

УДК 631.445.12:631.48:516.3

## ЭЛЕМЕНТЫ СИММЕТРИИ И АСИММЕТРИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ТАЕЖНО-ЛЕСНОЙ ЗОНЫ

И. М. ЯШИН

(Межфакультетская лаборатория разработки систем земледелия и животноводства)

На примере диагностики 82 элементарных почвенных ареалов, структур почвенного покрова и анализа морфологии 104 профилей почв стационара колхоза «Восход» Няндомского района Архангельской области дается характеристика элементов симметрии почвенного покрова. Дополнительная информация о пространственном варьировании морфологических признаков в элементарных почвенных ареалах и вдоль линии апробирования получена при исследовании дерново-подзолистых почв подзоны южной тайги.

Установлено, что геометрическое изображение почвенного покрова связано с определенными ограничениями. С целью более полной полевой и аналитической диагностики почв предлагается изучать конкретные элементарные почвенные ареалы путем использования не только традиционных разрезов и профилей, но и заданного почвенного объема (например, призмы, куба и др.).

Из предыдущего сообщения [19] следует, что почвенный покров (ПП) конечноренного ландшафта южной части Архангельской области в течение ряда лет после комплексной мелиорации не приобретает однородного строения и не отличается однотипным функционированием в пространстве, при этом все еще устойчиво сохраняются неблагоприятные морфологические признаки и физико-химические свойства, сложность и неоднозначная степень организации элементарных почвенных ареалов (ЭПА), присущие целинным (лесным) аналогам.

Наблюдается заметная стабильность исходных (естественных) почвенных структур, что, по-видимому, является результатом инерционности, длительности и сопряженности ведущих почвообразовательных процессов, а также следствием проявления симметрии ПП — наличие консервативных и упорядоченных структур почвы, процессов и свойств с высоким уровнем профильной и пространственной организации. Асимметричные почвенные процессы, напротив, придают почве анизотропные (постоянно изменяющиеся в трехмерном пространстве и во времени) свойства, которые чередуются и налагаются на предыдущие, унаследованные из прошедших, циклично повторяющихся и эволюционирующих этапов развития ПП.

Аналізу компонентов симметрии и асимметрии ПП, поиску путей геометрического изображения пространственного залегания элементов почвенных структур (ЭПС) и посвящена настоящая работа.

### Методика

Объектами исследований были средне-таежные осваиваемые почвы колхоза «Восход» Няндомского района Архангельской области [19] и дерново-подзолистые почвы подзоны южной тайги учхоза «Михайловское» Московской области (длительный полевой опыт, заложенный в 1969 г. Б. А. Доспеховым).

Изучалось варьирование морфологических признаков почв в заданном объеме и пространстве — вдоль горизонтальной

линии апробирования. Для изучения элементов симметрии — асимметрии ПП использовалась детальная почвенная карта М1 : 200 стационара, проводился также анализ 104 опорных почвенных разрезов [19]. Почвенные объекты сопоставляли и подвергали морфогенетическому анализу при их абстрагировании — перестановке, поворотах, сдвигах, сжатии и т. д. Необходимо было выяснить критерии равенства при сравнении структурных субъединиц почвы и ПП и установить, какие участки ПП можно считать равными по геометрическим признакам. На наш взгляд, равными по геометрическим признакам могут быть те участки ПП (плоскости, линии, точки и пр.), которые не изменяются при перестановке. Приведем ряд равенств изучаемых признаков исследуемых почв и их структурных организаций (пропорции, соотношения и др.): тождество, совместимость, зеркальность, совместимость — зеркальность, противоположность, неравенство. Однако этот ряд абстрактный, поскольку он не отражает существа природы почвы — ее состава, свойств и процессов почвообразования. Несмотря на подобную абстракцию и обобщение, рассматриваемые геометрические аналогии могут быть полезными при оценке структурной организации почв.

### Результаты

При анализе 82 ЭПА на детальной почвенной карте стационара колхоза «Восход», а также при сопоставлении морфологических признаков почв по 104 полно-профильным разрезам на площади 0,7 га нами были зафиксированы единичные примеры относительного (неполного) подобия ЭПА по форме, размерам и условиям залегания (по рельефу), но внешне подобные формы ЭПА различались даже по морфологическим признакам вследствие неодинаковой внутрипрофильной структурной организации почвенной массы и т. д. (рис. 1 и 2), особенно это касалось подзолистых иллювиально-железистых почв, приуроченных к разным элементам микро-рельефа. Отсутствие тождественно- совме-

