
ПОЧВЕННЫЕ
КОМБИНАЦИИ
И ИХ ГЕНЕЗИС

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

НАУЧНЫЙ СОВЕТ

ПО ПРОБЛЕМАМ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

И МЕЛИОРАЦИИ ПОЧВ

ПОЧВЕННЫЕ КОМБИНАЦИИ И ИХ ГЕНЕЗИС



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

МОСКВА

1972

В работе рассматриваются основные представления о почвенных комбинациях и структуре почвенного покрова, излагаются результаты региональных исследований, анализируется пространственная изменчивость отдельных свойств почв. Работа имеет важное значение для решения многих теоретических вопросов почвоведения и географии, а также практических задач учета, оценки и правильности использования земельных ресурсов. Рассчитана на почвоведов, географов, агрономов.

Ответственный редактор
доктор географических наук В. М. ФРИДЛАНД

ПРЕДИСЛОВИЕ

Институт географии АН СССР и Научный Совет по проблемам почвоведения и мелиорации почв АН СССР провели Симпозиум по проблеме структуры почвенного покрова и почвенных комбинаций, их генезису и методам изучения — одной из наиболее важных и актуальных проблем почвоведения, особенно тесно связывающих эту науку с географией.

Общее содержание этой проблемы кажется достаточно ясным. Оно, вероятно, не требовало бы никаких вступительных комментариев, если бы пути научной разработки проблемы и достижения эффективных практических результатов были относительно просты. Дело обстоит, однако, совсем не так.

Еще основоположникам современного научного почвоведения было известно, что почвенный покров любой территории имеет обычно довольно сложное, мозаичное строение. Благодаря трудам ряда выдающихся ученых — их имена общеизвестны — были установлены основные закономерности в общем строении почвенного покрова Земли и обширных территорий суши и прежде всего закономерности зонального, провинциального и регионального характера. Было выяснено также, что, наряду с этими общими чертами строения, обычная средне- и крупномасштабная мозаика почвенного покрова — явление не случайное, возникающее стихийно, а вполне закономерное, обусловленное целым рядом причин. Это дало возможность установить крайне важное представление о существовании в природе определенных комбинаций (сочетаний и комплексов) различных почв, закономерно повторяющихся в пространстве и обуславливающих неоднородность почвенного покрова. Однако дальнейшая разработка этой проблемы встретила с большими трудностями. Оказалось, что почвенные комбинации являются необычайно многообразными, а факторы (причины), обуславливающие их формирование, — очень многочисленными. Более того, большинство таких факторов весьма сложно переплетается. Неоднократные попытки исследователей разобраться во всем этом сложном переплете причин и следствий и привести многообразную пестроту почвенного покрова различных территорий к определенному набору закономерных типов строения (структур) не дали вполне удовлетворительных результатов. Поэтому в рассматриваемой области почвоведения наряду с рядом очень важных общетеоретических концепций используются и чисто эмпирические методы исследования и обобщения. Такое общее состояние про-

является, по моему мнению, демонстрация практической эффективности наших теоретических и методических разработок. Практический результат работы всегда понятен и убедителен для всех. Он очень важен и для самого исследователя — как доказательство неоспоримой ценности проведенной работы, как стимул для дальнейших теоретических поисков.

Публикуемые в настоящем сборнике материалы дают уверенность, что коллективный поиск новых путей в разработке рассматриваемой проблемы идет успешно и безусловно увенчается определенными и значительными теоретическими и практическими достижениями. В этом крайне заинтересованы все советское почвоведение и географическая наука.

Академик И. П. Герасимов

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

СТРУКТУРА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА; ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ЕЕ ИЗУЧЕНИЯ

В. М. Фридланд

Основные представления о структуре почвенного покрова

Рост технической мощи человечества и усиление его воздействия на природу, преобразующее влияние которого резко увеличилось в середине нашего века в связи с научно-технической революцией, требует срочного решения многих вопросов, связанных с рациональным использованием и охраной природных ресурсов существования человечества.

Почва относится к числу важнейших природных ресурсов и может быть поставлена в один ряд с такими краеугольными основами существования жизни на Земле, как вода, воздух, солнечная энергия.

Организация рационального использования, улучшения и охраны почв невозможна без расширения наших знаний о их генезисе, свойствах и географическом распространении, без дальнейшего усиления процесса перехода от качественных представлений об этих сложных явлениях к количественным.

Особо важное значение для правильного использования земельных ресурсов, распределения их между всеми сторонами жизни общества — сельским хозяйством, промышленностью, транспортом, населенными пунктами и зонами отдыха — имеет познание неоднородности почвенного покрова, обусловленной влиянием факторов, изменяющихся на небольших пространствах (рельеф, почвообразующие породы, грунтовые воды, эрозионные процессы, деятельность человека и др.). Эта неоднородность, выявляющаяся обычно в виде смены, часто довольно резкой, относительно небольших ареалов почв внутри почвенных зон, подзон и провинций и представляет собой структуру почвенного покрова, которую следует отличать от зонально-провинциального строения почвенного покрова, проявляющегося в постепенных, выявляющихся лишь на больших пространствах изменениях почв, связанных с изменениями климатических условий.

Итак, структура почвенного покрова, наряду с его зонально-провинциальным строением, представляет собой всеобщую форму пространственного размещения почв, которая выявляется в определенном образом чередующихся и в разной степени генетически связанных ареалах различных классификационных почвенных групп, создающих определенный рисунок пространственного размещения.

Почвенный покров любой территории обладает той или иной структурой и без ее характеристики исследование почвенного покрова не может быть полным.

Наиболее мелкими неделимыми ячейками структуры почвенного покрова являются элементарные почвенные ареалы (Фридланд, 1965) — предельно малые территориальные единицы географии почв, которые при дальнейшем раздроблении перестают быть объектами исследования географии почв, оставаясь объектом исследования лишь других разде-

лов почвоведения — физики почв, химии почв и т. д. Среди элементарных почвенных ареалов (ЭПА) различают (Фридланд, 1968) гомогенные, спорадически пятнистые и регулярно-циклические (рис. 1). Почвы гомогенного ЭПА относятся к одной наиболее низкой таксономической единице классификации почв, и все вариации свойств почв внутри такого ЭПА не выходят за пределы, ограничивающие принадлежность к этой классификационной единице. Кривые распределения многих свойств почв, относящихся к одному ЭПА, как показали исследования, соответствуют нормальному закону.

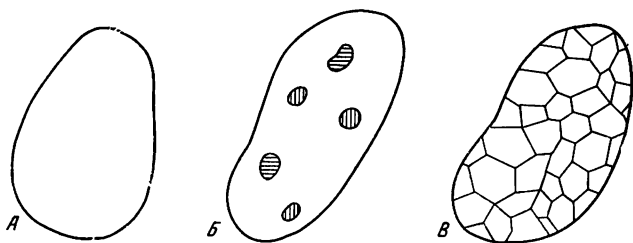


Рис. 1. Элементарные почвенные ареалы

А — гомогенный, Б — спорадически-пятнистый, В — регулярно-циклический

Спорадически-пятнистые ЭПА отличаются от гомогенных ЭПА тем, что на гомогенном фоне ареала разбросаны предельные структурные элементы (ПСЭ) других почв. Предельные структурные элементы (Фридланд, 1970) характеризуются тем, что их площадь может изменяться только в очень небольших пределах, так как их возникновение обусловлено деятельностью какого-либо биологического агента. В качестве примеров ПСЭ можно привести торфяно-подзолисто-глеевую почву моховой кочки среди подзолисто-глеевых почв ЭПА, или чернозем перерывтый карбонатный сусликовины среди черноземов типичных, или пятно почвы с перемешанными горизонтами на месте, где ветром было выворочено дерево. И моховая кочка, и нора суслика, и корневая система дерева не могут превышать определенных, очень ограниченных размеров, и в этом отличие предельных структурных элементов от ЭПА, размеры которых могут меняться весьма существенно и не имеют жестких ограничений. Как правило, появление спорадически-пятнистых ЭПА обусловлено специфическими процессами биологической природы.

Регулярно-циклические ЭПА характеризуются гетерогенностью другого типа. В них чередуются пятна почв, близких по строению профиля и свойствам, но с резко меняющейся мощностью горизонтов, что связано с периодическим набуханием и растрескиванием почвенной толщи, а часто и с осыпанием материала из верхних горизонтов вниз. Размеры этих пятен (обычно шестиугольной формы) ограничены, они колеблются от нескольких дециметров до нескольких метров, что сближает их с предельными структурными элементами и не позволяет рассматривать в качестве ЭПА. Возникновение регулярно-циклических ЭПА связано, таким образом, с процессами физического характера, с набуханием при увлажнении и сжатием при иссушении, а также с процессами замерзания и разморозания.

Регулярно-циклические ЭПА имеют, как уже отмечалось, полигональное строение поверхности, и это сближает их с полигональными комплексами почв (например, тундровыми). Но в регулярно-циклических ЭПА все почвенные профили имеют сходное строение, а полигональные комплексы состоят из почв с принципиально различными по своему строению, хотя и тесно связанными генетически профилями.

Отправляясь от элементарного почвенного ареала, структуру почвенного покрова можно определить как многократно повторяющуюся пространственную смену элементарных почвенных ареалов, образующую устойчивый для определенной территории рисунок (или узор) и характеризующуюся составом и геометрией образующих ее ареалов, закономерностями их генетических связей и эволюции, а также определенными факторами формирования почв и дифференциации почвенного покрова.

В этом определении требует разъяснения лишь новое, вводимое нами, понятие «факторы дифференциации почвенного покрова». Оно обозначает те причины, которые создают неоднородность почвенного покрова в единых климатических условиях, т. е. чередование различных почв, образующих структуру почвенного покрова. Наиболее универсальными из этих факторов являются рельеф, перераспределяющий влагу, растворимые и суспендированные вещества и тепло. Важное значение имеют также неоднородность почвообразующих пород, грунтовые воды, деятельность организмов и многие другие факторы. Обзор этих факторов сделан в табл. 1, где показано, какие группы комбинаций (определение которых будет дано ниже) возникают под их влиянием.

Таблица 1

Факторы формирования почвенных комбинаций

Факторы	Комплексы	Пятнистости	Сочетания	Вариации	Мозаики
1 Рельеф как перераспределитель влаги растворимых и суспендированных веществ и тепла	+	+	+	+	
2 Водная эрозия	+	+	+	+	
3 Дефляционные процессы		+	+	+	+
4 Аллювиально-пролювиальные процессы			+	+	
5 Оползни					+
6 Карстовые и суффозионные процессы	+	+	+		+
7 Неоднородность почвообразующих пород, связанных с процессами отложения и эрозии			+	+	+
8 Неоднородность почвообразующих пород, связанная с древними процессами выветривания и почвообразования			+		+
Грунтовые воды			+	+	
Пестрота растительного покрова	+	+			
Воздействие животного мира	+	+			+
Деятельность человека	+	+	+	+	+

Структура почвенного покрова представляет собой региональное понятие. Как уже отмечалось, она характеризуется многократным повторением в пространстве элементарных почвенных ареалов. В этой пространственной смене ЭПА могут быть вычленены звенья, определенным образом объединяющиеся в себе несколько ЭПА; при многократном повторении таких звеньев и создается структура почвенного покрова (рис. 2). Эти звенья мы будем называть почвенными комбинациями. Они представляют собой те блоки, из которых строится структура почвенного покрова. Продолжая эту аналогию, можно сказать, что каждый из этих блоков состоит из нескольких кирпичей — элементарных почвенных ареалов или их частей.

