или замедленным ростом «древовидных»

потоков, вызываемых на платформах пликативной тектоникой (Степанов, 1986, 2003, 2006). Экологам следует фиксировать на тематических картах естественные формы потоков, согласно правилам (рис. 1,В), а не придумывать не существующие в природе ареалы (см. рис. 1, С). Потоки приближают нас к точным наукам, так как имеют сходство с диссипативными структурами и фракталами. Потоковые карты составлялись прежде последователями В.В. Докучаева. Например, такая почвенная карта издана в 1923 г. ведущими учеными М.М. Филатовым, С.А. Захаровым, Р.И. Ильиным и другими на территорию Московской губернии (Степанов и др., 2009). Но уже с середины XX в. в России стали издаваться на государственном уровне почвенные карты с «лоскутными» структурами. Причина перехода с «потоковых» карт на «лоскутные» в литературе не обсуждалась.

Выявление древовидных узоров и установление механизма их происхождения, распространения, влияния на эволюцию живого вещества – важная задача экологии XXI в. Она может послужить формализованной опорой для создания сельскохозяйственной информационной системы (СИС), вместо геоинформационной системы (ГИС), исходные уровни организации которой

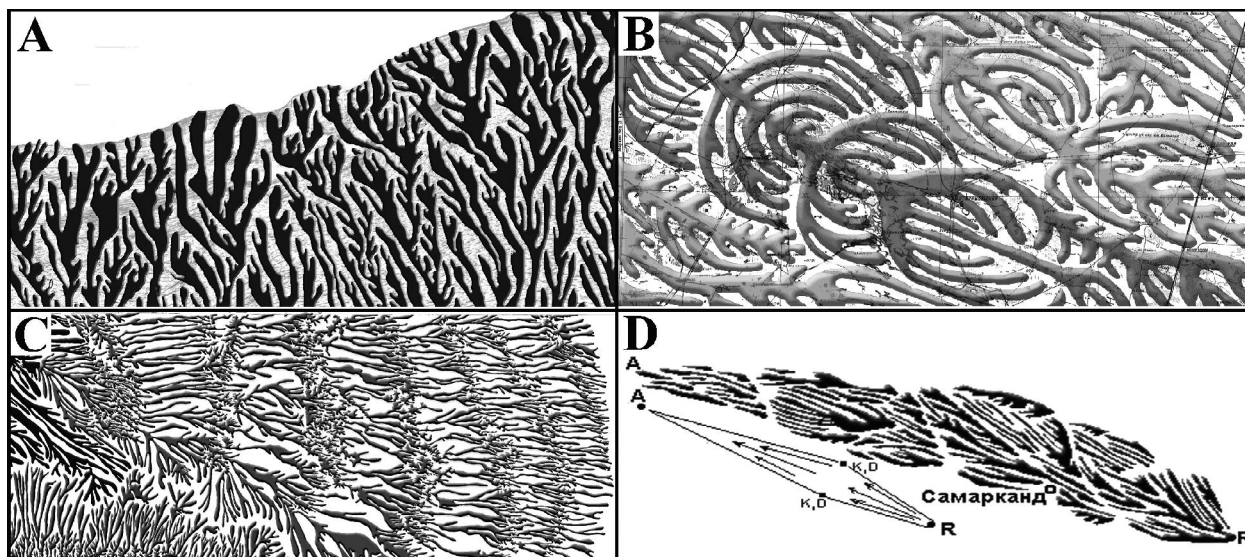


Рис. 2. Древовидные системы на картах пластики рельефа длиной около 100 км (В - Прикаспий, С – долина р. Терек, D – долина р. Зеравшан), а также вертикальный геологический профиль толщи рыхлых отложений Африки (Нигерия) до глубины 3 км (А)

представлены аэрокосмическими снимками и неверно трактуемыми (рис. 1,С) картами рельефа с горизонталями, создающими серию «лоскутных» тематических карт.

