

© О.А. ЗИНОВЬЕВА

*zinoveva-85@mail.ru*

УДК 631.42 (091)

## **СТРУКТУРА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА: ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ**

*АННОТАЦИЯ. В рамках данной статьи рассмотрены некоторые вопросы исследования структуры почвенного покрова. Дано представление об элементарных единицах почвенного покрова и методах их исследования.*

*SUMMARY. The given article aims at considering several aspects of soil cover structure research. It also reveals the notion of soil cover elementary units and methods for their research.*

*КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Почвенный покров, структура почвенного покрова, элементарный почвенный ареал, микрокатена.*

*KEY WORDS. Soil cover, soil cover structure, elementary soil area, microcatena.*

Исследование структуры почвенного покрова (СПП) является одним из основных направлений в современной географии почв. Почвенный покров (ПП) любой территории имеет довольно сложное, мозаичное строение, что определяется характером взаимосвязи отдельных почв, их пространственным расположением, степенью различия. И только совместное исследование горизонтальной и вертикальной структуры почвенного покрова позволяют характеризовать почву как самостоятельное тело природы [1].

Выявление характера и закономерностей распределения почв посредством изучения СПП предоставляет возможность рациональной разработки проектов землепользования и уменьшения антропогенных воздействий на почвенный покров и на ландшафты в целом, в том числе при обосновании практики природопользования в нефтегазопромысловых районах.

Благодаря трудам ряда крупнейших отечественных ученых — В.В. Докучаева, Н.М. Сибирцева, Г.Н. Высоцкого, К.Д. Глинки, С.С. Неуструева, Л.И. Прасолова, М.А. Глазовской и др. были установлены основные закономерности в общем строении почвенного покрова Земли и обширных территорий суши, и прежде всего — закономерности зонального, провинциального и регионального характера.

Впервые четкое представление о существовании в природе определенных комбинаций (сочетаний и комплексов) различных почв, закономерно повторяющихся в пространстве и обуславливающих неоднородность почвенного покрова, было сформулировано Н.А. Димо и Б.А. Келлером [2]. Представления об эволюции СПП, сопряженной с эволюцией рельефа сформировал С.С. Неуструев [3]. Дальнейшее развитие идей продолжил Дж. Мильн, сформулировавший в 1930-х гг. понятие катены [4].

Окончательно сформулирована концепция СПП была после накопления достаточного фактического материала и проникновения системного подхода в географию почв в 1960-начале 1970-х гг., главенствующая роль в этом принад-

лежит В.М. Фридланду, издавшему в 1972 г. первую монографию по СПП [5]. Дальнейшее развитие учение о СПП получило в трудах его учеников и последователей — Л.П. Ильиной, Н.П. Сорокиной, В.П. Белоброва, М.С. Симаковой, В.С. Столбового, Т.В. Королюк и др.

Системный подход в изучении почвенного покрова позволил В.М. Фридланду дать ставшее ныне классическим определение СПП как многократно ритмически повторяющихся в пространстве ареалов определенных почв, которые создают устойчивый состав и рисунок почвенного покрова, и устойчивые механизмы геохимических и географических связей между входящими в данную структуру почвами. Каждая конкретная структура обладает единством истории развития создавших ее процессов.

Изучение СПП базируется на выделении исходных структурных единицы с заданными границами. Относительно определенные понятия об элементарных единицах почвы впервые появились в работах по изучению структуры почвенного покрова и усовершенствованию классификации и систематики почв. Эти понятия оформились в две группы:

1. *Почвенный индивидуум* [6], *педон* [7], [8] — элементарные единицы почвы, характеризующие ее внутренние свойства, не имеющие пространственной определенности и являющиеся исходными для классификации почв.

2. *Элементарный почвенный ареал* [5], *единица почвенного ландшафта* [9], *педотоп* [10] — пространственные единицы почвенного покрова, относящиеся к сфере географии почв и являющиеся элементами, создающими структуру почвенного покрова (СПП).

Общепринятой элементарной единицей структуры почвенного покрова является элементарный почвенный ареал (ЭПА), предложенный В.М. Фридландом [5]. Он представляет собой почву, относящуюся к какой-либо одной классификационной единице наиболее низкого ранга, занимающую пространство, со всех сторон ограниченное другими ЭПА или непочвенными образованиями. При дальнейшем его дроблении в любом из трех измерений он перестает быть целостной элементарной почвенно-географической единицей.