Почвенные комбинации, в отличие от структуры почвенного покрова, представляют собой типологическое понятие, классифицируемое на разных таксономических уровнях. Таким образом, элементарный почвенный ареал представляет собой исходную единицу как для системы региональных, так и для системы типологических почвенно-географических единиц.

Структура почвенного покрова какой-либо территории может быть образована либо одной комбинацией (монокombинационные структуры), либо несколькими комбинациями (поликомбинационные структуры).

Примером монокombинационной структуры может быть сочетание подзолистых, болотно-подзолистых и болотных почв в условиях моренной равнины. Более широко распространены поликомбинационные структуры. Одним из примеров такой структуры может быть район Сарпинских озер, где комплексы лугово-бурых почв с солонцами лугово-степными чередуются с крупными ЭПА солончаков-соров и комплексами солончаков и луговых солончаковых почв, образующих кольца вокруг солончаков.

Почвенные комбинации можно классифицировать на разных таксономических уровнях. Примеры таких классификаций для некоторых групп комбинаций и отдельных регионов известны (Филатов, 1923; Иванов и др., 1952, и др.).

Перед почвоведением теперь стоит весьма важная задача разработки общей классификации почвенных комбинаций. Не рассматривая в настоящей статье все таксономические уровни классификации, отметим лишь, что на наиболее высоком ее уровне выделяются пять классов: комплексы пятнистости, сочетания, вариации и мозаики. Для комплексов и пятнистостей характерна взаимообусловленность компо-

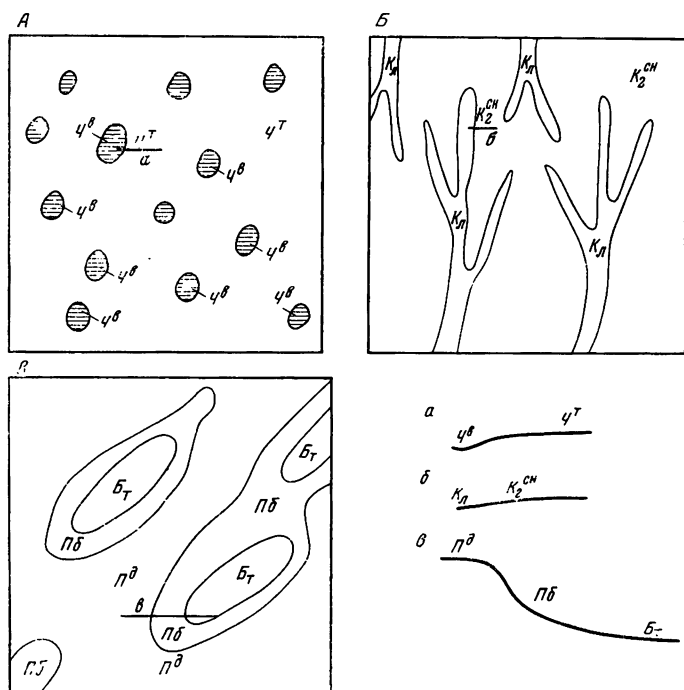


Рис. 2. Выделение звеньев структуры почвенного покрова

А — западинная пятнистость черноземов типичных (ЧТ) и черноземов выщелоченных (ЧВ); Б — ложбинный комплекс каштановых солонцеватых почв (КСН) и лугово-каштановых почв (КЛ); В — холмисто-депресссионное сочетание дерново-подзолистых (ПД), болотно-подзолистых (ПБ) и торфяно-болотных (БТ) почв. а, б, в — профили через звенья (комбинации)

нентов в их генезисе — компоненты находятся в тесной взаимосвязи и каждый из них влияет на остальные. Пятнистости отличаются от комплексов степенью контрастности входящих в них почв — у комплексов она сильная, у пятнистостей — слабая. В сочетаниях и вариациях связь между компонентами односторонняя — выделяются автономные компоненты, не испытывающие влияния других компонентов, и подчиненные — находящиеся под влиянием других компонентов. Сочетания

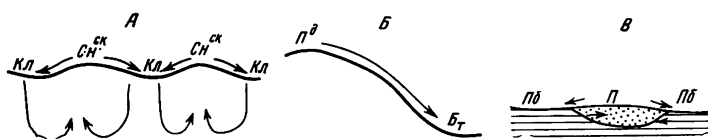


Рис. 3. Схемы взаимодействия компонентов комбинаций

А — комплексы и пятнистости, Б — сочетания и вариации, В — мозаики; длина стрелок соответствует интенсивности связи. СН — солонцы солончаковые; КЛ — лугово-каштановые почвы; П² — дерново-подзолистые, Бт — торфяно-болотные, П — подзолистые, Пб — болотно-подзолистые. Механический состав почв суглинистый, точками обозначены супесчаные почвы

отличаются от вариаций более высокой контрастностью. Мозаики характеризуются слабой генетической связью компонентов, или полным ее отсутствием.

Схемы, иллюстрирующие характер взаимосвязей почв в различных классах комбинаций, приведены на рис. 3.

Задачи изучения структуры почвенного покрова

Изучение структуры почвенного покрова представляется весьма важным для решения многих теоретических и практических задач, стоящих перед почвоведением. Дадим краткий обзор этих задач и путей их решения, основанных на исследовании структуры почвенного покрова.

Познание генезиса почвы и закономерностей ее эволюции, основанное на изучении лишь одного почвенного профиля, невозможно, так как предположение, что передвижение веществ идет в профиле почвы лишь по вертикали, оказывается неточным. Все больше данных свидетельствует о существенном значении горизонтального переноса веществ, о генетической взаимосвязи соседствующих почв. Изучение структуры почвенного покрова, включающее познание взаимосвязей между почвами, дает много для более точного понимания процессов формирования почв. Знание структуры почвенного покрова позволяет значительно более точно строить прогнозы его изменения как в естественных условиях, так и под влиянием деятельности человека.

Действительно, представим себе три территории с одинаковым составом почвенного покрова (40% подзолистых почв, 30% болотно-подзолистых и 30% болотных), но с различной его структурой, с различным характером взаимосвязей почв (рис. 4). На первой территории (мозаика) подзолистые почвы связаны с невысокими песчаными грядами, а болотно-подзолистые и болотные — с понижениями, сложенными более тяжелыми породами. Вторая территория характеризуется сочетанием подзолистых почв на моренных холмах и болотно-подзолистых и болотных почв в межхолмных понижениях. На третьей территории развито сочетание подзолистых почв вдоль бровки речной террасы с комплексом болотно-подзолистых и болотных почв на удаленных от бровки террасы слабо дренированных пространствах. После снижения уровня грунтовых вод на первой территории будут господствовать подзолистые почвы, на второй образуется сочетание подзолистых и болотно-подзолистых почв, а на третьей сохранится то же сочетание, изменится лишь соотношение компонентов — подзолистые почвы займут большие площади, чем

до снижения. Таким образом, если бы на почвенной карте была показана даже не преобладающая почва, как часто делается, а состав почвенного покрова, что делается реже, то и в этом случае прогноз эволюции почвенного покрова не мог бы быть точным: действительно, все три рассматриваемых участка были бы показаны на карте одинаково и не было бы необходимости давать для них различные прогнозы эволюции. Изучение структуры почвенного покрова и изображение ее на карте дает возможность более точно прогнозировать изменение почвенного покрова.

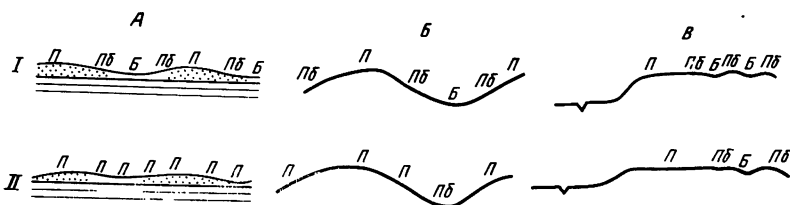


Рис. 4. Различия в эволюции разных структур почвенного покрова, имеющих одинаковый состав, при снижении уровня грунтовых вод

Структуры почвенного покрова: I — до снижения уровня грунтовых вод; II — после снижения уровня грунтовых вод. П — подзолистые почвы, Пб — болотно-подзолистые, Б — болотные

А — мозаика; Б — сочетание; В — сочетание с комплексом. Механический состав почв суглинистый, точками обозначены супесчаные почвы

При изображении почвенного покрова на картах, как правило, необходима генерализация. Действительно, как показали экспериментальные работы, изобразить реальное строение почвенного покрова, т. е. элементарные почвенные ареалы, можно лишь на картах очень крупного масштаба (1 : 100 — 1 : 2000 в зависимости от сложности почвенного покрова). Составление таких карт требует больших затрат, и для практических целей они нужны в очень редких случаях. Поэтому при составлении карт в масштабах, принятых для практической работы (1 : 10 000 и мельче), решающее значение имеет генерализация, — метод, которым она проводится. Все методы генерализации могут быть разделены на две группы.

1. Классификационная генерализация — объединение почв на более высоких таксономических уровнях классификации, например, объединение контуров дерново-слабоподзолистых, дерново-среднеподзолистых и дерново-сильноподзолистых почв в единый контур дерново-подзолистых почв.

2. Пространственная генерализация, построенная на анализе пространственных соотношений почв. Такая генерализация может вестись тремя путями:

а) выделение контуров по преобладающей почве и соответственно показ на карте преобладающих почв;

б) выделение контуров по составу почвенного покрова и показ либо качественного, либо количественного состава почвенного покрова;

в) выделение контуров по структуре почвенного покрова, что позволяет характеризовать не только его количественный состав, но и генетические взаимосвязи компонентов, связь их с факторами дифференциации почвенного покрова, степень сложности и степень контрастности почвенного покрова.

Таким образом, карты, составленные по методу генерализации структуры почвенного покрова, содержат значительно больше сведений о почвенном покрове, чем карты, составленные другими методами генерализации, причем эти сведения имеют большей частью количественный характер, что позволяет объективно сравнивать почвенный покров различных территорий; емкость информации почвенных карт существенно

повышается по сравнению с картами, составленными с использованием других методов генерализации. Примером подобной почвенной карты может служить карта Клинского района Московской области, которой посвящена статья Л. П. Ильиной в настоящем сборнике.

Следует заметить, что при составлении почвенных карт возможно объединение классификационных и пространственных методов генерализации, причем степень генерализации и характер выделяемых на картах структур почвенного покрова зависит как от строения почвенного покрова, так и от масштаба составляемой карты.

Исследование структуры почвенного покрова открывает перспективу для объективного и научно обоснованного определения основополагающих понятий картографии почв — точности почвенной карты и обеспеченности точности почвенной карты.

В настоящее время эти важнейшие понятия не имеют еще достаточно разработанного основания и определяются опытным путем. Так, обеспеченность точности почвенной карты, исходящая из числа описаний разрезов, полуям и прикопок на единицу площади, и характера основы, на которой ведется съемка, определяются количественно (нормы количества описаний почв, категории сложности) по опытным данным, без должного теоретического обоснования. Столь же недостаточно обоснованы представления о резких, ясных и постепенных границах, к которым предъявляются различные требования точности проведения на карте.

Изучение структуры почвенного покрова позволит более точно разделить территории по сложности их для почвенного картографирования, даст более обоснованные правила расположения почвенных разрезов на местности при съемках, накопит материал и сделает возможным решение вопроса о точности почвенных границ. Вместе с тем накапливаемый таким путем материал позволит пополнить почвенные карты рядом новых сведений, которые существенно обогатят их содержание.