СИММЕТРИЗАЦИЯ ПОТОКОВ

Потоки – носители информации о прошлом и настоящем движении земного вещества в поле земного тяготения. Нами они формализованы с помощью теории симметрии (рис. 3) с тем, чтобы как математические символы использовать в программах ЭВМ. Почвоведение ранее основывалось на понятиях «сходство-различие». С 1970 г. вместо этой пары мы стали изучать пару «структура – функция», что резко повысило уровень знания почвоведения. Для этого формы потоков рис. 3 упрощены и скелетизированы (схематизированы) в целях получения абстрактных геометрических структур (показано справа,верху тонкими линиями). Процедура не простая, требует навыка, понимания процесса формализации, который всегда сопровождается упрощением конфигураций, потерей несущественной информации. Скелетизация позволила создать идеализированный образ почвенно-геологического ареала путем отвлечения от деталей и схватывания наиболее существенных черт геометрического строения земной поверхности. При скелетном представлении структуры непрерывно становятся все более тонкими и сглаживаются вплоть до сохранения только элементов, составляющих его «каркас». Информативность скелета определяется тем, что он сохраняет ряд значимых свойств исходного изображения: связность, ориентацию

главной оси и боковых осей, симметрию. Для изучения реальной системы, мы замещаем ее (с точностью до изоморфизма) абстрактной системой с теми же отношениями. Таким образом, задача становится чисто математической, использующей симметрию (рис. 4).

Методы симметрии, изложенные Шубниковым и Копциком (2004), позволили нам формализовать формы потоковых структур. Судя по рис. 4, теперь имеется в почвоведении хотя и небольшой, но все же опыт представления пространственных почвенных, геологических, ландшафтных структур в виде геометрических символов или формул - буквенных индексов-операторов. Эта проблема требует самостоятельного изучения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПЛАСТИКИ РЕЛЬЕФА В ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ ОПЫТАХ

Анализ опытных данных агроэкосистем Владимирского ополья (Винокуров, 2007) производился по двум схемам, используя крупномасштабные почвенные и агрохимические карты, составленные двумя разными методами. 1- Результаты опытов сопоставлялись с ареалами традиционных карт, которые имели *плоские*, однородные, изотропные и изолированные друг от друга равновесные поверхности; 2 – Те же результаты опытов наносились на карты, составленные методом пластики рельефа, ареалы которых – потоки имели *искривленные*, неоднородные, анизотропные, далекие от равновесия поверхности, каждая точка которых функционально и генетически связа-

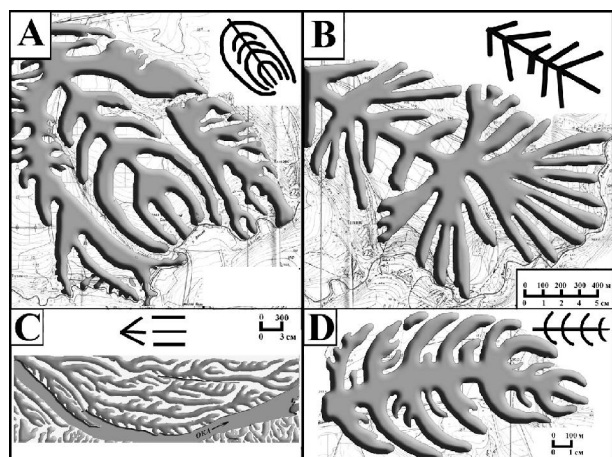


Рис. 3. Почвенно-экологические паттерны движения (поточковые структуры): А, В, D – бассейн реки Восьма (приток Оки); С – часть поймы Оки в районе Приокско-Террасного заповедника Московской области М 1: 10 000