Рассматривая почвенный покров на основе генетико-эволюционной теории, Я.М. Годельман дал определение направленно-анизотропных почвенно-географических единиц, предложив их называть микрокатенами [1] по аналогии с почвенными катенами Дж. Мильна [4]. Микрокатена представляет собой цепь почв, относящихся к двум или нескольким классификационным единицам, постепенно переходящих одна в другую [1].

Микрокатена, как и ЭПА, пространственно элементарна, но в отличие от него внутренне сложна и неоднородна, т.к. в ее состав могут входить почвенные индивидуумы нескольких видов, родов, подтипов, даже типов почв. ЭПА же представлен почвенными индивидуумами, относящимися только к одной таксономической единице наиболее низкого ранга.

В сложной системе почвенного покрова помимо двух исходных единиц — ЭПА и микрокатены — можно проследить еще две, представляющие собой последовательно усложняющиеся степени организации почвенного покрова.

*Элементарные почвенные структуры (ЭПС)* [11] являются пространственной единицей микрокомбинаций почв — комплексов, и пятнистостей. ЭПС маркирует в пространстве один полный ритмический цикл смены ЭПА и микрокатен, т.е. пространство, охватывающее один набор ареалов почв, составляющих данную микрокомбинацию.

*Элементарный структурный ареал (ЭСА)* почвенного покрова является пространственной единицей мезоструктуры почвенного покрова и маркирует единичную СПП [1]. Основным и непременно присутствующим фактором формирования ЭСА является рельеф. Он обуславливает формирование топогенных ЭСА, в пределах которых проявляется катена.

ЭПА и ЭПС, рассмотренные с точки зрения их сельскохозяйственного использования, идентифицируют *элементарные ареалы агроландшафта (ЭАА)* или *виды земель* — низший таксономический уровень в схеме ландшафтно-экологической классификации земель, разработанной В.И. Кирюшиным (Кирюшин, 1993, 1996, 2005) [12].

За рубежом близка к отечественной концепции СПП концепция «почвенно-ландшафтного анализа (Soil Landscape Analysis)» [13]. В качестве аналога структуры почвенного покрова выступает понятие почвенного разнообразия, неоднородности — «pedodiversity» [14]. Buol, S.W., Hole F.D. и др. (1997) на базе ландшафтного подхода определили почвенный покров как почвенную часть ландшафта (pedologic portion of the landscape) [15]. Duchaufour (1998), рассматривая почвенный покров как взаимосвязь растительности и почвы, определил единицу типа ландшафта (landscape type unit) как картографическую единицу, объединяющую геоморфологию, растительность и почвы [16]. Finke и Montanarella (1999) применяют катенный подход к исследованию структуры почвенного покрова, оперируя понятием «soil catena» — почвенная цепочка [17]. Структура почвенного покрова в данном контексте представляет собой пространственный набор почв в ландшафте, состоящий из множества сопряженных участков (катен).

Исследование структуры почвенного покрова проводится в разных направлениях — генезис, картография, классификация (И.П. Герасимов, М.А. Глазовская, В.Р. Волобуев, Б.Г. Розанов, В.М. Фридланд), методология (В.М. Фридланд, Я.М. Годельман, Ф.И. Козловский, Ю.К. Юодис), региональные исследования (Е.Н. Иванова, М.Н. Строганова, Л.П. Ильина, Л.О. Карпачевский, Ю.А. Ливеровский, В.П. Белобров, Т.А. Романова, Н.П. Сорокина и др.). С конца XX века исследование СПП проводится на иной — геосистемной методологической основе. Геосистемная методология ориентирует развитие теории строения функционирования почвенного покрова в окружающей среде, то есть ландшафте (геосистеме). Ф.И. Козловским сформулирован основной принцип развития концепции СПП — «моделирование структурно-функциональной организации и эволюции ПП и геосистемы местного уровня», как наиболее насыщенной в информационном отношении части ландшафта [18].

Почву и почвенный покров все чаще рассматривают как сложную многокомпонентную и многоуровневую систему иерархических единиц, для оценки разнообразия которой необходимо использование современных методов анализа картографической информации. В связи с этим перспективен факторно-генетический подход, основанный на анализе дистанционных изображений с использованием интерактивных технологий (Т.В. Королук). СПП рассматривается как интегральный показатель состояния и динамики природной среды.

Геосистемная методология исследования СПП в настоящее время опирается на ряд методов и методических приемов: профильно-генетический (или метод почвенно-гоморфологических профилей), метод ключевых участков, метод катен, метод вложенных ключей, методы создания и анализа картографической информации (в т.ч. метод ландшафтной индикации).

Самостоятельный ряд методов, ориентированный на использование количественного подхода, образуют: методы количественной оценки неоднородности почвенного покрова (в т.ч. картометрический, профильный и трансектный методы), методы математико-статистической обработки данных.