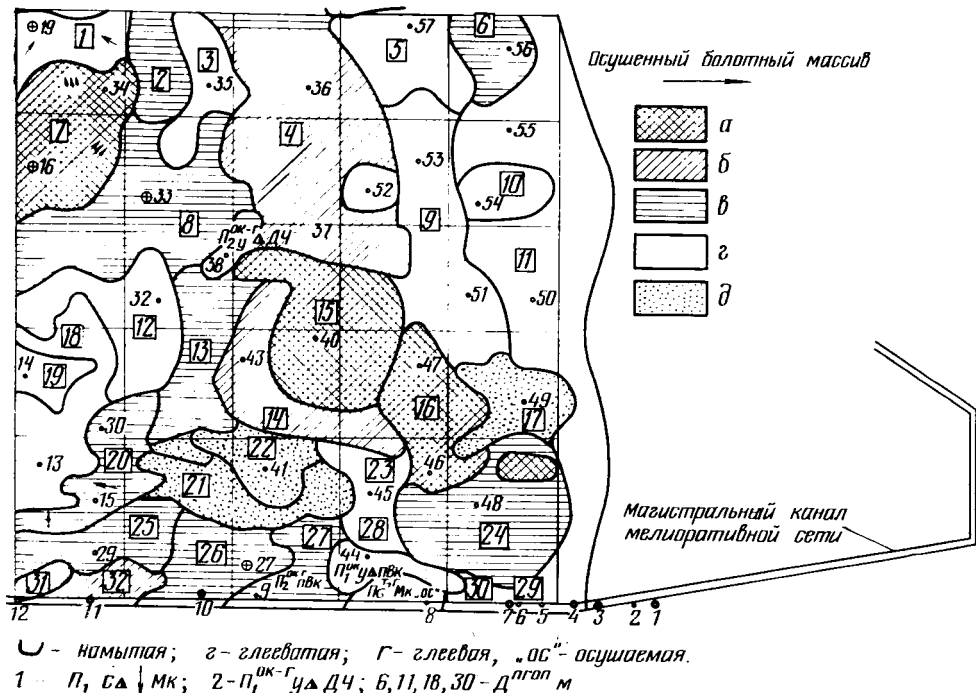


Рис. 1. Фрагмент детальной почвенной карты М1 : 200 колхоза «Восход» Архангельской области.

+ и 0 — соответственно ключевые и опорные разрезы; цифры в контурах — индексы почв ЭПА; а — без гумусового слоя; б — 0—10 см; в — 10—20 см; г — 20—30 см; д — более 30 см; П<sup>ок-г</sup>(ж)М<sub>к</sub>В(ДЧ) — осваиваемые слабо-, средне- и сильноподзолистые типичные, контактно-глебоватые, иллювиально-железистые на карбонатной морене, флювиогляциальных и двучленных отложениях.

стимых признаков симметрии у однотипных ЭПА, занимающих различную пространственную позицию, обусловлено, как уже отмечалось, конкретным проявлением почвенных процессов в каждой «точке» ПП. В связи с этим исследование почвы и обоснование полученных результатов целесообразно проводить в единстве максимально и минимально неоднородных пространств: ПП → ЭПА → «почва — профиль». В данной цепи макроуровней структурной организации почвенного тела наблюдаются не только своеобразные качественные и количественные различия, но и черты сходства, подобия и т. д. Однако эта информация неоднозначна, и реализуется она по-разному. Являясь объемным природным образованием, ПП изображается на почвенных картах в виде горизонтальной плоскости, что, естественно, отражает лишь часть реальной неоднородности почвенного пространства. Такая карта статична, одномерна (рис. 1). Почвенные выделы (в данном случае ЭПА), нанесенные на плоскость, не отражают динамики залегания генетических горизонтов.

Возможным дополнением к почвенной карте может быть объемный профиль (трансекта), пересекающий на территории хозяйства характерные формы рельефа. Подобная блок-схема почвенной трансекты изображена на рис. 2. Она помогает объективно оценить изменение морфологических признаков почв конкретного участка севооборота, прогнозировать перераспределение избытка влаги в почвах и возможное поведение мигрантов, более обо-

снованно размещать сельскохозяйственные культуры на вновь освоенных землях, правильно выбирать мелиоративные объекты и т. д. Кроме того, такая блок-схема почвенной трансекты позволяет осмыслить пестроту ПП, его мелкоконтурность и сложность, динамичность свойств почв и трудность преобразования негативных почвенных признаков даже при длительном окультуривании. Представленный на рис. 2 однородный пахотный горизонт — это беспорядочная по залеганию и неоднородная по сложности, составу и физико-химическим свойствам почвенная масса. Механическое перемешивание исходных слоев целинных почв подзолистого, болотно-подзолистого и болотного типов с неравномерными очагами внесенных органических и минеральных удобрений при комплексной мелиорации само по себе еще не создает гумусово-аккумулятивного горизонта, ценного в агрономическом плане. В литературе имеются данные о зависимости трансформации почвенной массы на мелиорированных участках от условий почвообразования, характера и частоты проведения мероприятий по окультуриванию почв [6, 19]. В то же время практически отсутствуют сведения о дифференцированном освоении компонентов ПП, экономической целесообразности проведения мелиоративных работ на участках, различающихся по рельефу, типу почв, площадям.

Формы ЭПА или контуров (в данном случае масштаб почвенной карты стал критерием выделения и диагностики

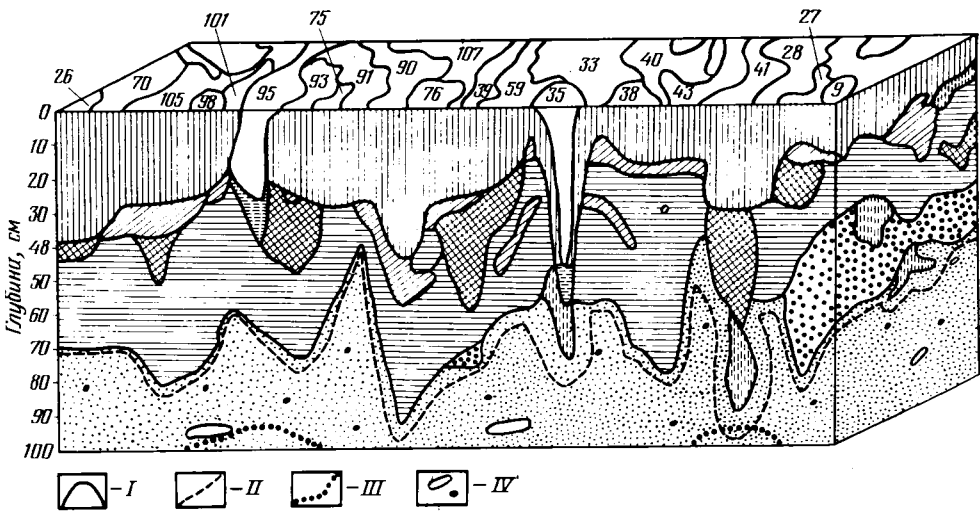


Рис. 2. Блок-схема трехмерного почвенного тела на примере фрагмента стационара колхоза «Восход» Архангельской области по трансекте А—В [19] (вертикальный масштаб: 1 см — 15 см; горизонтальный: 1 см — 2,8 м).