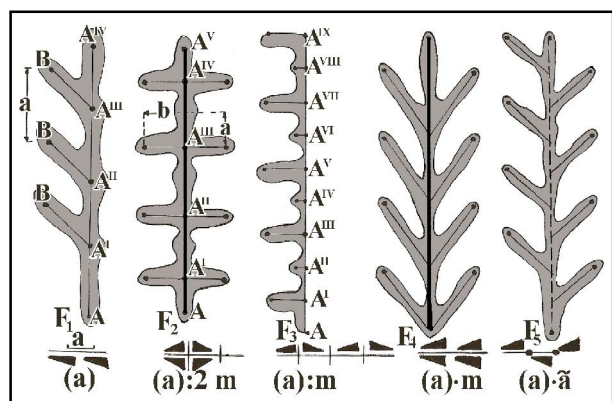


Рис.4. Пять почвенно-экологических паттернов движения (поточковых структур) ($F_{1,5}$) и характеризующие их символы симметрии в виде сочетания фигур по элементам симметрии и формул симметрии (внизу). Тонкие горизонтальные линии – оси переносов (a); толстые линии – обыкновенные плоскости m, проходящие перпендикулярно к чертежу; штриховые линии – плоскости скользящего отражения g; двоеточие в символах (:) означает перпендикулярность, одна точка (·) - параллельность

на с соседними точками. По этим разным по своей природе ареалам (плоским и искривленным) изучалась кинетика нитрификации серых лесных почв. Кинетику нитрификации удалось описать логистическим уравнением Ферхюльста

$$\frac{dx}{dt} = rx \left(1 - \frac{x}{K} \right).$$

Здесь r константа скорости процесса нитрификации, K - экологическая емкость, x - текущая концентрация нитратов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Было показано, что продуктивности и воспроизводство плодородия для различных органо-минеральных систем удобрений на плоских почвенных системах, хорошо коррелируют с величинами отношения K/r , а константы нитрификации коррелируют с величинами начальных концентраций нитратов для всех плоских ареалов (рис. 5 А). На «искривленных» ареалах (В, С, Д) зависимость $r = f(\lg C_{NO_3})$ теряет линейный характер, который был присущ «плоскому» ареалу (А). На рисунках даны номера ЭАЛ (элементарные ареалы ландшафтов) по их расположению на склонах разных экспозиций (СЗ – 1,2,3; ЮВ – 5,6,7) и водоразделе (4). Профили контрольной полосы и полосы, на которую внесены минеральные удобрения и имеющие границу раздела, образуют на «искривленных» ареалах симметричные структуры относительно водораздела, разделяющего склоны, что подчеркивает важность учета симметрии только тогда, когда мы используем карту пластики с искривленными ареалами (рис. 5 С). Профиль величин продуктивности и величин отношений K/r по элементарным ареалам криволинейной поверхности почвенной системы имеют волнообразный синхронный характер. Такой же характер обнаруживают величины содержания азотобактера (*Chroococcum*).

На рис. 5 приведены лишь некоторые из многих графиков, показывающие различия в протекании тех или иных процессов на «плоских» и «кривых» поверхностях, которые обозначены на новых потоковых картах (пластики рельефа) и отсутствуют на традиционных плоских картах.

Полученные результаты невозможно интерпретировать, опираясь только на законы механики, обуславливающие явления переноса вещества в пространстве. В криволинейных почвенных телах, изображаемых на картах пластики рельефа, необходимо учитывать и влияние физических полей, которые в почвоведении успешно изучаются много лет, но без применения к картографическим потоковым структурам – силовым линиям земного тяготения, и к сельскохозяйственным опытам. Хотя известно о взаимодействии электромагнитных и гравитационных полей в природе.

ВЫВОДЫ

Наше стремление формализовать процедуру составления тематических карт для целей земледелия привело к установлению на новых картах пластики рельефа потоков – реальных физических структур земной поверхности. К их изучению теперь можно привлечь методы приближенной симметрии, а не обозначать произволь-