Изучение структуры почвенного покрова имеет весьма важное значение для характеристики земельных ресурсов. В настоящее время земельные ресурсы характеризуются либо суммарными площадями почв различных классификационных групп (РСФСР, ряд других республик), либо площадями типов земель (УССР). Первый метод не учитывает размеры контуров почв, и в таблицах земельного учета показана одна и та же цифра (например, 1000 га дерново-слабоподзолистых почв) и в случае, когда эта площадь образует единый массив, и в случае, если она получена суммированием площадей 100 участков по 10 га. Он не учитывает и соседствующих почв — чередуются ли эти дерново-слабоподзолистые почвы с дерново-среднеподзолистыми, что по существу не осложняет возможности их эксплуатации, или с болотными почвами, что весьма серьезно осложняет их использование. Не учитываются при применении этого метода и условия рельефа, в которых залегают почвы, что весьма важно при оценке возможностей использования земельных ресурсов.

4. Характеристика типов земель устраняет некоторые недостатки (дает сведения о рельефе, о степени неоднородности почвенного покрова), но вводит и некоторые новые — из учета исчезают количественные сведения о площадях почв, учет приобретает отчасти характер районирования, что снижает его объективность.

Наиболее полный учет земель можно построить на определении площадей различных структур почвенного покрова (или типов земель), причем эти структуры должны быть охарактеризованы количественно (состав, сложность и контрастность почвенного покрова), а также качественно (условия рельефа в первую очередь).

Близкой к этим требованиям, хотя и не полностью им отвечающей, можно назвать характеристику основных типов сельскохозяйственных

земель Литовской ССР, составленную Ю. К. Юодисом (1969). В ней для каждого из выделенных типов земель указаны преобладающие почвы, составляющие 70—90% общей площади, контрастность почвенного покрова, его пестрота (средняя величина контура в га), оценка в баллах, площади сельскохозяйственных земель, угодий и пашни. Примеры характеристики отдельных типов земель содержатся в статьях Г. А. Андрущенко и др. и Ю. К. Юодиса в настоящем сборнике.

Проблема учета земель, земельного кадастра страны имеет государственное важное значение, ее решение требует всестороннего рассмотрения, однако накопленные к настоящему времени материалы позволяют с полным основанием утверждать, что учет земельных ресурсов не может строиться лишь на учете площадей почв — необходимы и более синтетические данные о структуре почвенного покрова, выраженной через типы земель и их количественные характеристики.

Анализ структуры почвенного покрова и ее пространственного изменения представляет собой основу почвенного районирования. Это положение было высказано более тридцати лет назад И. П. Герасимовым (1939) в его статье о разделении Европейской части СССР на области и районы. Почвенное районирование ведется для различных целей и в разных масштабах, от самого общего районирования всей страны и до микрорайонирования отдельных хозяйств, поэтому его основой должны быть различные по детальности разделения характеристики структуры почвенного покрова. Из этого следует, что основой почвенного районирования должна быть детальная таксономическая схема классификации структуры почвенного покрова.

Рассмотренные задачи изучения структуры почвенного покрова являются частью общих задач географии почв. Так как характеристика структуры почвенного покрова включает ряд новых понятий и их количественных показателей (размеры и формы элементарных почвенных ареалов, сложность, контрастность и неоднородность почвенного покрова, показатели смежности классификационных почвенных групп, показатели характера почвенных границ и др.), то можно считать, что изучение структуры почвенного покрова обогащает и существенно повышает объективность почвенно-географических характеристик и сравнений.

На рис. 5 показана часть почвенной карты Казацкой степи (Центрально-Черноземный заповедник, Курская область), составленной в масштабе 1 : 2500. На рис. 6 показан результат микрорайонирования — разделения этой территории по видам структуры почвенного покрова. Всего выделено четыре вида, каждый из которых был охарактеризован как по составу почвенного покрова, так и по его генезису и геометрическим характеристикам и получил соответствующие названия.

По составу (табл. 2) выделенные ареалы можно характеризовать не только в отношении площадей почв, слагающих их почвенный покров, но и в отношении степени их дифференцированности (Фридланд, 1965). Первый ареал, где фоновая почва занимает 99,8% всей территории, следует отнести к слабо дифференцированным, второй, где преобладающая почва занимает от 75 до 95% площади, относится к умеренно дифференцированным, третий и четвертый, в которых преобладающие почвы занимают от 50 до 75% площади, — к средне дифференцированным; если бы фоновая почва занимала менее 50% площади, то подобный ареал следовало бы отнести к сильно дифференцированным.

Из геометрических характеристик мы отметим три:

а) величина вложенных (не фоновых) ЭПА. По этому показателю выделенные четыре ареала существенно различны (табл. 3). В первом господствуют ЭПА площадью менее 100 м², во втором содержится примерно равное количество ЭПА площадью 101—300, 301—1000 и более 1000 м², в третьем отчетливо преобладают ЭПА площадью более 1000 м²,

Рис. 5. Часть почвенной карты
Казацкого участка Центрально-
Черноземного заповедника

1 — черноземы типичные (Чт); 2 —
черноземы карбонатные (Чк); 3 —
черноземы сурчинные (перерывы
карбонатные) (Чс); 4 — черноземы
слабо выщелоченные (Чв^л); 5 — чер-
ноземы сильно выщелоченные (Чв^с);
6 — лугово-черноземные почвы (Лч);
7 — луговые черноземовидные почвы
(Лч)



а в четвертом эта группа ЭПА становится абсолютно господствующей. Соответственно от первой группы к четвертой растет и средняя площадь ЭПА. Если классифицировать эти территории по другому принципу — а именно по величине наиболее крупных ЭПА (в данном случае фоновых), входящих в рассматриваемые структуры почвенного покрова (Фридланд, 1965), то первая должна быть отнесена к мегамассивным, вторая и третья — к крупномассивным, а четвертая — к мелкомассивным (здесь мы не касаемся специфики применения этой классификации по отношению к фоновым ЭПА);

б) форма ЭПА. Принимая разделение ареалов на округлые (отношение наибольшей оси к наименьшей меньше 2), вытянутые (от 2 до 5) и линейные (больше 5), первую структуру почвенного покрова можно отнести к округлоареальной, во второй преобладают округлые ареалы, но имеются уже и вытянутые, в третьей в основном распространены линейные и вытянутые, а четвертая состоит только из линейных;

в) степень расчлененности ЭПА. Используя величину коэффициента расчленения (КР), предложенную нами ранее (Фридланд, 1965), эту особенность геометрии структур почвенного покрова, рассматриваемых в качестве примера, можно охарактеризовать как средними величинами

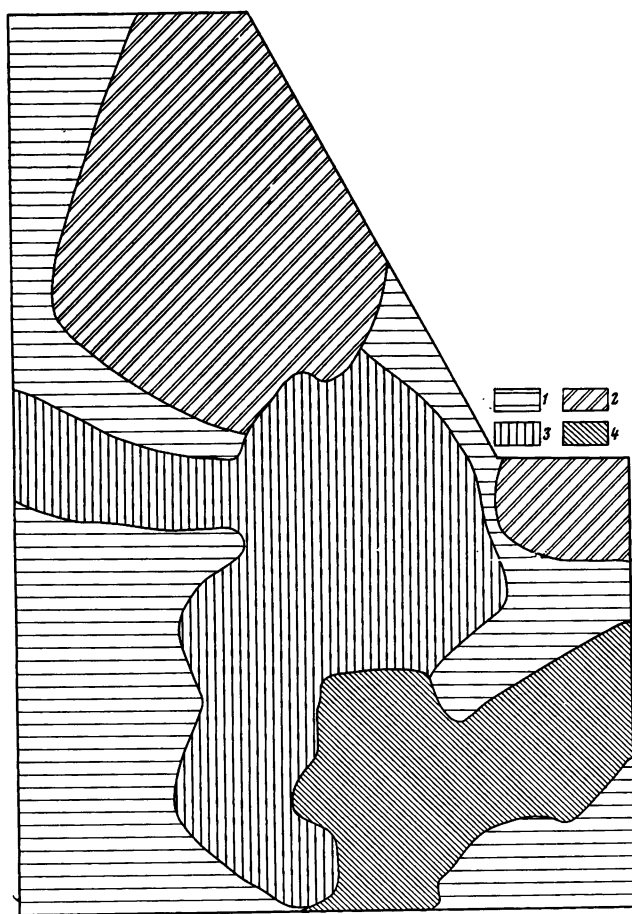


Рис. 6. Виды структуры почвенного покрова части Казацкого участка Центрально-Черноземного заповедника

1 — однородная с типичными черноземами; 2 — западинная пятнистость черноземов типичных и черноземов выщелоченных; 3 — эрозивно-потыжная пятнистость черноземов типичных, выщелоченных и карбонатных; 4 — балочное сочетание черноземов типичных и выщелоченных и луговых почв

Таблица 2

Соотношение площадей различных почв для четырех видов структуры почвенного покрова *

Вид структуры почвенного покрова	цТ (фон)	цК	цс	цв'	цв"	цл	лч
I	124795 **/99,80	Нет	248/0,20	Нет	Нет	Нет	Нет
II	142344/86,50	2350/1,43	300/0,18	18725/11,40	675/0,41	Нет	Нет
III	150495/68,00	24550/11,20	225/0,10	46535/21,10	575/0,30	25/0,01	Нет
IV	51100/56,70	5925/6,58	475/0,53	7275/8,09	17325/19,20	Нет	8000/8,90

* Объяснения индексов почв даны в легенде карты (рис. 5).

** В числителе — площади почв в га, в знаменателе — в %.

Таблица 3

Процентное содержание ЭПА различной площади *

Вид структуры почвенного покрова	Средняя площадь ЭПА, м²	Очень мелкие (0—100 м²) ЭПА	Мелкие (101—300 м²) ЭПА	Крупные (301—1000 м²) ЭПА	Очень крупные (>1000 м²) ЭПА
I	17,7	100	Нет	Нет	Нет
II	275	4,6	34,2	24,8	36,4
III	510	2,7	13,3	19,0	65,0
IV	1025	1,3	0,9	9,3	88,5

* Размер ЭПА фоновой почвы не учитывался.

КР, так и их распределением (табл. 4). Они обнаруживают весьма существенные различия между сравниваемыми видами структуры почвенного покрова.

Таблица 4

Процентное содержание ЭПА различной расчлененности

Вид структурного покрова	КР (среднее $\pm$ ошибка среднего)	Монолитные ЭПА КР-1—1,25	Слаборасчлененные ЭПА КР-1,26—1,75	Среднерасчлененные ЭПА КР-1,76—3,25	Сильно расчлененные ЭПА КР>3,25
I	$1,04 \pm 0,03$	100	Нет	Нет	Нет
II	$1,41 \pm 0,08$	54,1	30,6	14,12	1,18
III	$1,93 \pm 0,10$	21,5	34,06	36,88	7,83
IV	$1,62 \pm 61,0$	61,0	14,60	17,10	7,30

Показатели характера границ (отдельно для границ ЭПА внутри отдельных видов структуры почвенного покрова и для границ между видами) не являются чисто геометрическими индексами, но они тесно связаны с последними. В рассматриваемом примере переходы между видами структуры постепенны, так как во всех структурах сохраняется один и тот же фон, а различия связаны с различиями вложенных ЭПА. Пе-

реходы внутри видов структур различны. В первом 100% границ — резкие, во втором и третьем резко преобладают ясные границы, а резкие сравнительно редки, а в четвертом роль резких границ существенно возрастает, а ясных — уменьшается.