I — границы ЭПА на горизонтальной плоскости; II — граница залегания карбонатов; III — граница появления грунтовых вод; IV — валунчики, камни.

Расшифровка ЭПА по опорным разрезам (осваиваемая почва): 26 — слабоподзолистая легкосуглинистая на карбонатной суглинистой морене; 70 — сильноподзолистая поверхностно-глееватая средне-суглинистая на карбонатной морене; 105 — сильноподзолистая легкосуглинистая слабокаменистая на карбонатной морене; 98 — слабоподзолистая контактно-глееватая сильноосмытая слабокаменистая на двучленных отложениях; 101 — слабоподзолистая супесчаная среднесмытая слабокаменистая на карбонатной морене; 95 — осушаемая дерново-перегнойная глеевая оподзоленная слабокаменистая на карбонатной морене; 93 — сильноподзолистая супесчаная слабокаменистая на карбонатной морене; 75 — слабоподзолистая иллювиально-железистая супесчаная слабокаменистая на карбонатной морене; 91 — слабоподзолистая контактно-глееватая супесчаная на двучленных отложениях; 90 — слабоподзолистая легкосуглинистая среднесмытая слабокаменистая на карбонатной морене; 76 — слабоподзолистая поверхностно-глееватая легкосуглинистая среднесмытая слабокаменистая на карбонатной морене; 107 и 39 — соответственно средне- и слабоподзолистая контактно-глееватая супесчаная слабоосмытая слабокаменистая на двучленных отложениях; 53 — среднеподзолистая легкосуглинистая слабокаменистая на двучленных отложениях; 35 — осушаемая болотная низинная погребенная на карбонатной морене; 33 и 38 — соответственно сильно- и среднеподзолистая контактно-глееватая супесчаная слабокаменистая на двучленных отложениях; 40 — среднеподзолистая контактно-глееватая супесчаная на двучленных отложениях; 43 — слабоподзолистая контактно-глееватая супесчаная слабокаменистая на двучленных отложениях; 41 — слабоподзолистая грунтово-глеевая среднесуглинистая на карбонатной морене; 28 — слабоподзолистая грунтово-глееватая легкосуглинистая слабокаменистая на карбонатной морене; 27 — сильноподзолистая грунтово-глееватая супесчаная слабокаменистая на карбонатной морене; 9 — среднеподзолистая иллювиально-железистая песчаная на карбонатных флювиогляциальных отложениях.

ЭПА — наименьших географических единиц оказались довольно различными: округлые; вытянутые, приуроченные к современному ложбину стока; овальные, широко распространенные на микросклонах и др. Разнообразие ЭПА в ЭПС конкретного геохимического ландшафта обусловлено не только различными направленностью и скоростью почвообразовательных процессов, исходной тополигидрогенной неоднородностью территории, т. е. различием самих элементов структуры, но и неоднозначностью их взаимосвязи, соотношений в ЭПС и взаимодействий. Исходя из этого можно логически обосновать количество предельных вариантов структур любого уровня организации почвенной массы, в данном примере компоновки ЭПА<sup>1</sup>. В процессе преобразований учитывается совокупность следующих изменений: 1) только числа ЭПА; 2) только соотношений ЭПА; 3) числа и соотношений ЭПА; 4) первичных структур (ЭПС); 5) числа ЭПА и ЭПС; 6) соотношений ЭПА и ЭПС; 7) числа ЭПА, соотношений ЭПА и ЭПС. Эти изменения, если не счи-

тать порядок указанных комбинаций, и определяют особенности формирования почвенных структур. Данную информацию следует учитывать при прогнозе строения ПП макротерриторий [19]. Не менее важное значение имеет ограничение числа типичных структурных организаций почв (опорных почвенных групп). Нам удалось, например, установить, что в южной части Архангельской области среди большого разнообразия почвенных микроструктур опорными являются группы гидро-, полугидроморфных и автоморфных (эрозионных) почв: ядро — гидро- и полугидроморфная почва, их сменяют необязательно кольцевые ЭПА полугидроморфных или сезонно переувлажненных почв подзолистого типа (рис. 1, № 19, 18, 13, 22 и 23). Устройство ЭПА в ЭПС может быть весьма мозаичным.

У рассматриваемых типов таежных почв (болотные, болотно-подзолистые, дерново-глеевые и подзолистые глееватые, глеевые) после комплексной мелиорации еще долго сохраняются присущие им генетические особенности, в этих почвах образуются опорные почвенные структуры, периодически повторяющиеся в пространстве. Обратно говоря, ПП беспорядочно усеян упорядоченными структурами.

<sup>1</sup> Основу компоновки ЭПС составляют: число, отношения и первичный элемент структуры (ЭПА).

Создание геометрического образа ПП, по нашему мнению, ограничивается в основном трудностями картографического и производственно-технологического характера. Ограничения возникают также из-за несовместимости субъективного геометрического изображения ПП и реальных почвенных объектов; наблюдается усиление абстрактных обобщений, в том числе и математических. В то же время известные в математике понятия — «золотое сечение», числа Фибоначчи, «Вурфово число» и т. д. [1, 2, 4] — при достаточном накоплении информации могут быть полезными для генетической диагностики почвы, оценки пространственного варьирования их свойств, оптимизации полевых исследований.

Симметрия ПП таежного Нечерноземья может проявляться в своеобразном чередовании опорных и иных почвенных структур, в различных их соотношениях и взаимовлияниях. Другими словами, характерные группы почв, состоящие из ЭПА, периодически повторяются в пространстве, при этом формируются более крупные организации почвенных систем. Нужно научиться находить подобные опорные (связующие) структуры почв на небольших (типичных) участках, исследовать их симметрию, а затем, выявив соотношения опорных структур и мозаику распространения, использовать фактические сведения в моделях почвенного плодородия, а впоследствии и в сельскохозяйственном производстве.