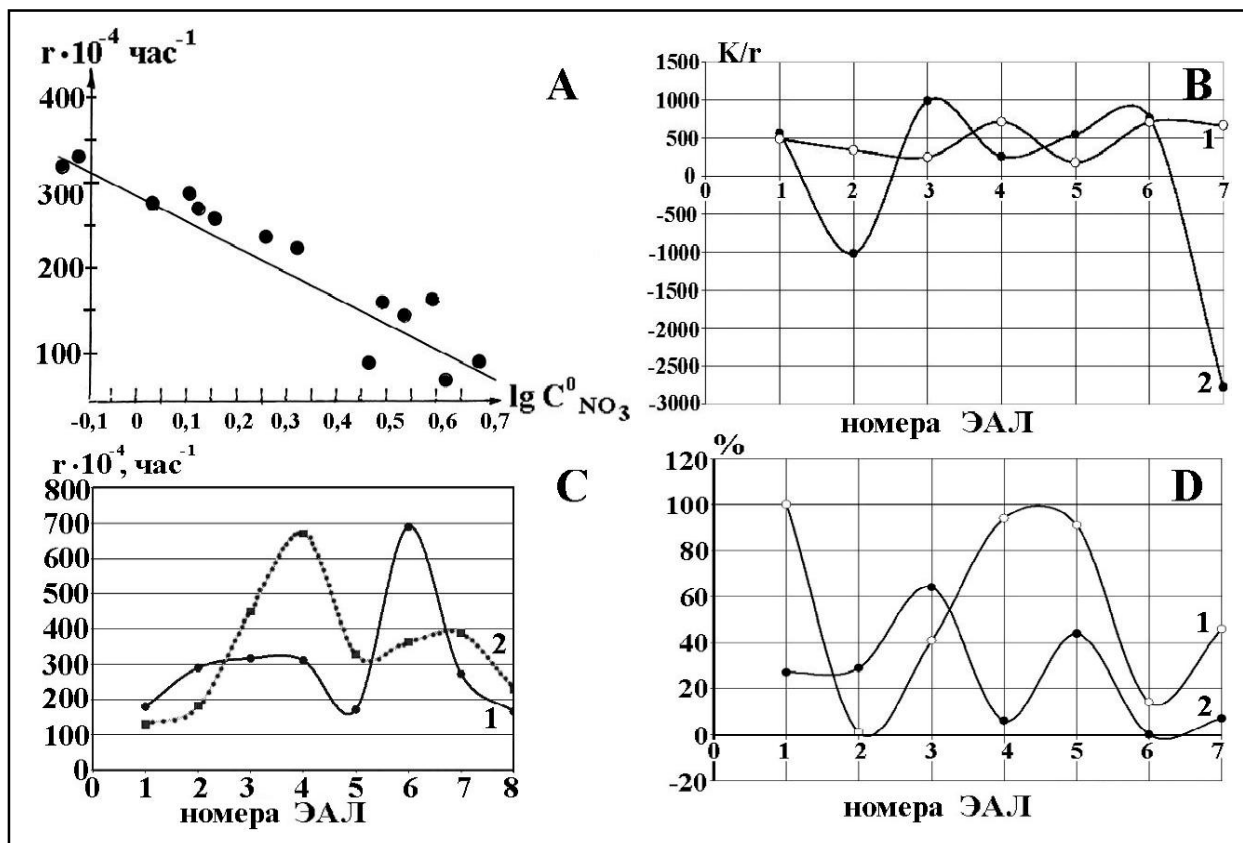


Рис. 5. А - Зависимость константы скорости нитрификации от логарифма начальной концентрации нитратов на «плоских» ареалах; В - Параметры устойчивости для «кривых» ареалов; С - Константы скорости нитрификации на «кривом» ареале: контрольная полоса (ряд 1) и антропогенное наращивание минеральной компоненты $N_{40}P_{40}K_{40}$ на соседней полосе (ряд 2), осень 2004 г.; Д - Содержание азотобактера (*Chroococcum*) на «кривой» поверхности

ные ареалы традиционных карт буквенными индексами или значками, под которыми ошибочно принимают понятие «пространственная структура». По сути, истинными структурами земной поверхности еще никто не занимался. Их установление возможно только на картах пластики рельефа, где структуры являются результатом движения почвенных масс, а не случайных эмпирически обнаруживаемых форм элементарных ареалов (ЭПА) и их общностей (ЭПС), как показано В.М. Фридландом (1972) и его последователями. ЭПА имеют ровную поверхность, одинаковый по всей площади контур состав почв, они изотропны (отсутствует пространственная ориентация, тренд, векторизация), статичны, находятся в состоянии равновесия. Такие безликие «структуры», называемые «фактологическими» или «рекогносцировочными» описывались словами и показывались на картах условными знаками. Они не выявляют ни генезис, ни эволюцию почв. Появление карт пластики рельефа позволило, используя теорию симметрии и теорию физического подобия, не только количественно описать реальные почвенные структуры (рис. 3), но и показать их роль в процессе экологической

дифференциации эволюционирующей почвенной поверхности.