Весьма существенной и для теории и для практики синтетической характеристикой геометрического строения почвенного покрова является его сложность (Фридланд, 1967). Она дает представление о частоте смены ЭПА, о пестроте почвенного покрова; величина ее определяется различными путями, которые будут рассмотрены ниже.

Важной характеристикой почвенного покрова, получаемой из исследования его структуры, является контрастность. Выражаемая в числовых характеристиках (Фридланд, 1965, 1967; Юодис, 1967; Годельман, 1969) она представляет собой важнейший показатель как производственных, так и генетических особенностей почвенного покрова — возможностей его использования и необходимости уравнительных агротехники и мелиорации с одной стороны и напряженности процессов почвообразования, перераспределения веществ и энергии почвенного покрова, — с другой стороны.

Перемножение показателей сложности и контрастности дает наиболее общую характеристику почвенного покрова, его неоднородность (Фридланд, 1967). Этот показатель может трактоваться в различных генетических и практических аспектах. Почвенный покров может характеризоваться также степенью его устойчивости (по отношению к изменению факторов почвообразования) и интенсивностью связи компонентов. Учет этих показателей весьма важен для прогнозирования различных мероприятий по изменению свойств почв.

Почвенный покров получает и новые факторно-генетические характеристики:

1. Факторы дифференциации почвенного покрова. Рассмотренные в общих чертах выше как факторы формирования почвенных комбинаций (см. табл. 1) они могут рассматриваться и при анализе причин дифференциации почвенного покрова в целом. Подобный анализ имеет большое значение, позволяя значительно глубже понять процессы возникновения, взаимосвязи и дальнейшей эволюции почв.

2. Почвенно-генетические процессы дифференциации почвенного покрова — процессы почвообразования, определяющие неоднородность почвенного покрова. Например, в комплексе каштановых почв и солонцов таким процессом является солонцовый, в сочетании подзолистых, болотно-подзолистых и болотных — подзолистый и болотный, в пятнистостях черноземов типичных и выщелоченных — процесс выщелачивания и т. д. Сделанный краткий обзор характеристик структуры почвенного покрова показывает, что они существенно обогащают и повышают объективность почвенно-географических описаний и сравнений.

Изучение структуры почвенного покрова представляет собой не только средство познания географии почв, не меньшее значение оно имеет и для исследования генезиса почв. Изучение последнего, как показывает все большее количество материалов, становится невозможным без выяснения горизонтальных связей между почвами, без выяснения истории их развития, а это возможно лишь при изучении структуры почвенного покрова. Не менее важно для изучения генезиса почв выяснение связей между процессами, идущими в почвах, свойствами почв и факторами почвообразования. Изучение структуры почвенного покрова, когда объектом исследования становится элементарный почвенный ареал со строго гомогенным почвенным покровом, а не почвенные контуры разной степени однородности, часто включающие очень разные почвы, позволяет значительно более строго сопоставлять почвы с факторами почвообразования. Так, при изучении структуры почвенного покрова целинных участков лесостепи Средне-Русской возвышенности была

выявлена связь ряда морфологических свойств черноземов с элементами мезорельефа (табл. 5). Оказалось, что на склонах и северной и южной экспозиций от водораздела к прибалочному склону увеличиваются мощность гумусового горизонта и глубина вскипания. Весьма интересны данные о коэффициентах вариации рассмотренных свойств. Их величины, вычисленные для определенных классификационных групп в целом, независимо от элементов мезорельефа, оказались того же порядка, что и для тех же классификационных групп в определенных условиях мезорельефа. Это дает основание предполагать, что рассмотренные классификационные группы, хотя и изменяют свои морфологические свойства в зависимости от условий мезорельефа, представляют собой все же единые группы.

Таблица 5

Связь морфологических свойств черноземов Стрелецкой степи с элементами мезорельефа *

Экспозиция	Элемент мезорельефа	Чернозем	Мощность собственно гумусового горизонта	Мощность всего гумусового горизонта	Глубина вскипания
Северная	Водораздел	Типичный	57/8,4	127/12,7	78/11,5
		Слабо выщелоченный	54/13,9	116/9,5	102/9,7
	Приводораздельный склон	Типичный	72/15,7	135/9,0	108/24,2
		Слабо выщелоченный	65/14,1	129/13,8	112/12,0
	Прибалочный склон	Слабо выщелоченный	79/14,3	162/15,1	132/19,1
		Типичный	69/14,5	132/12,3	86/8,9
Южная	Прибалочный склон	Типичный	75/15,3	148/19,0	87/12,3
Почвы всех элементов мезорельефа		Типичный	67/13,6	134/13,0	89/14,2
		Слабо выщелоченный	63/14,1	130/12,6	112/25,6

* В числителе — средние величины в см, в знаменателе — коэффициент вариации в %.

4) Не менее важное значение имеет изучение структуры почвенного покрова и для характеристики классификационных групп почв. В числе таких характеристик можно отметить геометрические особенности (размер и форма) элементарных почвенных ареалов, образуемых определенной классификационной группой почв.

В качестве примера такой характеристики приведем данные о геометрических характеристиках ареалов почв, входящих в луговой солонцовый комплекс на террасе р. Кутулук (Куйбышевская область, зона черноземов, подсчитано по почвенной карте м. 1:500, составленной П. М. Новиковым, 1949). Результаты подсчетов приведены в табл. 6. Из них следует, что фон этого комплекса образуют солонцы луговые корково-столбчатые, занимающие почти половину площади всего комплекса и представляющие собой почвы, характеризующие основную современную стадию развития почвенного покрова равной поверхности, не связанные ни с микропонижениями, ни с микроповышениями. Солонцы луговые солончаковые такыровидные образуют самые мелкие ЭПА, формируясь при крайне редком сочетании факторов, а именно — в депрессиях, но очень плоских, в которых накапливается столь малое количество воды, которое не может промыть почву, но может обусловить

контрастный водный режим, создающий такырообразование и подтягивание солей к поверхности. Их низкий средний коэффициент расчленения (КР) свидетельствует о преимущественно круглой форме ЭПА, но сравнительно высокий максимальный КР дает основание считать, что встречаются ЭПА и вытянутой формы. Совпадение величин среднего общего и среднего внешнего КР свидетельствует, что ЭПА рассматриваемых почв не имеют дырчатых форм, внутри них нет ареалов каких-либо других почв; это отличает их от почти всех других почв рассматриваемого комплекса, у которых КР общий и КР внешний различаются, что свидетельствует о наличии дырчатых ареалов.

Довольно близкие геометрические показатели имеют солонцы луговые средне- и глубокостолбчатые, представляющие последние стадии развития солонцов при их эволюции в луговые и лиманные почвы. Их единственное существенное отличие заключается в различающихся

Таблица 6

Геометрические характеристики элементарных ареалов почв, образующих луговой солонцовый комплекс

Почвы	Площадь, га	Доля от общей площади комплекса, %	Величина ЭПА, м ²				Коэффициент расчленения				Число ЭПА
			средняя	наименьшая	наибольшая	отношение наибольшей к наименьшей	средний общий	средний внешний	наименьший	наибольший	
Солонцы луговые корково-столбчатые	2,116	49,5	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	1
Солонцы луговые корково-глыбистые	0,739	17,2	73,2	1,5	2797,7	1859	1,94	1,83	1,00	6,47	101
Солонцы луговые корково-крупноглыбистые	0,145	3,4	96,4	5,5	473,0	86	2,83	2,72	1,51	5,98	15
Солонцы луговые средне- и глубокостолбчатые	0,348	8,3	12,5	0,8	113,0	141	1,54	1,40	1,00	4,22	278
Солонцы луговые солончаковые такыровидные	0,065	1,5	7,5	0,5	43,3	87	1,14	1,14	1,00	3,50	84
Луговые черноземовидные	0,515	12,2	22,7	0,8	908,3	1134	1,20	1,20	1,00	3,10	227
Луговые черноземовидные солонцеватые	0,204	4,8	226,9	6,0	642,5	107	1,79	1,71	1,02	2,85	9
Лиманные заболоченные	0,134	3,1	223,4	18,3	1143,4	62	1,77	1,30	1,08	4,17	6

средних величинах общего и внешнего КР, что свидетельствует о наличии дырчатых форм среди ЭПА этих почв. Просмотр карты показал, что эти «дырки» в ареалах солонцов образованы ареалами луговых почв, в которых и эволюционируют средне- и глубокостолбчатые солонцы.

Ареалы солонцов луговых корково-глыбистых и корково-крупноглыбистых занимают по своим геометрическим показателям переходное положение между ареалами солонцов такыровидных и средне- и глубокостолбчатых с одной стороны и корково-столбчатых — с другой. Это связано с их местом в генетическом эволюционном ряду между солонцами такыровидными и наиболее распространенной, фоновой формой солонцов корково-столбчатых.

ЭПА луговых черноземовидных почв по отсутствию «дырчатости» (совпадение внешнего и общего КР) близки к ЭПА солонцов луговых такыровидных, представляя собой также крайний этап эволюции, но не солонцов, а луговых почв, так как они наиболее остепнены и рассолон-

цованы; вместе с тем амплитуда площадей этих ЭПА значительно большая, причем за счет наличия крупных ЭПА луговых черноземовидных почв — наименее засоленных и наименее солонцеватых, а значит и наилучше дренированных почв комплекса.

Резко выделяются крупными размерами ЭПА луговые черноземовидные солонцеватые и особенно луговые заболоченные почвы. По-видимому, формирование этих почв такими мелкими участками, как солонцы, — явление крайне редкое. Очень большая разница между общим и внешним КР у лиманных заболоченных почв свидетельствует о большой «дырчатости» их ареалов, о большом числе включенных в них ареалов других почв.

Отношение наибольшей величины ЭПА к наименьшей делит все почвы на две группы — у первой группы эта величина колеблется от 62 до 141, а у второй она превышает тысячу, приближаясь к двум тысячам. Это дает основания считать, что на изученной территории почвы первой группы обладают значительно более узкой «экологической нишей» образования по сравнению с почвами второй группы, для которых число факторов, ограничивающих условия их образования, значительно меньше. Анализ геометрии ЭПА различных классификационных групп может вестись и по кривым распределения их размеров и коэффициентов расчленения.

Приведенный пример достаточно убедительно свидетельствует о том, что характеристика геометрии ЭПА существенно пополняет наши сведения об отдельных группах почв. Особенно интересно проследить изменение этих геометрических характеристик какой-либо определенной почвы в различных условиях ее формирования.

Другой важной характеристикой классификационных групп почв, вытекающей из исследования структуры почвенного покрова, является смежность. Под смежностью мы понимаем показатели, характеризующие, с какими почвами граничат ЭПА (или контуры) изучаемой почвы. Так, например, в рассмотренном выше комплексе луговые черноземовидные почвы граничат обычно с солонцами луговыми средне- и глубоко-столбчатыми, реже — с солонцами луговыми корково-столбчатыми, еще реже — с лиманными заболоченными и никогда с солонцами луговыми глыбистыми и крупноглыбистыми. Луговые черноземовидные солонцеватые почвы имеют значительно более широкую смежность — их ЭПА соседствуют со всеми группами солонцов и с лиманными заболоченными (значительно реже). Лиманные заболоченные почвы граничат со всеми почвами, развитыми в изучаемом комплексе, они имеют наибольшую смежность. Эта характеристика почвы позволяет судить о близости процессов и факторов ее образования с процессами и факторами формирования других почв, дает существенный материал для познания рассматриваемой почвенной группы.