Познание компонентов почвенных структур и элементов структурной организации почв в пространстве (их взаимосвязей и взаимозависимостей) возможно с помощью их детального картографирования и последующего стационарного изучения ПП. На наш взгляд, в традиционных почвенных разрезах целесообразно создавать заданные геометрические объемы (куб, параллелепипед,  $n$ -угольную призму). Каждый из этих объемов отличается неповторимым своеобразием даже в однородной массе почвы, что обусловлено анизотропностью признаков и свойств почв, связанных с целым рядом особенностей, в том числе с геометрией почвенного тела [8]. Создание в почвенном разрезе необходимой геометрической фигуры (как, например, при взятии монолита почвы) существенно конкретизирует, в частности, этап полевого изучения морфологии почв, позволяя проводить измерения и отбор проб почв по трем, а не по одному (как обычно) направлению пространства. Возрастает не только точность, но и информативность исследований. Становится более полной морфологическая характеристика почв, поскольку наблюдения проводятся с 3 позиций. Резко повышается наглядность объекта. Варьирование морфологических признаков приурочивается к точно измеренным и контролируемым объемам, плоскости, линии, точке.

Прежде чем рассмотреть некоторые элементы геометрии почвенного разреза (рис. 2), уточним используемые термины и кратко обсудим значение симметрии в познании компонентов природы.

Понятие «симметричное» в повседневной жизни означает нечто уравновешенное, обладающее определенной пропорциональностью; термин «симметрия» употребляется в качестве меры согласованности отдельных

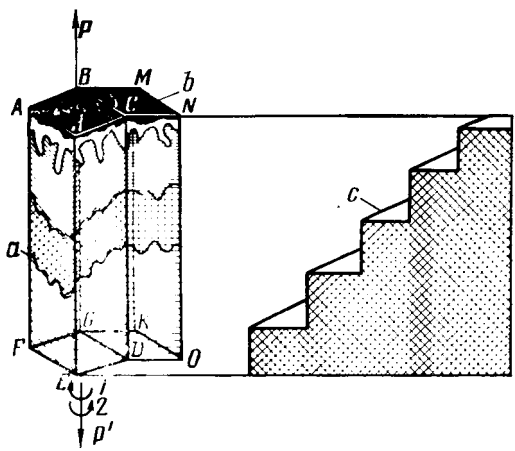


Рис. 3. Геометрические элементы почвенного разреза.

$a$  и  $b$  — условные объемы призм;  $c$  — ступени почвенного разреза; 1, 2 — варианты поворота объекта вокруг оси  $PP'$  на угол  $360^\circ/n$ .

частей любого геометрического тела, которая объединяет их в целое [1, 2]. Некоторые авторы [14] трактуют симметрию как категорию, позволяющую учитывать признаки изучаемого объекта и их изменения, при которых объект остается (по признакам) таким же. При геометрическом подходе к почве под симметрией будем подразумевать определенную структуру почвенного объема, которая анализируется с учетом самого объекта (геометрического образа почвы); преобразований, по отношению к которым рассматривается симметрия, и неизменности (инвариантности) морфологических признаков почвы в некоторой СПП, отражающих геометрическую симметрию<sup>2</sup>.

Симметрия и асимметрия, по мнению Н. П. Депенчук [4], есть одна из форм проявления закона диалектики — единства и борьбы противоположностей.

В. И. Вернадский [2] рассматривал проявления симметрии как индикаторы структурной организации пространства. Он обосновал принципиальные различия и особенности симметрии живой и неживой материи. В. И. Вернадский отмечал, что для симметрии живой материи характерна асимметричность — наличие «левизны» и «правизны».

В. Б. Сочава [10] указывал, что динамика компонентов геосистем во времени и пространстве наиболее полно и глубоко может быть изучена с помощью системного анализа и концепции симметрии. Автор, например, констатировал: «...такой подход позволит упорядочить представление о многих изменчивых географических явлениях и, опираясь на учение о симметрии, дать их математическое описание» [10, с. 396].

В почвоведении метод симметрии опосредованно был применен В. М. Фридландом [16] при изучении структур почвенного покрова (СПП). Установлено, что комбинации почв регулярно повторяются в пространстве, образуя упорядоченную и

<sup>2</sup> Симметрия может быть динамическая и т. д.

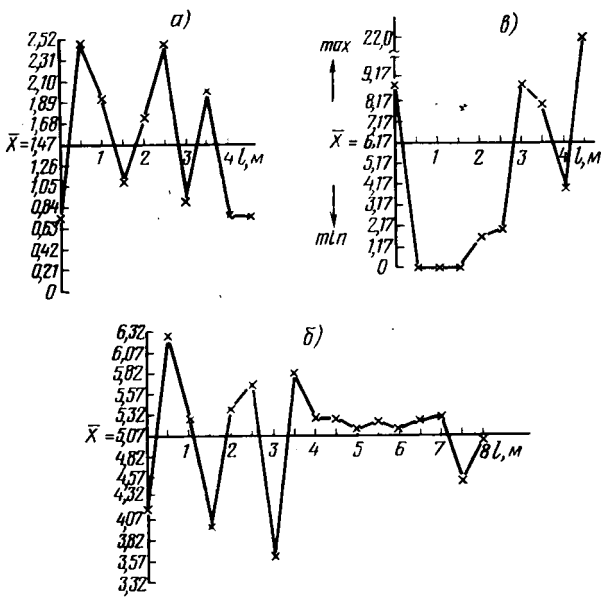


Рис. 4. Варьирование свойств освоенной дерново-подзолистой почвы в трансекте (горизонт  $A_2$ ). Опыт № 7 (учхоз «Михайловское»).