Метод пластики рельефа с выделением паттерн движения использован в сельскохозяйственной практике на полях Владимирского НИИ с.-х. (Винокуров, 2007) и учебного хозяйства Орловского аграрного университета (Лопачев, 2008; Степанова, 2009). Многие века земледелие основывалось на данных о почве как твердотельном образовании, плодородие которого зависело от минералов, органического вещества, воды и воздуха. Все внимание было обращено на поведение этих составляющих. Видимо, наступило время точного (прецизионного) и нанотехнологического земледелия, когда в процесс повышения плодородия агроэкосистем могут быть включены физические и информационные поля.

При проведении опытов наблюдались загадочные явления: внесение удобрений на одном склоне приводило к изменению пространственной структуры продуктивности криволинейной системы на другом склоне, куда удобрения не вносились. Перенос компонентов удобрений с поверхностным или внутрипочвенным стоком с одного склона на другой исключается. Остается

предполагать возможность биогеохимического и физического взаимодействия между почвами указанных агроэкосистем в результате пока еще скрытой от глаз деятельности информационных и физических полей. Для проверки этого феномена нами проведены расчеты данных опытов, показывающие участие физических полей в образовании почв.

Использование точного знания в изложенном выше методе пластики рельефа позволяет использовать карты потоковых структур (паттернов движения) для создания СИС - сельскохозяйственной информационной системы с входящими в нее подсистемами: земледельческой (ЗИС), агрохимической (АИС), почвенной (ПИС) и других, которые ныне представляют банк данных ГИС – геоинформационной системы. В основе ГИС лежат аэрофотоснимки, а в основе СИС – преобразованные горизонталы карт пластики рельефа – физико-математическая основа, высокоточная, наглядная и объективная система отсчета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Винокуров И.Ю. Эволюция почвенных экосистем: Химическое загрязнение, саморегуляция, самоорганизация, устойчивость. М.: Юркнига, 2007. – 320 с.
2. Лопачев Н.А. Экспериментально-теоретические основы использования потоковой структуры агроэкосистем в прецизионном земледелии. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора с.-х. наук. Орел., 2008, 42 с.
3. Методические рекомендации. Составление крупномасштабных почвенных карт с показом структуры почвенного покрова. М., Почвенный институт им. Докучаева, 1989.- 56 с.
4. Степанов И.Н. Формы в мире почв. М., Наука, 1986. – 192 с..
5. Степанов И.Н. Пространство и время в науке о почвах. М., Наука, 2003. – 184 с.
6. Степанов И.Н. Теория пластики рельефа и новые тематические карты. М., Наука. 2006.-230с.
7. Степанов И.Н., Степанова В.И., Баранов И.П., Голубчиков Ю.Н. О малоизвестной почвенной карте Московской губернии М.М.Филатова// «Геоэкология», 2009, №4, с.358-370.
8. Степанова В.И. О новом геоинформационном содержании почвенно-агрохимических карт// «Агрохимия», №7, 2009. с. 81-84
9. Фридланд В.М. Структуры почвенного покрова. М., Мысль, 1972, 424 с.
10. Шубников А.В., Копчик В.А. «Симметрия в науке и искусстве». 2004.

FLOWS PLASTIC RELIEF MAPS - PHYSICAL AND MATHEMATICAL ECOLOGICAL SYSTEMS

© 2009 I.N. Stepanov, I.P. Baranov, V.I. Stepanova, I.Ju. Vinokurov

¹Institute for Biological Instrumentation of the Russian Academy of Sciences (IBI RAS);
e-mail: CEK-MO@rambler.ru

²Vladimir Research Institute of Agriculture of Russia Academy of Agricultural Sciences,
Vladimir State University

The behavior patterns of the soil surface as a physical and mathematical systems for plastic relief maps. We give a characterization based on systems theory, as well as the physical fields.

Key words: *plastic relief, agroecosystems, symmetry.*