Разработка классификации почв представляет собой весьма важную задачу почвоведения. В создании классификации существенное значение имеет выбор критериев, применяемых для разделения разных почв на различных таксономических уровнях. Однако до настоящего времени не имеется объективно обоснованных положений, определяющих выбор этих критериев. Изучение структуры почвенного покрова позволяет определять пространственную вариабельность свойств почв, что, по нашему мнению, может служить важным отправным пунктом при выборе критериев почвенной классификации. Так, при изучении черноземов Ямской степи было показано, что наиболее пространственно устойчивым морфологическим свойством является мощность собственно гумусового горизонта, менее устойчивым — мощность гумусового горизонта в целом и, наконец, наименее устойчивым — глубина вскипания (Фридланд, Белобров, Дайнеко, 1969). Ф. И. Козловский и Н. П. Сорокина (1968) определили размер педона типичных черноземов Стрелецкой степи по

глубине вскипания в 30 м², а по гумусу — в 8—10 м², таким образом, и по их данным варибельность черноземов по глубине вскипания больше, чем по содержанию гумуса и мощности гумусового горизонта. Это дает основание считать, что разделение черноземов по глубине вскипания как более варибельное должно использоваться для классификации на более низком таксономическом уровне, чем разделение по мощности гумусового горизонта и содержанию гумуса. Естественно, что для решения подобных вопросов необходимо накопление большего количества материалов, но важность изучения структуры почвенного покрова для решения классификационных вопросов очевидна уже и из приведенных примеров.

Методы изучения структуры почвенного покрова

Структура почвенного покрова, как отмечалось выше, образована из большого, практически бесконечного, числа элементарных почвенных ареалов и может рассматриваться как множество. Это дает основание применять для ее исследования статистические методы. Однако элементарные ареалы, образующие структуру почвенного покрова, как уже подчеркивалось ранее, не независимы, они взаимосвязаны между собой, хотя степень взаимосвязи, ее теснота, в разных случаях различна. Эта взаимосвязь элементарных ареалов дает основания рассматривать структуру почвенного покрова не только как множество, но и как систему (Bertalanffy, 1956; Овчинников, 1966). Изучение систем только статистическими методами недостаточно, они должны изучаться и функционально-генетическими методами, значит эти методы исследования необходимо использовать и при изучении структуры почвенного покрова. Фундаментом всех методов изучения почв является сравнительно-географическая методика, берущая начало в исследованиях В. В. Докучаева, в его подходе к почве как к особому телу природы, связанному в своем образовании и развитии с определенными факторами.

Сравнительно-географический подход к изучению структуры почвенного покрова состоит в параллельном изучении почв и факторов почвообразования, в сопоставлении их в разных соотношениях. Он включает составление и анализ детальных и крупномасштабных почвенных карт и профилей, раскрывающих структуру почвенного покрова как путем картирования элементарных почвенных ареалов, так и путем выявления различных почвенных комбинаций, с параллельным составлением карт и профилей различных факторов почвообразования — рельефа, почвообразующих пород, растительности, грунтовых вод и т. д. Исследование строения почв вместе с исследованием почвенного покрова и факторов почвообразования дает возможность устанавливать генетические связи между компонентами почвенного покрова, те связи, которые, как отмечалось выше, представляют собой основу формирования различных почвенных комбинаций, различных структур почвенного покрова. Сопоставление почвенного покрова и образующих его факторов позволяет устанавливать факторы дифференциации почвенного покрова, выяснять причины возникновения тех или иных почвенных комбинаций.

Вторая основа всех методов изучения структуры почвенного покрова заключается в историческом подходе. Этот подход требует анализа истории развития всей структуры почвенного покрова в целом и отдельных его компонентов в частности. Каждая изучаемая структура почвенного покрова — лишь этап в бесконечной цепи развития почвенного покрова в целом, и только при таком подходе можно действительно понять ее генезис, ее современные свойства, процессы, создавшие ее, и предсказать пути ее дальнейшей эволюции.

ненности элементарных почвенных ареалов (Фридланд, 1965). Три последние характеристики могут определяться как для различных структур почвенного покрова, так и для классификационных групп почв, они могут выражаться либо в форме таблиц (см. табл. 3, 4, 6), либо в виде графиков. Наиболее наглядны графики распределения различных показателей. Так, на рис. 9,А приведен график распределения площадей ЭПА эрозионно-потяжной структуры черноземов типичных, выщелоченных и карбонатных, отчетливо характеризующий размеры образующих его ЭПА. На рис. 9,Б приведены данные о распределении коэффициентов расчленения этих ЭПА, свидетельствующие о заметной

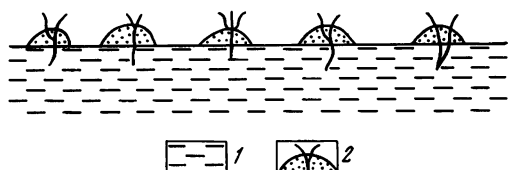


Рис. 8. Полихронный комплекс на второй надпойменной террасе р. Теджен вблизи Наурузабада

1 — остаточно-луговые сероземы верхнечетвертичного возраста; 2 — слабо развитые современные песчаные почвы

расчлененности ареалов черноземов карбонатных, меньшей — черноземов слабо выщелоченных и очень низкой — черноземов сурчинных и сильно выщелоченных и лугово-черноземных почв.

Не останавливаясь подробнее на этих характеристиках, а также на показателях смежности и характера границ, рассмотренных выше, перейдем к синтетическим характеристикам — сложности и контрастности.

Для больших территорий, где нет данных геометрического анализа почвенного покрова, но имеются сведения о его составе, сложность можно характеризовать процентным содержанием интразональных почв (Фридланд, 1967). Для территорий, где имеются сведения о размерах почвенных контуров на крупномасштабных картах, можно получить более точный показатель — величину, обратную размеру ЭПА (Фридланд, 1967) или контура (Юодис, 1967). Еще более точный показатель сложности можно получить с учетом коэффициента расчленения контуров. Так, Я. М. Годельман (1969) считает его прямо пропорциональным коэффициенту расчленения и обратно пропорциональным размеру контура.

Имея в виду, что на крупномасштабных картах элементарные почвенные ареалы обычно показать невозможно и что различные структуры почвенного покрова при их нанесении на карту одного и того же масштаба испытывают различное обобщение, в зависимости от размеров ЭПА можно считать способы, основанные на величинах контуров, недостаточно точными. Наиболее точно определение коэффициента сложности почвенного покрова (K_c) проводится по величинам площадей и коэффициентов расчленения ЭПА, причем в случае фоновой структуры почвенного покрова при вычислении средней площади ЭПА и среднего КР фон рассматривается как один ограниченный ЭПА (не учитывая, что ЭПА фона продолжается за пределами карты).

Таким образом, $K_c = \overline{KР} / \overline{S}$, где $\overline{KР}$ — средний коэффициент расчленения, а $\overline{S}$ — средняя площадь ЭПА изучаемой территории, вида структуры почвенного покрова или какой-либо классификационной группы почв.

Важной, но наиболее трудной для определения характеристикой структуры почвенного покрова является его контрастность. В отличие от всех предыдущих характеристик контрастность может определяться только для территории, она не может быть дана для какой-то классификационной группы почв.

Г. А. Маландин (1934) предлагал определять контрастность почв

таксономическим уровнем их классификационного различия. Нами (1965, 1967) было предложено определять контрастность почвенного покрова по свойствам почв, а для почвенных зон и подзон — исходя из оценки почв в баллах. Ю. К. Юодис (1967) и Я. М. Годельман (1969) предложили определять контрастность почвенного покрова из суммы контрастностей по основным свойствам (механический состав, увлажненность, степень оподзоленности и эродированность Ю. К. Юодис для Литовской ССР и место в генетическом ряду, механический состав и эродированность — Я. М. Годельман для Молдавской ССР). При вычислении контрастности первый автор исходит из контрастности каждого компонента почвенного покрова по отношению к преобладающему, а второй учитывает длину границ, разделяющих почвы с разной контрастностью. Нам представляется, что включение в расчеты длин границ с разной контрастностью дает более точные данные, чем расчет по отношению к преобладающей почве. Вместе с тем общим недостатком обоих этих методов является неполный учет факторов контрастности

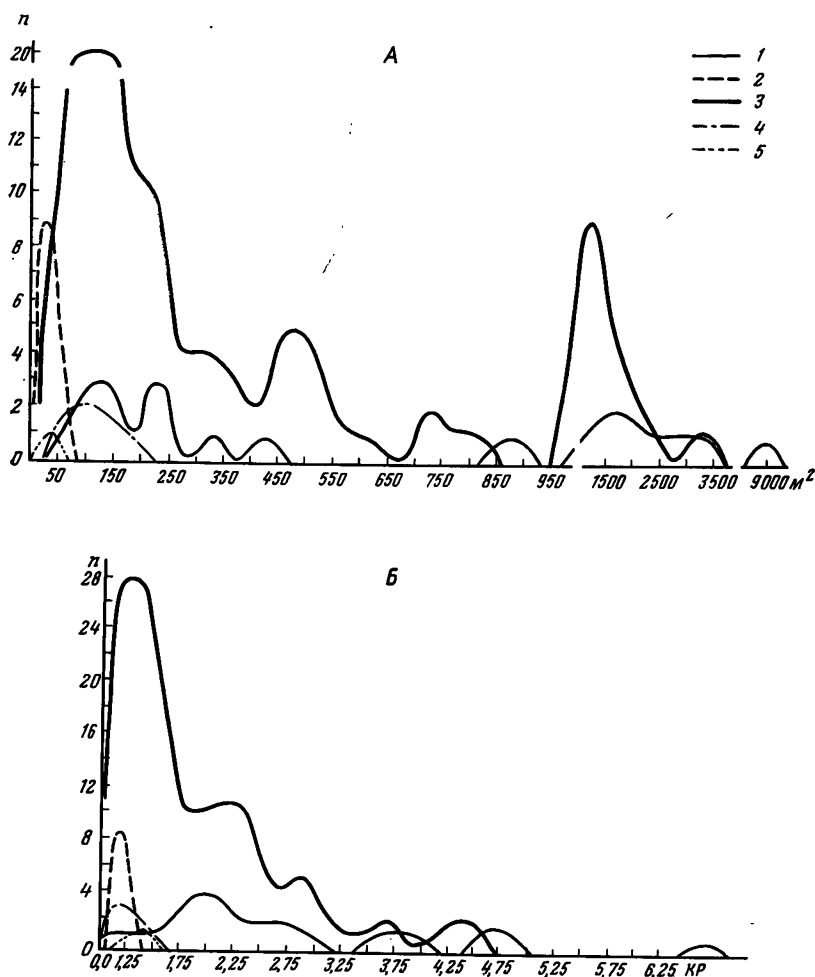


Рис. 9. Эрозионно-потяженный комплекс черноземов типичных выщелоченных и карбонатных

А — повторяемость ЭПА различной площади; Б — повторяемость ЭПА с различными коэффициентами расчленения

1 — черноземы карбонатные; 2 — черноземы сурчинные (карбонатные перерывы); 3 — черноземы слабо выщелоченные, 4 — черноземы выщелоченные, 5 — лугово-черноземные почвы

и одинаковый вес, приписываемый каждому из используемых для определения контрастности свойств почв, без достаточного для этого основания.