$a$  — гумус, % ( $n=10$ ;  $\bar{x}=1,47$ ;  $\sigma=0,74$ ;  $v=50,3$  %);  $б$  —  $pH_{\text{сол}}$  ( $n=17$ ;  $\bar{x}=5,07$ ;  $\sigma=0,67$ ;  $v=13,2$  %);  $в$  — мощность элювиального горизонта, см ( $n=9$ ;  $\bar{x}=6,17$  см;  $\sigma=6,98$  см;  $v=113,1$  %). Шаг апробирования — 0,5 м;  $n$  — количество проанализированных смешанных проб почвы;  $\bar{x}$  — среднее значение признака;  $\sigma$  — дисперсия признака;  $v$  — коэффициент вариации, %.

своеобразную для каждого региона зональную СПП. Впервые было обращено внимание на то, что термин «структура ПП» близок к термину «математическая структура», — и тот, и другой взаимосвязаны.

Обзор и теоретический анализ элементов симметрии почв и почвенного пространства даны в работе И. Н. Степанова [11], в которой, на наш взгляд, преувеличено значение известных математических соотношений («Вурфово число» и т. п.).

Знание элементов симметрии морфологии почв, СПП, динамики почвообразовательных процессов позволит конкретизировать такие (пока еще недостаточно изученные) понятия, как: общее и частное (ПП и почва). количество и качество (пространственная и профильная генетическая характеристика почв), случайное и закономерное (одни признаки, свойства почв и почвенные процессы могут быть оценены как закономерные, другие — как случайные), дискретное и непрерывное (ПП с точки зрения термина «конкретная почва» — дискретный, а с позиции термина «почва» — непрерывный), волновое и векторное (процессы почвообразования и генерируемые ими свойства имеют волновую природу, определенные направленность и скорость, а значит, могут быть выражены с помощью векторов) и т. д.

В этой связи необходимо отметить исследования Е. А. Дмитриева [5], в которых, в частности, обосновывается граница между почвой и почвенным пространством: «...переход от почвы к почвенному покрову может происходить в пределах сколь угодно малых расстояний...», а свойства почвы «...определяются геометрическими особенностями образцов и линейной протяженностью элементов апробирования» [5, с. 125].

Рассмотрим некоторые элементы геометрии почвенного профиля. На рис. 3 показаны две произвольные по размерам призмы ( $a$  и  $в$ ), построенные соответственно на вертикальной и боковой плоскостях разреза. Фронтальная плоскость НСДЕ подоб-

ного разреза неидентична ее боковой плоскости СНОД; они принадлежат частным — граничащим почвенным объектам. В то же время почвенная масса данных плоскостей относится и к общему объему ПП-ЭПА. Указанные плоскости не являются зеркально симметричными: при повороте призмы ( $a$ ) против часовой стрелки вокруг воображаемой оси симметрии  $PP'$ , перпендикулярной плоскости сечения АВСН, на угол, равный  $360^\circ/n(n=4)$ , фронтальная плоскость переместится и займет положение плоскости ВСfГГ, а не СНОД. Добиться тождественности рассматриваемых объемов ( $a$  и  $в$ ) можно лишь путем одновременных воображаемых операций — переноса и поворота, свойственных винтовому движению. Однако и в этом случае симметрия описываемых фигур по своей сути будет формализованной из-за отсутствия сходства в физических и химических свойствах их почвенных масс. По-видимому, рассматриваемое «противоречие» частного и общего в приложении к ПП и вообще к генетическому почвоведению в последние годы компенсировалось получением информации преимущественно при закладке полнопрофильных траншей, трансект, микрокатен и т. д. [13, 15, 17], хотя и при данном подходе каждому идеализированному почвенному объему также свойственны свои специфические черты генезиса и пространственного варьирования свойств. Так, в переходных почвенных объемах между соседними ЭПА [19] изучаемые нами стенки профиля в разрезах часто различались в пределах типа и подтипа почв, при этом подобные различия в горизонтальной плоскости наблюдались через 2—3 м и даже меньше. Аналогичные изменения свойств почвы на уровне вида были обнаружены при полевой диагностике почв учхоза «Михайловское» (рис. 4).

Исходя из сказанного, а также учитывая экспериментальный материал [5, 8, 11, 16], можно заключить, что дальнейшее изучение почвы и ПП (как пространственной организации ЭПА), в частности, связано с совершенствованием методов исследований

генетической морфологии и унификацией процесса отбора почвенных проб. Пока еще нельзя считать безупречным сложившийся единый подход к отбору почвенных образцов при решении различных вопросов генетического почвоведения и географии почв, например при изучении природы почвенных компонентов (гумуса, новообразований и пр.), статистической оценке параметров конкретной почвы и ПП с позиции теории случайных функций, динамического хаоса, открытых термодинамических систем, исследований эволюции почвы и ПП [12], направленности и скорости современного почвообразования. При существующем подходе к отбору почвенных образцов невозможно разграничить «новые» и «старые» признаки и свойства почвы, приобретаемые ею в процессе эволюции. В этом случае поиск и идентификация «нового» показателя даже с помощью инструментальных методов анализа часто могут быть бесперспективными. В действительности объекту не свойственна стабильность во времени и пространстве.

Следует также отметить, что на современном этапе пространственно-профильный отбор почвенных образцов, как правило, проводится без предварительного исследования СПП. Характеризуемая тем или иным почвенным разрезом или траншей территория ЭПА может оказаться как минимальной, так и случайной среди других многочисленных компонентов СПП, на которые не пал выбор при изучении почв.

Результаты исследований СПП и организации почвенной массы предопределяют теоретическую трактовку таких философских категорий, как пространство и время. Если рассматривать данные категории как формы существования материи (ее движущую силу), то в цепи логических построений пространству и времени будет присуще всеобщее (единое), а материальные тела природы, например Земля, биосфера, биоценоз, почвы (образующие природную систему), предстанут в качестве некоторых составляющих. В связи с отмеченным роль времени в функциональной модели почвы — частный случай ее оценки в почвообразовании.