В связи с развитием геоинформационных систем (ГИС), в почвенной картографии находят применение методы компьютерной обработки картографических изображений. Наиболее информативными являются методические подходы, сочетающие традиционные классические методы почвоведения с изучением СПП, историко-картографическим и методами компьютерной обработки информации.

В полевых условиях используются парные разрезы, катены, ключевые участки. При методе «парных разрезов» каждый разрез, изучаемый на антропогенно преобразованной территории, сопоставляется с «эталонным», заложенным на ненарушенном участке в аналогичных литолого-геоморфологических условиях. Более полную информацию дает сопоставление катен — почвенно-геоморфологических профилей, охватывающих разные позиции ландшафта [5], [19]. Перспективным является сопоставление не отдельных «почв» — единичных разрезов, а ключевых участков [5], [20], [11], [8].

Для картирования структур почвенного покрова в полевых условиях наиболее оптимальным является метод вложенных ключей (в более широком смысле и вложенных в ключи профилей) [20]. Метод заключается в последовательном (с уменьшением площади и увеличением детальности) картировании ключевых участков. Каждый более детально картируемый ключ располагается в пределах ключа, исследуемого менее детально. Картирование доводится до масштаба, позволяющего выделить на почвенных картах все виды ЭПА, образующих изучаемый почвенный покров. Масштаб съемки, при котором полностью выделяются ЭПА, называется масштабом выявления.

При картировании методом вложенных ключей основным является выбор ключевых участков. Число, размеры и форма ключевых участков на каждом из этапов последовательного картирования зависят от ряда причин: задач исследований, масштаба почвенных карт на данную территорию, площади выявления структур (площадь, на которой выявляются все ЭПА, характерные для данного участка), характера факторов дифференциации почвенного покрова, величины ЭПА и др. Число этапов последовательного картирования зависит от исходного масштаба картирования и сложности почвенного покрова (чем крупнее масштаб и выше сложность, тем меньше этапов).

В методе вложенных ключей рационально используется почвенное картирование в разных масштабах: точки опробования, заложенные при картировании в более мелком масштабе, используются и при картировании в более крупном. Таким образом, при последовательном картировании постепенно накапливается информация о степени почвенного покрова со все более увеличивающейся детальностью и достоверностью.

Использование материалов дистанционного зондирования открывает новые возможности для исследования генетико-геометрических особенностей почвенного покрова, его структуры, позволяя получать принципиально новую информацию о закономерностях строения почвенной структуры, которую традиционными наземными методами получить сложно, а иногда и невозможно. Для дешифрирования почвенного покрова применяется методика, основанная на цифровой обработке аэрофотоснимков и включающая структурный подход к изучению и картографированию почвенного покрова. Данная методика носит

комплексный характер, т.е. предполагает изучение и типизацию не только единиц почвенного покрова, но и единиц рельефа, а также выявление устойчивых связей: почвенные комбинации — рельеф — литология [21], [22].

Еще одним важным положением является принцип качественно-количественной оценки СПП, учет количественных показателей, важнейших обобщающих характеристик СПП — коэффициентов расчлененности, контрастности, сложности и неоднородности почвенного покрова.

Средняя площадь СПП определяется по формуле [23]:

$$S_{\text{cp}} = S/n,$$

где  $S$  — площадь ЭПА;  $n$  — количество компонентов (ЭПА).

Средняя площадь составляющих структур почвенного покрова [23]:

$$S_{\text{cpi}} = S_i/n_i,$$

где  $S_i$  — площадь составляющих компонентов;  $n_i$  — количество составляющих компонентов.

Коэффициент расчлененности почвенного покрова [5]:

$$K_p = P \text{ или } L / (3,54 \cdot S),$$

где  $P$  — периметр ЭПА;  $L$  — длина ЭПА;  $S$  — площадь ЭПА.

Коэффициент сложности почвенного покрова [5]:

$$K_c = K_{p_{\text{cp}}} \cdot S_{\text{cp}},$$

где  $K_{p_{\text{cp}}}$  — средний для почвенной комбинации коэффициент расчлененности;  $S_{\text{cp}}$  — средняя площадь ЭПА (почвенной комбинации).

Коэффициент контрастности почвенного покрова [24]:

$$K_k = (ax + by + cz + \dots) / 20,$$

где  $a, b, c$  — сумма разностей между баллами признаков сопутствующих компонентов и доминирующей (фоновой) почвы;  $x, y, z$  — доля площади компонентов в почвенной комбинации в %.