Для упрощенного определения контрастности почвенного покрова можно предложить использовать агропроизводственные группировки почв. Если почвенный покров состоит из почв одной агропроизводственной группы, его следует считать слабо контрастным. Если в составе почвенного покрова в практически значимых количествах имеются почвы, относящиеся к различным агропроизводственным группам,

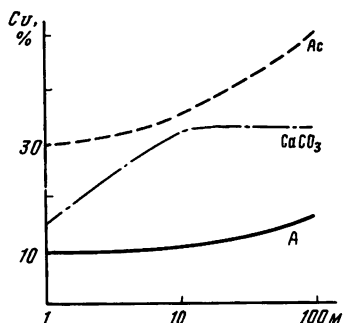


Рис. 10. Изменение коэффициентов вариации свойств почв лесного массива Стрелецкого участка Центрально-Черноземного заповедника в зависимости от расстояния между точками описания разрезов

A — мощность собственно гумусового горизонта, Ac — мощность переходного гумусового горизонта; CaCO₃ — глубина вскипания

его следует рассматривать как средне контрастный, а если они относятся к различным мелиоративным группам — то сильно контрастным. Эта группировка элементарна, но для общей характеристики контрастности она может быть полезной. Разработка точной методики определения контрастности почвенного покрова является еще задачей будущего.

II. Статистико-аналитические методы. Эта группа методов основывается на сравнении свойств почв, а не образуемых ими ареалов. Они используются для изучения характера изменчивости почв внутри ЭПА, внутри группы одноименных ЭПА, в картографическом контуре, в целой классификационной группе почв, наконец, — в пределах всех компонентов определенной структуры почвенного покрова. Такие исследования широко применяются в почвоведении (Сердобольский 1937; Филиппова и Сердобольский, 1937; Важенин, 1963; Соколовский, 1966, и др.).

В настоящем томе примерами подобных исследований могут быть статьи В. М. Боровского и В. П. Белоброва. В них проведен анализ пространственного изменения свойств почв внутри элементарных почвенных ареалов, почвенных контуров и внутри классификационных групп почв. Определялись средние значения ряда признаков, средние квадратичные отклонения, коэффициенты вариации, вычислялись минимальные количества образцов, которые должны быть изучены для получения определенной ошибки среднего с определенной доверительной вероятностью, сопоставлялись эмпирически полученные распределения с нормальным распределением.

Эти вычисления проводились как для морфологических, так и для аналитических характеристик свойств почв. Они имеют очень большое теоретическое и практическое значение, определяя многие генетические и географические свойства почв и давая основу для рекомендаций по методике полевых и лабораторных почвенных исследований. Вместе с тем применение статистико-аналитических методов для исследования вопросов генезиса и географии почв и, в частности, для изучения структуры почвенного покрова может быть значительно расширено.

Весьма перспективным может быть «метод увеличения шага», который заключается в определении коэффициентов вариации какого-либо свойства при изменении расстояния между точками, где проводятся определения этого свойства. На рис. 10 показано изменение коэффи-

циента вариации мощности собственно гумусового горизонта и гумусового переходного горизонтов, а также глубины вскипания почв (почти исключительно черноземы) под лесной растительностью Стрелецкого участка Центрально-Черноземного заповедника. Кривые показывают различный характер изменения вариации у разных свойств. Вариация мощности собственно гумусового горизонта при расстоянии между изученными профилями 1 и 10 м остается постоянной — причины изменения этого свойства остаются одинаковыми; при увеличении расстояния между точками до 100 м коэффициент вариации несколько возрастает — на таком участке появляются уже факторы, более существенно меняющие мощность собственно гумусового горизонта. Однако в общем факторы, способствующие выравниванию мощности собственного гумусового горизонта, оказываются незначительно слабее факторов, вызывающих ее изменчивость. Кривая коэффициента вариации переходного гумусового горизонта обнаруживает ту же тенденцию, но более резко выраженную — коэффициенты вариации при увеличении расстояния между точками растут значительно быстрее: на это свойство почвы изменяющие его факторы действуют сильнее, чем выравнивающие. Иная форма кривой наблюдается для глубины вскипания — коэффициент вариации быстро возрастает при увеличении расстояния между точками от 1 до 10 м, а при дальнейшем увеличении расстояния между точками опробования — почти не изменяется. Это дает основание считать, что все факторы, влияющие на глубину вскипания, полностью выявляют свое воздействие уже на расстоянии в 10 м.

Характер этих кривых для различных видов структур должен быть различным. Так, например, для комплексов солонцов и каштановых почв коэффициент вариации мощности собственно гумусового горизонта должен достигать максимальной величины уже при «шаге» в 10 м и при увеличении «шага» не должен расти — причина этого заключается в резком различии мощности гумусового горизонта солонца и каштановой почвы и в малых размерах ЭПА этих почв в комплексах, обычно меньших 10 м.

Таким образом, рассматриваемые кривые должны быть характеристическими для различных структур почвенного покрова.

III. Функционально-аналитические методы применяются для определения закономерностей изменения свойств почв внутри почвенной комбинации или внутри определенной структуры почвенного покрова и представляют собой математические модели пространственного изменения различных свойств почв. Эти математические модели могут выявлять связи между разными свойствами почв, а также между свойствами почв и факторами почвообразования.

В качестве примеров таких математических моделей для почвенных комбинаций можно привести уравнение из работы Руэ и Уокера (Ruhe and Walker, 1968), связывающее процентное содержание фракции 0,1—0,05 мм в горизонте 0—30 см почв на склоне к долине с крутизной склона (в %). Это уравнение является линейным и имеет следующий вид:

$$x = 2,26 + 0,063y,$$

где x — содержание фракции, а y — крутизна склона.

Другим примером может служить полиномиальное уравнение (Walker and Ruhe, 1968), связывающее глубину залегания карбонатов с расстоянием от водораздела в условиях рельефа с замкнутыми депрессиями, где на водоразделах развиты черноземовидные почвы прерий, а в депрессиях — дерново-глеевые почвы.

Это уравнение имеет следующий вид:

$$y = 80,75 + 24,03x - 6,50x^2 + 0,493x^3 - 0,0117x^4,$$

где y — глубина залегания карбонатов в см, а x — расстояние от водораздела в м.

Примеры подобных уравнений для структур почвенного покрова содержатся также в статье Г. В. Добровольского и М. Н. Строгановой, публикуемой в настоящем томе.

Подобные уравнения являются эмпирическими, и коэффициенты этих уравнений отыскиваются на основании результатов определений свойств почв в точках с различными значениями какого-либо определенного фактора (или другого свойства почв).

Функционально-аналитический метод имеет большие перспективы не только для изучения структуры почвенного покрова, но и для изучения многих других вопросов географии и генезиса почв. Можно надеяться, что в будущем применение функционально-аналитического метода в почвоведении станет значительно более широким.

IV. Методы логического анализа. Информационно-логический анализ позволяет установить количественные связи между факторами, почвами и почвенными комбинациями. Важными преимуществами этого метода является возможность многофакторного анализа — выяснения влияния ряда факторов на какой-то объект с установлением взаимного влияния факторов — и возможность проведения этого анализа на системах, где связи могут быть нелинейными, а факторы и объекты могут характеризоваться признаками не только количественными, но и порядковыми и даже не поддающимися упорядочению качественными признаками.

Примерами использования методов информационно-логического анализа (в модификации Ю. Г. Пузаченко — Пузаченко, Мошкин, 1969) могут служить публикуемые в настоящем томе статьи В. М. Фридланда и Е. К. Дайнеко и Л. О. Карпачевского. Не останавливаясь на основах и методике этого анализа, подчеркнем, что, его применение дает возможность значительно глубже, причем в количественном выражении, выявить связи между свойствами почв и факторами почвообразования, между различными факторами почвообразования, а также между разными свойствами почв. Это дает основание использовать метод не только для изучения структуры почвенного покрова, но и для исследования многих вопросов генезиса и географии почв.

Среди логических методов значительный интерес представляют метод крайних случаев — мысленное доведение системы до экстремального положения и анализ следствий. Так, можно увеличивать или уменьшать роль какого-то компонента в составе почвенного покрова, изменять какой-либо фактор почвообразования или несколько факторов и т. д. Этот метод особенно интересен для восстановления истории развития структуры почвенного покрова или для прогноза ее эволюции в естественных условиях и под влиянием деятельности человека.

Рассматривая, например, западинный комплекс в лесостепи, можно представить себе увеличение количества западин с дополнительно увлажняемыми почвами до полного их смыкания. Однако такое предположение нельзя считать реальным, так как смыкание западин ликвидирует водоразделы между ними, дополнительное увлажнение депрессий прекратится, и они приобретут режим нормального (климатического) увлажнения, и их почвы начнут эволюционировать в зональные. Отсюда следует вывод, что площадь западин с избыточно увлажняемыми почвами не может превышать какую-то определенную часть поверхности, зависящую от биоклиматических и литолого-геоморфологических условий. Детальный анализ этой проблемы позволит установить количественные границы для различных условий.

V. Стационарно-режимные методы. Эти методы, давно известные и широко применяемые в почвенных исследованиях, при использова-

нии для изучения структуры почвенного покрова требуют проведения одновременных наблюдений на всех (или основных, конструктивных) компонентах почвенных комбинаций. Такие исследования позволяют выяснить как механизм формирования отдельных компонентов, так и процессы взаимосвязи этих компонентов.

Этот метод применяется для изучения двух групп процессов.

Процессы, относящиеся к первой группе (водный, тепловой и газовый режимы), могут рассматриваться как обратимые, и почвы (а также почвенные комбинации) рассматриваются как стационарные системы. Представление этой динамики в качестве обратимого процесса не противоречит положению о том, что она представляет собой основу эволюции почв и почвенного покрова в целом.

Примером исследования режима почвенной комбинации может быть работа «Водный режим и баланс целинных почв полупустынного комплекса» (Роде при участии Польского, 1963), в которой рассмотрен водный режим как отдельных компонентов, так и всего комплекса в целом.

Процессы, относящиеся ко второй группе (миграции истинных и коллоидных растворов, суспензий и др. с осаждением этих веществ в определенной части профиля почвы), обратимы в значительно меньшей степени, и при их изучении (лизиметры, улавливание поглопителями-катионитами и анионитами и др.) почвы и структуры почвенного покрова рассматриваются как нестационарные системы. Исследования такого типа ведутся в настоящее время достаточно широко.

В качестве примера можно указать на работы И. С. Кауричева (1965 и др.), в которых рассмотрены главным образом процессы миграции железа в различных типах почв, а также в различных почвенных комбинациях.

Рассмотренные выше задачи и методы изучения структуры почвенного покрова являются частью общих задач почвоведения и тесно связаны с методами, применяющимися для изучения почв вообще и почвенного покрова в частности.

Вместе с тем они вносят новые аспекты как в задачи, так и в методы изучения географии и генезиса почв. Они дают новые количественные характеристики почв и особенно почвенного покрова, позволяют глубже понять их происхождение и закономерности пространственного размещения, а также более точно предсказать их эволюцию, что важно для оценки различных мелиоративных и других проектов, связанных с воздействием на почвы. В то же время эти исследования дают возможность объективно оценивать критерии классификации почв и их таксономическую значимость. Наконец, необходимо подчеркнуть, что исследование структуры почвенного покрова позволяют существенно уточнить учет и оценку земельных ресурсов.