Поскольку пространство и время — формы организации и движения почвенной материи, то с изменением и развитием самой материи должны изменяться и развиваться эти ее формы. Наряду с самодвижением почвенной материи должно иметь место самопростираание последней и т. д. Отсюда понятно обоснованное употребление таких терминов, как «самоорганизация почвенных систем», «саморегулирование почвенных процессов» и др. [12].

Развивающаяся почвенная материя неразрывно связана с пространством, в котором она находится. Не исключено «...что пространство является свойством положений материальных тел» [17, с. 125]. При таком представлении не пространство отражает свойства почвенной материи, а сами почвы (ЭПА, ЭПС), изменяясь, отражают специфику почвенного пространства.

На основании вышеизложенного можно сделать принципиально важный вывод: пространственная характеристика поля, участка, территории, ландшафта (по тем или иным признакам и свойствам) без уче-

та структур ПП в принципе безотносительна и некорректна, особенно при составлении агрохимических картограмм ПП в колхозах и совхозах; агрохимическую информацию (пространственная координата ПП) на специализированных картах целесообразно располагать по почвенным контурам, компонентам СПП.

В структурной организации ПП оценка времени (как одного из факторов почвообразования) может, очевидно, проводиться с позиции не только индивидуального времени любого ЭПА, но и длительности, характера развития всей СПП конкретного биоценоза определенной провинции (района, зоны и т. д.), а также континента, планеты. В данном случае время «обладает» составом, строением, границами и абсолютным значением. Естественную эволюцию почв в системе их конкретной пространственной организации, следовательно, можно трактовать как чередование и проявление совокупности индивидуальных времен ЭПА в характерной СПП, времен смены одних почвенных структур (менее устойчивых) другими (более устойчивыми), а также общим — эволюционным временем — этапом типового преобразования и обновления почв. Почвенная материя «сама формирует» свое пространство в своеобразном времени. Последнее обусловлено конкретностью, направленностью и длительностью процессов почвообразования.

Необратимость почвенного времени органически связана с необратимостью биохимических и физико-химических процессов, протекающих как в компонентах ПП, так и в элементах биоценоза. В принципе все реальные биологические процессы необратимы, поскольку их пространство и время асимметричны. Фактическая необратимость ПП свидетельствует об анизотропности почвенного пространства, являющейся, в свою очередь, выражением единства симметрии и асимметрии в структуре почвенной материи. Компоненты ПП, имея временной характер, различаются порядком следования реакций, их пространственной разобщенностью в пределах внутрипрофильных почвенных и географических структур. Симметрия и асимметрия почвенного пространства создаются структурными ЭПА в системах ПП определенного уровня и контролируются различными процессами почвообразования. Относительная повторяемость ПП обусловлена тем, что в конкретный момент времени, в конкретной точке ПП процессы и реакции, наблюдаемые ранее, будут протекать уже в неповторимых (конкретных) условиях, с иной скоростью и с иной частной направленностью, в той или иной мере затрагивая структурную реорганизацию почвенных масс.

Отсутствие на детальной почвенной карте (рис. 1) формальных признаков симметрии в элементах ПП, с одной стороны, указывает на активное проявление современных почвообразовательных процессов, а с другой, — на наличие симметрии и асимметрии не столько в геометрической форме, сколько в структурной и динамической упорядоченности почв. С особыми видами преобразований масштабной симметрии, или симметрии подобия, например, связано «Вурфово число» [3]. Анализ отношений мощностей генетических горизонтов А и В 104

**Химические свойства дерново-подзолистых почв опытного поля № 7  
учхоза «Михайловское» (числитель — среднее значение признака,  
знаменатель — дисперсия признака)**

Генетический горизонт и глубина отбора образцов, см	рН <sub>сол</sub>	Н <sub>Г</sub>		Поглощенные основания		V. %	Гумус по Гюрину, %	Доступные формы, мг/100 г	
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
<b>Разрез 6. Целинная почва (лес смешанный, вторичный)</b>									
A <sub>1</sub> , 1—11	4,2	7,1	5,0	1,3	47,0	2,5	4,2	10,0	
A <sub>2</sub> , 22—32	4,0	5,0	2,8	1,0	43,2	1,1	3,6	6,1	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> , 49—59	3,5	7,3	8,0	3,6	61,4	0,9	4,8	9,6	
B <sub>1</sub> , 80—90	3,7	6,5	9,7	4,8	69,0	0,9	9,7	11,0	
BC, 100—110	3,7	6,4	10,3	5,3	70,9	0,7	8,3	11,0	
C, 130—140	3,9	5,3	4,8	2,3	57,3	0,9	12,0	9,0	
<b>Трансекта длиной 9 м в 0,5 м от разреза 4 (защитная полоса)</b>									
A <sub>п</sub> (max — 30, min — 11)	5,5*	2,22	6,99	3,09	77,1	1,84	20,78	20,76	
	0,79	1,55	2,04	1,15	9,75	0,52	13,59	9,47	
A <sub>2</sub> (max — 22, min — 0)	5,1	2,91	6,33	2,36	69,86	1,47	14,54	15,58	
	0,69	2,21	2,45	1,40	16,73	0,74	17,89	9,44	
<b>Разрез 5. Освоенная почва (трехъярусная вспашка на 38—40 см, посев кукурузы на зеленый корм)</b>									
A <sub>п</sub> :									
0—19	5,3	2,8	7,8	3,3	80,0	1,9	21,0	24,8	
22—32	5,3	2,5	8,5	3,6	82,9	1,5	11,0	9,3	
35—44	4,5	3,7	8,9	3,9	77,6	1,5	4,6	7,3	
B <sub>г</sub> , 65—75	3,6	9,4	11,0	5,3	63,4	0,9	6,0	11,0	
BC <sub>г</sub> , 90—100	3,8	6,5	13,3	6,7	75,5	1,0	7,2	11,0	
<b>Среднее по разрезам 1, 2, 3 освоенной почвы (отвальная вспашка на 20—22 см, посев овса)</b>									
A <sub>п</sub> , 0—25	4,7	3,4	6,40	2,63	71,9	1,4	10,86	15,04	
	0,43	0,8	0,72	0,25	5,45	0,26	7,51	8,54	
A <sub>2</sub> B, 27—37	3,7	7,6	6,33	2,70	54,3	0,8	7,23	9,53	
	0,44	3,1	2,21	0,78	18,35	0,15	3,65	1,16	
B, 80—90	3,6	7,5	10,46	5,13	66,9	0,6	6,13	10,2	
	0,17	1,8	3,26	0,75	10,6	0,15	1,37	0,75	
BC, 129—139	3,7	7,4	13,90	6,97	71,0	0,7	5,47	8,5	
	0,50	0,9	8,11	4,17	10,15	0,25	0,91	3,54	
C, 154—164	4,1	5,4	13,57	6,73	79,4	0,7	5,40	7,9	
	0,17	1,4	1,31	0,90	3,16	0,06	1,82	0,23	
<b>Разрез 4. Освоенная почва (минимальная фрезерная обработка на 8—10 см)</b>									
A <sub>п</sub> , 0—15	5,9	2,1	7,2	2,6	82,4	1,6	47,3*	37,5	
A <sub>2</sub> , 15—21	4,3	2,5	4,2	1,7	73,8	0,7	10,0	14,0	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> , 35—45	3,7	7,4	7,6	3,5	60,0	0,7	7,2	14,2	
B <sub>1</sub> , 62—72	3,4	9,4	9,1	4,4	59,0	0,7	4,2	11,6	
BC <sub>г</sub> , 95—105	3,5	7,3	14,0	7,7	74,8	0,5	3,8	7,0	
C <sub>г</sub> , 131—141	4,0	4,9	12,8	6,7	79,6	0,9	5,5	9,8	