Коэффициент неоднородности почвенного покрова [5]:

$$K_n = K_k \cdot K_c,$$

где  $K_k$  — коэффициент контрастности почвенного покрова;  $K_c$  — коэффициент сложности почвенного покрова.

Дешифровочный анализ аэро- и космических снимков разных масштабов позволяет выявить СПП разных иерархических уровней организации. Так, на снимках детального масштаба выделяются компоненты почвенных структур низшего уровня — элементарные почвенные ареалы. На снимках крупного масштаба эти компоненты еще хорошо видны, но основным объектом дешифрирования являются микроструктуры и мезоструктуры низшего уровня, на снимках среднего и мелкого масштабов дешифрируются мезоструктуры разных уровней организации и макроструктуры почвенного покрова [21]. Таким образом, в качестве основного объекта дешифрирования и картографирования выступают не типы почв, а сами структуры почвенного покрова разного уровня организации и масштабов. Такой взгляд на почвенный покров открывает большие возможности для использования аэрокосмических и индикационных методов при исследовании СПП.

Развитие количественных методов изучения структуры почвенного покрова создает информационную основу для внедрения в данную область науки ин-

формационных технологий, в частности, географических информационных систем (ГИС). Помимо электронного картографирования и создания баз данных, ГИС-технологии обеспечивают выполнение расчетно-аналитических функций, что особенно актуально для развития современных приемов проектирования сложных природно-производственных систем, каковыми являются нефтегазопромысловые комплексы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Годельман Я.М. Неоднородность почвенного покрова и использования земель. М.: Наука, 1981. 200 с.
2. Димо Н.А, Келлер Б.А. В области полупустыни. Почвенные и ботанические исследования на юге Царицынского уезда Саратовской губернии. Саратов: Изд-во Саратов. губ. земства, 1907. 215 с.
3. Неуструев С.С. Элементы географии почв. М.-Л., 1931. 216 с.
4. Milne, G. Some suggested units of classification and mapping particulariu for East African soils // Soil. Res. 1935.Vol. 4, № 3.
5. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. М.: Мысль, 1972. 422с.
6. Прасолов Л.И. Генезис, география и классификация почв. М.: Наука, 1987.
7. Simonson, R.W., Gardiner, D.R. Concept and function of the pedon. Trans. VII Intern. Congr. Soil. Sci., 1960. V. 4.
8. Козловский Ф.И. Почвенный индивидуум и методы его определения// Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. М.: Наука, 1970. С. 42-59.
9. Кнох, E.G. Soil individuals and soil classification // Soil. Sci. Soc. Amer. Proc., 1965. V. 29, № 1.
10. Эвальд Э. Некоторые новые подходы к систематике почв ГДР // Почвоведение. 1967. № 10.
11. Григорьев Г.И. Неоднородность почвенного покрова и ее виды в подзолистой зоне // Почвоведение. 1970. № 5. С. 3-11.
12. Кирюшин В.И., Иванов А.Л. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологии. М.: Росинформагротех, 2005. 784 с.
13. Hole, F. & Campbell, J.B. 1985. Soil Landscape Analysis. RKP, England.
14. McBratney, A.B. 1995. Pedodiversity. Pedomeron, 3: 1-3.
15. Buol, S.W., Hole, F.D., McCracken, R.J. & Southard, R.J., 1997. Soil genesis and classification. Fourth ed. Iowa State Univ. Press, Ames.
16. Duchaufour, P., 1998. Handbook of Pedology: Soils, Vegetation, Environment. Masson Editor, Paris.
17. Finke, P. & Montanarella, L., 1999. Basic Principles of the Manual of Procedures (Version 1.1) for the Georeferenced Soil Database of Europe. Options Méditerranéennes, Série B. Vol. 34.
18. Козловский Ф.И. Теория и методы изучения почвенного покрова. М.: ГЕОС, 2003. 536 с.
19. Караваева Н.А. Заболачивание и эволюция почв. М.: Наука, 1982. 296 с.
20. Белобров В.П. Картирование структур почвенного покрова методом вложенных ключей // Структура почвенного покрова и методы ее изучения. М., 1973. С. 41-44.
21. Кравцова В.И. Космические методы исследования почв. М.: Аспект Пресс, 2005. 190 с.
22. Евдокимова Т.И. Почвенная съемка. М.: Изд-во МГУ, 1987. 271 с.
23. Викторов А.С. Основные проблемы математической морфологии ландшафтов. М.: Наука, 2006. 252 с.
24. Юодис Ю.К. О структуре почвенного покрова Литовской ССР // Почвоведение. 1967. № 11. С. 50-55.