Все это дает уверенность в актуальности рассматриваемых задач, в их теоретической и практической значимости.

ЛИТЕРАТУРА

- Важенин И. Г. Применение метода вариационной статистики в почвенно-агрохимических исследованиях.— Почвоведение, 1963, № 2.
- Герасимов И. П. Разделение Европейской части СССР на области и районы. В кн.: Почвы СССР, т. I. М.—Л., Изд. АН СССР, 1939.
- Годельман Я. М. Структура почвенного покрова и пути ее математического объяснения.— В кн.: Вопросы исследования и использования почв Молдавии, сб. V. Кишинев, 1969.
- Иванова Е. Н. и др. Некоторые итоги почвенных исследований в Прикаспийской низменности в 1951 г.— Почвоведение, 1952, № 1.
- Кауричев И. С. Особенности генезиса почв временного избыточного увлажнения.— Автореф. докт. дисс. М., 1965.

- Козловский Ф. И., Сорокина Н. П. Проблема почвенного индивидуума в связи с детальным изучением почвенного покрова.— Бюллетень Почв. ин-та им. В. В. Докучаева, вып. II, 1968.
- Маландин Г. А. Почвенные комплексы и их сельскохозяйственное значение. Пермь, 1934.
- Новиков П. М. Опыт крупномасштабного картирования почв.— Труды Почв. ин-та им. В. В. Докучаева, т. XXX. Изд. АН СССР, 1949.
- Овчинников Н. Ф. Принципы сохранения. М., «Наука», 1966.
- Пузаченко Ю. Г., Мошкин А. В. Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях.— Итоги науки, серия мед. геогр., вып. 3. М., Изд. ВИНТИ, 1969.
- Роде А. А. при участии М. Н. Польского. Водный режим и баланс целинных почв полупустынного комплекса.— В кн.: Водный режим почв полупустыни. М., Изд-во АН СССР, 1963.
- Сердобольский И. П. Варьирование химических свойств компонентов почв солонцового комплекса.— Труды Комиссии по ирригации АН СССР, вып. 9. М.—Л., Изд. АН СССР, 1937.
- Соколовский С. П. О варьировании величины некоторых показателей свойств почв в долине р. Кумы.— Почвоведение, 1966, № 1.
- Филатов М. М. Очерк почв Московской губернии. М., 1923.
- Филиппова В. Н., Сердобольский И. П. Варьирование химических свойств темно-каштановой почвы.— Труды Комиссии по ирригации АН СССР, вып. 10. М.—Л., Изд. АН СССР, 1937.
- Фридланд В. М. О структуре (строении) почвенного покрова.— Почвоведение, 1965, № 4.
- Фридланд В. М. О структуре почвенного покрова главных почвенных зон и подзон западной части Советского Союза.— Почвоведение, 1967, № 5.
- Фридланд В. М. Изображение почвенного покрова на картах и пути прогноза его изменений.— В кн.: Картографирование динамики географических явлений и составление прогнозных карт. Иркутск, 1968.
- Фридланд В. М. Элементарные почвенные ареалы как исходные единицы почвенно-географической таксономии и некоторые их производные.— В кн.: Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. М., «Наука», 1970.
- Фридланд В. М., Белобров В. П., Дайнеко Е. К. Опыт статистического анализа морфологических свойств черноземов целинной степи.— Почвоведение, 1969, № 4.
- Юодис Ю. К. О структуре почвенного покрова Литовской ССР.— Почвоведение, 1967, № 11.
- Юодис Ю. К. Некоторые итоги типологии сельскохозяйственных земель Литовской ССР.— В кн.: Материалы конференции, посвященной 10-летию Литовского филиала Всес. об-ва почвоведов. Каунас, 1969.
- Bertalanffy L. General system theory. General systems.— Yearbook of the Society for the Advancement of General System Theory. Vol. 1. Ann. Arbor. Michigan, 1956.
- Ruhe R. V. and Walker P. H. Hillslope Models and soil formation. I. Open Systems.— 9th Intern. Congr. of Soil Sci. Transactions, vol. IV, 1968.
- Walker P. H. and Ruhe R. W. Hillslope Models and soil formations. II Closed Systems.— 9th Intern. Congr. of Soil Sci. Transactions, vol. IV, 1968.

ПОЧВЕННЫЕ ОБЩНОСТИ И ЗОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

В. Р. Волобуев

На первых же этапах становления генетического почвоведения, наряду с выявлением большого разнообразия типов почв, был обнаружен и вполне закономерный характер их размещения на земной поверхности, что нашло отражение в формулировке В. В. Докучаевым (1899) законов горизонтальной и вертикальной зональности почв.

Дальнейшее познание почвенного покрова земной поверхности подтвердило реальность зонально закономерного размещения почв. Но вместе с этим была показана в общем довольно сложная картина характера смены зональных почв.

В связи с этим возникли предложения, авторы которых исходили из стремления уточнить или развить основные формулировки В. В. Докучаева о зональности почв.

Так, С. А. Захаровым (1934), В. В. Акимцевым (1926) были высказаны идеи об «инверсии», «интерференции» почвенных зон. И. П. Герасимов (1945) в качестве главной закономерности географии почв видит наличие на земной поверхности шести мировых почвенных поясов соответственно числу главных географических поясов. Внутри же этих главных почвенных поясов им предусматривается наличие внутриконтинентальных широтно-зональных «спектров». В. М. Фридландом (1951) выдвинуто представление об определенных структурах в вертикально-зональных сменах почв. Несмотря на то, что составление карт почвенных зон стало обычным элементом почвенных работ, принципы практического выделения почвенных зон оставались неясными.

Так, в одних случаях при практическом выделении зон принималось во внимание распространение основного «зонального» типа почв («Почвенно-географическое районирование СССР», 1962; Виленский, 1957). В других же случаях учитывалась повторяемость определенных сочетаний почв (Летунов, 1956).

Таким образом, есть основания считать, что, хотя зональное распределение почв на земной поверхности и являлось общепризнанной закономерностью, толкование сути этой закономерности, так же как и использование ее в практических работах, имело элементы известных расхождений в представлениях разных исследователей.

Автор в итоге своих почвенно-экологических исследований, в частности почвенно-климатических, пришел к заключению, что докучаевская идея о почвенных зонах как зонах, возникающих в результате взаимодействия главных факторов на земной поверхности, полностью подтвердилась.

Единственно, что требует уточнения, это представление Докучаева о широтном расположении почвенных зон, в котором сказались историческая неполнота знаний о действительной географии почв. На самом же деле почвенные зоны лежат и широтно, и меридионально, а также и в других положениях. Вместе с этим проведенные почвенно-экологические исследования позволили, как полагает автор, расширить понимание сути зональности. Прежде всего надо начать с того, что в зональном размещении почв на земной поверхности проявляются законы взаимодействия факторов среды, и, следовательно, более полное знание этих законов имеет непосредственное значение и для разъяснения фактической географии почв.

Далее, уже Н. М. Сибирцев (1951) указывал на топографическую изменчивость почв, и эти топографические смены «суть смены повторяющиеся». Г. Н. Высоцкий (1906) было замечено, что так называемые зональные почвы являются преобладающими лишь в той мере, в какой в рельефе преобладающими оказываются на равнинах нашей страны равнинные положения, а также отлогие покатости. С. С. Неуструев (1915) ввел представление о зональных или областных почвенных комбинациях (сочетаниях). Ландшафтно-геоморфологическая дифференциация почв была привлечена для объяснения закономерностей распределения почв различных рядов по водно-тепловому режиму в классификации И. П. Герасимова, А. А. Завалишина, Е. Н. Ивановой (1939). За рубежом получило широкое распространение представление о почвенных катенах, введенное Д. Милном (Milne, 1935—1936), по существу ничем не отличающееся от схем изменения почв по элементам местного рельефа Г. Н. Высоцкого.

Поэтому вторым важным условием дальнейшего, более углубленного понимания зональности должно быть объяснение закономерностей в повторяемости сочетаний почв на земной поверхности. Полезные

результаты для ответа на эти два основных вопроса дали почвенно-экологические исследования.

Исследованием распределения на земной поверхности наиболее распространенных почв в связи с климатическими условиями установлено, что зональное размещение почв связано с качественно различными градиациями в постепенном (градиентном) изменении гидротермических условий. Эта связь в наиболее общем виде была выражена в полученной автором гидротермической системе. Последняя дает возможность использовать климатические данные для нахождения действительного положения почвенных зон в той или другой части суши (Волобуев, 1963).

Рассмотрение сопряженности типов почв с отдельными градиациями по теплу и влаге, так же как и изменения в связи с этими факторами содержания в почвах гумуса, CO_2 извести, величины pH, привело к заключению, что все почвенное многообразие подразделяется на определенное число главных совокупностей, названных автором почвенными общностями (Волобуев, 1963). Почвенные общности являются наиболее крупными эколого-генетическими группами почв — группами, объединяющими генетические типы одного парагенезиса.

Но весь ход анализа почвенно-климатических соотношений, сложившихся на обширных пространствах земной поверхности, давал также основания и для второго кардинального вывода, что почвенные общности являются генерализованным выражением главных географических закономерностей в структуре почвенного покрова континентов.

В самом деле система почвенных общностей с ее радиационными или гидротермическими координатами явно свидетельствует, что группы почв, входящих в общности, распределяются на земной поверхности в соответствии с градиентно изменяющимися по ней радиационными условиями — радиационным балансом (R) и полнотой его использования (a) или же с эквивалентными им условиями температур и увлажнения.

Установленная связь почв разных общностей с градиентно изменяющимися факторами среды дает право заключить, что почвенные общности в их сопряженности с гидротермическими и фито-условиями выражают в наиболее общем виде зональные соотношения, существующие на земной суше, — зональные комплексы. Но почвенные общности не эквивалентны зональным комплексам. Почвенные зоны и зональные почвенные комплексы географически конкретны, это географические категории. Почвенные же общности представляют собой генетическое обобщение, отражающее наиболее общее и существенное, что присуще всем соответствующим зональным комплексам в каждом их конкретном выражении.

Другими словами, почвенные общности и почвенные зоны, хотя и имеют в виду одно и то же природное явление — пространственное распределение почв, — понятия разного порядка: почвенные общности — понятие типологическое, тогда как почвенные зоны — региональное выражение географии главных типических сочетаний почв.

Рассмотренный материал и сущность понятия почвенных общностей дают основания и для решения задачи перехода от системы почвенных общностей к ее региональному выражению — почвенным зонам. Прежде всего надо располагать основаниями для определения принадлежности конкретных почв к одной из установленных общностей. Для этой цели можно воспользоваться или набором определенных признаков для выяснения вопроса, к какой общности принадлежит та или другая почва, или же исходить из более или менее полного перечня почв, входящих в выделенные общности.