\* Образец почвы с удобренной делянки опыта.

почвенных разрезов стационара колхоза «Восход» показал, что лишь часть профилей (12,5%) подчиняется масштабной симметрии. При анализе отношений мощностей горизонтов В и С всех исследуемых типов почв «Вурфово число» (1, 3) не было обнаружено. Симметрия подобия не характерна для почв с двухчленным сложением профиля, эродированных (смытые и намывные), осушаемых болотно-подзолистых и дерново-глеевых.

Нельзя не отметить субъективность результатов, полученных при использовании данного числа применительно к почвам

Нечерноземья. Широкое варьирование мощностей генетических горизонтов освоенных почв подзолистого типа, их прерывистость и неупорядоченность в пространстве не позволяют считать «Вурфово число» устойчивым показателем, характеризующим природу пространственной неоднородности почв. Возможно, что этот критерий приемлем при исследовании почв с незначительным варьированием признаков и свойств в пространстве (черноземы и т. д.)

Следует подчеркнуть, что и среди освоенных дерново-подзолистых почв опытного участка № 7 учхоза «Михайловское»

типичные для «Вурфова числа» соотношения мощностей горизонтов А и В не обнаружены. Южнотаежные почвы в отличие от осваиваемых подзолистых среднетаежных аналогов имеют более мощный иллювиальный горизонт (в среднем 45—70 см), а следовательно, и меньшее соотношение мощностей горизонтов А и В (0,41—0,69).

В таблице приведены данные о химических свойствах дерново-подзолистых почв стационарного полевого трехфакторного опыта, заложенного в 1969 г. в учхозе «Михайловское» [9]. В опыте исследуется влияние 9 систем обработок почвы в зернопропашном севообороте на ее плодородие и урожайность сельскохозяйственных культур. Освоенные почвы по сравнению с целинной отличаются более высоким содержанием доступных форм фосфора и калия, имеют благоприятную реакцию среды и более высокую насыщенность основаниями. Обращает на себя внимание очень сильная дисперсия (рассеивание) доступных форм фосфора и калия; наибольшая вариабельность свойств отмечается в элювиальном слое почвы, который, как известно, является транзитным в почвенном профиле. Результаты наблюдений по трансекте (рис. 4) позволили установить зависимость между мощностью элювиального горизонта (нередко с локальным скоплением сегрегированных форм железа), с одной стороны, и реакцией среды, содержанием гумуса — с другой. Не исключено, что химические элементы, содержащиеся в горизонте  $A_2$ , влияют на весь спектр свойств (особенно динамичных), причем в определенные периоды года. Исходя из резких колебаний свойств в пространстве, по сравнению со средним значением можно выявить качественно различные зоны в ПП, а также более обоснованно строить тактику отбора проб почвы.

В частности, в результате рекогносцировочных наблюдений за изменением свойств почв в трансекте, ключевых разрезах (таблица) и при отборе проб буром была определена необходимая повторность в исследовании, обеспечивающая получение показателя с заданной погрешностью. Искомая повторность почвенных проб для гумуса оказалась равна 6—9,  $pH_{\text{СОЛ}}$  — 9—11,  $K_2O$  — 40,  $P_2O_5$  — более 200. Однако данное планирование выборок должно относиться к однородному ЭПА, в котором предполагается нормальное распределение средних значений того или иного признака.

Специфика симметрии и асимметрии в ПП и почвах может проявляться и в иных формах. Обмен веществ и энергии между первичными минералами почвообразующих пород и внешней средой вызывает начальное физико-химическое разрушение кристаллических решеток горных пород. При этом заметно возрастает роль симметрии, способствующей сохранению исходных и отнюдь не устойчивых (геометрически правильных) структур минералов. Физические процессы выветривания обуславливают лишь изменение количественных соотношений в геометрии кристаллов горных пород. Воздействие на почвообразующую породу

непосредственно корневых выделений растений и органических продуктов трансформации их опада приводит к качественным преобразованиям мелкозема коренных горных пород. Своеобразие природы органических веществ растительного происхождения заключается в том, что растения усваивают симметричные соединения воды и углекислого газа и превращают их в процессе фотосинтеза в асимметричные молекулы сахара и крахмала. Ткани животных организмов также насыщены асимметричными углеродными соединениями — жирами, белками, углеводами и т. д. Поэтому с органическими остатками в почвообразующую породу, а впоследствии и в формирующуюся почву непрерывно и циклично поступает смесь углеродсодержащих соединений, асимметричных с точки зрения организации химических элементов в своеобразные молекулярные структуры. Подобная асимметричность проявляется прежде всего в кислотном характере органических продуктов, их высокой реакционной способности и универсальной роли в биохимических циклах обмена веществ и энергии в природе. Указанная специфика природы органических соединений растений затем своеобразно трансформируется и передается в процессе биохимических реакций гумусообразования функционально новым продуктам — гумусовым веществам почвы, прежде всего их мобильным фракциям. В гумусовых веществах почв, очевидно, определенным образом сочетается высокий уровень симметрии органических структур прошедших циклов почвообразования (сравнительно слабореакционноспособных) и асимметричных (весьма активных) периферических структур, отражающих в той или иной мере современную направленность почвообразования конкретной комбинации почв.

## Выводы

1. Известные математические отношения (например, «Вурфово число») не могут быть одним из критериев количественной оценки особенностей морфологии почв подзолистого типа европейского Севера из-за высокой неоднородности ПП и резкого варьирования в пространстве как генетических горизонтов почв, так и их свойств.

2. Геометрическое изображение ПП конкретной территории даже при наличии детальной почвенной карты связано с производственными трудностями (значительные затраты труда и средств, сложности технологического характера при детальных почвенных изысканиях и др.) и нецелесообразной формализацией ЭПС.

3. Дополнением к крупномасштабной почвенной карте сельскохозяйственного предприятия может быть объемный профиль-трансекта, пересекающий характерные формы рельефа.

4. Для более детального (трехмерного) изучения морфологических и физико-химических свойств почвы предлагается создание в обычном почвенном разрезе заданного геометрического объема (призмы, куба и т. п.)

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вейль Герман. Симметрия/Пер. с англ. — М.: Наука, 1968. — 2. Вернад-

ский В. И. Принцип симметрии в науке и философии. — В кн. Размышления на-



туралиста (пространство и время в неживой и живой природе). М., Наука, 1975, ч. 2, с. 19—24. — 3. Герасимов И. П. Учение В. В. Докучаева и современность. — М.: Мысль, 1986. — 4. Депенчук Н. П. Симметрия и асимметрия в живой природе. — Киев: АН УССР, 1963. — 5. Дмитриев Е. А. Два класса элементов организации почвенного покрова. — Успехи почвов. Советские почвов., к XIII Междуна. конгрессу почвов., Гамбург, 1986. М.: Наука, 1986, с. 123—128. — 6. Кауричев И. С. Почвы Нечерноземной зоны и пути повышения их плодородия в условиях интенсивного земледелия (проблемная лекция). — М.: ТСХА, 1983. 7. Козловский Ф. И., Орлов Д. С., Садовников Ю. Н. О природной неоднородности органического вещества и спектральной отражательной способности в профиле дерново-подзолистой почвы. — Вест. МГУ, сер. Почвов., 1977, № 3, с. 61—76. — 8. Орлов Д. С., Шлевкова Е. М. Трехмерная характеристика физико-химических свойств солонца. — Почвов., 1982, № 6, с. 11—19. — 9. Пупонин А. И. Обработка почвы в интенсивном земледелии Нечерноземной зоны. — М.: Колос, 1984. — 10. Сочава В. Б. Системная парадигма в географии. — Изв. ВГО, 1973, т. 105, вып. 5, с. 393—400. — 11. Степанов И. Н. Фор-

мы в мире почв. — М.: Наука, 1986. — 12. Соколов И. А., Таргульян В. О. Взаимодействие почвы и среды: почва — память и почва — момент. — В кн.: Изучение и освоение природной среды. — М.: Наука, 1976, с. 150—164. — 13. Таргульян В. О., Соколова Т. А., Биррина А. Г., Куликов А. В. Организация, состав и генезис дерново-подзолистой почвы на покровных суглинках. Аналитическое исследование. 10-й Междуна. конгресс почвоведов. — М.: Наука, 1974. — 14. Урманцев Ю. А. Симметрия природы и природа симметрии (философские и естественнонаучные аспекты) — М.: Мысль, 1974. — 15. Фокина А. Д. Почва, биосфера и жизнь на Земле. — М.: Наука, 1986. — 16. Фридланд В. М. Проблемы географии, генезиса и классификации почв. — М.: Наука, 1986, с. 78—118. — 17. Эйнштейн А. О. О понятии пространства. — Вопросы философии, 1957, № 3, с. 125 — 18. Шубников А. В. Симметрия и антисимметрия конечных фигур. — М.: АН СССР, 1951. — 19. Яшин И. М., Гавриков Г. Г. Элементарные структуры почвенного покрова южной части Архангельской области. — Изв. ТСХА, 1986, вып. 6., с. 73—84.

*Статья поступила 12 января 1987 г.*

## SUMMARY

The characteristic of elements of soil cover symmetry is given, the diagnostic of 82 elementary soil areas, soil cover structure, and morphological analysis of 104 soil profiles of collective farm "Voskhod" (Nyandomsky district, Arkhangelsk region) used as an illustration. Additional information about spatial variation of morphological characteristics in elementary soil areas and along the line of approbation has been obtained on examining soddy-podzolic soils of southern taiga subzone.

It is found that geometrical representation of soil cover is connected with some limitations. In order to obtain more complete field and analytical soil diagnostic, it is recommended to study specific elementary soil aggregates by using not only traditional sections and profiles, but also the prescribed soil volume (for example, a prism, a cube, etc).