Основания для решения о принадлежности некоторой почвы к той или иной почвенной общности по признакам почв дает, в несколько схематизированном виде, табл. 1. Ответ же на вопрос, какие почвен-

Т а б л и ц а 1

Основные энергетические параметры и главные характеристики вещественного состава почв установленных общностей

Почвенные общности	Энергетические параметры		рН почв в слое 0—20 см	Среднее содержание гумуса в слое 0—20 см		Среднее содержание минеральных веществ в слое 0—100 см, %			
	радиационный баланс (R), ккал см²/год	полнота использо- вания радиацон- ной энергии, а		%	m/ga	CO₂ (изв.сти)	SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃
1. Тундровая	<6	0,53—0,70	<4,0	1,5—10,0	<20	—	65—70	с10	~6
2. Холоднодерновая	6—12	0,53—0,70	4,0—7,0	2—3	40—100	1—5	65—70	с10	~6
3. Лесотундровая	6—12	>0,70	<4,0	2—10	<50	<0,5	70—75	с10	5—6
4. Светлоземная	45—60	<0,15	>8,5	<1,5	<60	>8	>60	<10	<6
5. Сероземная	45—60	0,15—0,32	>8,5	1,5—2,0	60—150	5—7	60—65	10—12	~6
6. Каштановоземная	15—69	0,32—0,53	7—8	2—4	150—300	5—6	65—70	10—12	~6
7. Черноземная	15—69	0,53—0,70	6,5—7,5	4—8	300—700	2—5	65—70	10—12	4—5
8. Дерново-подзолистая	6—69	>0,70	4—6	2—10	50—200	0,2—1,0	65—70	12—15	<4
9. Коричневоземная	52—69	0,53—0,70	5,5—7,0	2,5—6,0	150—250	0,2—2,0	60—65	17—20	6—9
10. Желтоземная	52—69	>0,70	4,0—5,5	4—10	150—200	<0,2	65—70	18—25	8—18
11. Пустынно-тропическая	>60	<0,15	>8	<1,0	<20	>10	>60	<10	<6
12. Светло-красноземная	>60	0,15—0,32	7—8	0,5—1,5	20—50	>10	>60	10—14	~6
13. Сухосаванная	>60	0,32—0,53	6—7	1,5—2,0	50—100	0,2—2	>60	15—17	6—7
14. Красно-буроземная	>60	0,53—0,70	5,5—6,5	2—3	100—200	<0,2	50—60	18—22	7—12
15. Красноземная	>60	0,70	4,5—5,0	3—10	150—250	<0,1	40—50	>25	12—25

ные типы относятся к той или другой общности, дает перечень почвенных типов, представленный в табл. 2.

Но использование всех этих подходов, вытекающих из самого понятия почвенной общности, возможно при наличии обширных и разнообразных фактических данных о географии почв и об их вещественном составе, например, для такой детально изученной территории, как территория Азербайджанской ССР (Волобуев, 1962).

Но более простым и вместе с тем вполне удовлетворительным методом для выявления пространственного распределения почв разных общностей и, следовательно, для установления размещения главных почвенных зон, является метод предварительного составления карт почвенных термозон и гидрозон. Этот метод вытекает из основного вывода о сопряженности почвенных общностей с градиентно изменяющимися условиями тепла и влаги.

Связи почв с определенными градациями тепла и влаги исследовались или методом почвенно-климатических ареалов, или составлением коррелятивных таблиц. И на этой основе почвы относились к той или другой градации тепла или влаги, а объединение контуров соответствующих групп почв приводило к картам почвенных термозон и гидрозон.

Таким образом, почвенные термо-и гидрозоны являются уже не климатическими картами, а картами, отражающими распределение почв с определенной однокачественностью в отношении условий гумусообразования, выщелоченности, интенсивности реакций минеральных преобразований и др.

Затем, зная, с одной стороны, с какими качественными градациями тепла или влаги сопряжены те или другие почвенные общности, и с другой — состав почв, входящих в соответствующие общности, отыскивается пространственное расположение почвенных зон. Таким путем было произведено расчленение почвенного покрова по почвенным зонам на примере Кавказа, Евразии, Африки, Северной и Южной Америки, Австралии. В конечном итоге составлена карта почвенных зон Мира.

Так, на пространстве Евразии (Волобуев, 1960) в направлении с севера к экватору последовательно сменяются зоны: тундровая, лесотундровая, дерново-подзолистая, черноземная, каштановоземная; в центре континента лежит пустынная зона, окаймленная сероземной зоной. Далее к югу лежат зоны коричневоземная, желтоземная, красноземная. В отдельных частях континента выделены почвы зон саванновой, сухосаванновой, а на севере еще и холодно-дерновой. Столь же закономерная смена зон выявлена и на пространстве Африки, особенно к югу от Сахары: пустынно-тропическая, светло-красноземная, сухосаванновая, красно-буроземная, красноземная.

Весьма примечательно то, что примененный в отношении Евразии и Африки метод эколого-генетического анализа почвенного покрова, приведший к установлению присущих им зональных структур почвенного покрова, оказался с полным успехом приложимым и к почвенному покрову Кавказа, т. е. для гораздо меньшей территории. Здесь, начиная от высокогорных областей, выделены тундровая и холодно-дерновая, дерново-подзолистая, коричневоземная, черноземная, каштановоземная, сероземная, желтоземная зоны.

Опыт зонального расчленения почвенного покрова Кавказа с учетом почвенных общностей имеет и принципиальное значение, поскольку он иллюстрирует приложимость рассматриваемых принципов и для территорий с вертикальной почвенной зональностью.

Попутно заметим, что почвенные зоны, выделяемые с учетом концепции почвенных общностей, в ряде случаев могут оказаться совпадающими с почвенными зонами, устанавливаемыми на основе распространения главного, «зонального» типа почв, но могут и расходиться

Таблица 2

Распределение выявленных генетических типов почв по почвенным общностям *

<i>1. Тундровая</i>		K6.5	— Каштаново-луговые (Е, К)
A1.1	— Арктические пустынные (Е, Са)	K6.6	— Каштаново-лугово-лесные (Е)
A1.2	— Морозно-каменниковые (Е, К)	K6.7	— Перегнойно-болотные карбонатные (Е)
T1.2	— Тундрово-дерновые (СА)	L6.2	— Сero-коричневые слитые (К)
Z1.2	— Тундровые глеевые (Е, К)	M6.3	— Терра-росса (Е, СА)
Z1.3	— Тундровые глеево-подзолистые (Е)	R6.2 (3)	— Сero-коричневые остепненные (К, СА, ЮА)
Z1.9	— Тундровые торфяно-глеевые (СА)	R6.3	— Сero-коричневые (Е, К, СА)
G1.2	— Тундровые поверхностно-глеевые (Е, СА)	Э6.10	— Солончаки гипсовые (Е)
П1.9	— Тундровые торфянистые (Е, К)	<i>7. Черноземная</i>	
<i>2. Лесотундровая</i>		B7.2	— Солонцы черноземные (Е)
T2.3	— Гумусово-железистые подзолы (Е)	K7.2	— Черноземы (Е, К, СА, ЮА)
Z2.3	— Глеево-подзолистые (СА)	K7.3	— Темно-серые лесные (Е, СА)
Z2.5	— Луговые лесотундровые (СА)	K7.5	— Черноземно-луговые (Е, К, СА)
Z2.9	— Торфяно-глеевые (Е)	L7.2	— Черноземы слитые (Е, К)
<i>3. Холоднодерновая</i>		N7.2 (3)	— Бруниземы (СА)
T3.2	— Холоднодерновые (Е, К, СА, ЮА)	N7.3	— Серые лесные (Е, К, СА, ЮА)
T3.3	— Холоднолугово-лесные (К)	T7.3	— Серые лесные оподзоленные (Е, К)
П3.9	— Холоднолугово-торфянистые (Е, К)	Л7.3	— Солоди черноземные (Е, СА)
<i>4. Светлоземная</i>		П7.7	— Перегнойно-глеевые (К)
A4.1	— Светлоземы песчаные (Е)	П7.9	— Плавневые торфяники (К)
A4.1	— Такырные почвы (Е)	<i>8. Дерново-подзолистая</i>	
C4.2	— Сero-бурые (Е)	J8.3	— Перегнойно-карбонатные (Е, К)
F4.2	— Светлоземы (Е, СА)	N8.2	— Лугово-черноземновидные (К)
F4.3	— Саксаульниковые почвы (Е)	P8.3	— Темно-бурые лесные (насыщенные) (К)
O4.2	— Сero-бурые бескальциевые (СА)	T8.2	— Лугово-дерновые ненасыщенные (К)
<i>5. Сероземная</i>		T8.3	— Дерново-подзолистые (Е, К, СА)
A5.1	— Прimitивно-песчаные (Е, СА)	T8.5	— Дерново-глеевые (Е, СА)
A5.1	— Сероземы такыровидные (Е, К)	U8.2 (3)	— Вторично-дерновые выщелоченные (СА)
B5.2	— Солонцы сероземные (Е, К)	U8.3 (2)	— Лугово-последесные (К)
C5.2	— Сероземно-бурые (Е, К)	U8.3	— Бурые лесные (Е, К, СА, ЮА)
F5.2	— Сероземы (Е, К, СА, ЮА)	W8.3	— Подзолы (Е, СА, ЮА)
K5.2	— Бурые пустынно-степные (К, ЮА)	G8.3	— Бурые параподзолистые (К)
K5.8	— Сероземно-луговые (Е, К, СА)	П8.7	— Перегнойно-торфяные (Е, СА)
K5.6	— Тугайные (Е, К)	П8.9	— Торфяно-болотные (Е)
O5.2	— Сероземно-бурые бескальциевые (ЮА)	Э8.10	— Кварцевые земли (Е)
П5.7	— Иловато-болотные карбонатные (Е, К)	<i>9. Коричневоземная</i>	
Э5.10	— Солончаки хлоридно-сульфатные (Е, К, СА)	B9.2	— Солонцы субтропические (А)
<i>6. Каштановоземная</i>		J9.3	— Коричневые остаточнок-карбонатные (Е)
B6.2	— Солонцы сухостепные (Е, К)	K9.6	— Коричнево-лугово-лесные (К)
B6.5	— Солонцы лугово-степные (К)	L9.2	— Коричневоземы слитые (К, А)
F6.2	— Темно-сероземы (Е, К)	L9.4	— Смолницы (Е, К, СА, ЮА)
F6.3	— Светло-коричневые (К, СА)	M9.2	— Пара-терра-росса (Е, ЮА, А)
K6.2	— Каштановые (Е, К, СА, ЮА)	R9.2	— Коричневоземы (К, СА, ЮА)
		R9.3	— Коричневые (лесные) (Е, К, СА, А)
		R9.5	— Коричнево-луговые (Е, К, СА)
		R9.6	— Коричнево-лугово-лесные (Е)

Таблица 2 (окончание)

У9.2 — Желто-коричневые (К, ЮА)	13. Сухосаванная
У9.2 — Темно-коричневые деградированные (Е, К, А)	К13.5 — Луговые ариднотропические (Е)
10. Желтоземная	К13.6 — Тугайные ариднотропические (Е)
Т10.3 — Подзолистые субтропические (К)	Л13.4 — Чернолуговые сухосаванные (А)
Т10.6 — Желтоземно-глеевые (Е, К, Са)	Р13.2 — Феррсиаллитные сухосаванные (А)
У10.3 — Желтоземы (Е, К, Са, ЮА, А)	В13.2 — Красно-бурые сухосаванные (Е)
У10.2 — Руброземы (ЮА)	Р13.2 — Ферросиалитно-песчаные (А)
В10.3 — Красноземы субтропические (Е, К, Са, ЮА, А)	П13.10 — Солончаки узар (Е)
Г10.3 — Желтоземы параподзолистые (К, Са)	14. Красно-буроземная
Б10.3 — Желтоземоаллиты (Е, К)	К14.5 — Луговые саванные (Е)
П10.7 — Иловато-болотные выщелоченные (К, Са)	К14.6 — Лугово-лесные тропические (Е)
П10.9 — Торфяноболотные субтропические (К)	Л14.2 — Черные тропические (Е, А)
11. Пустынно-тропическая	Л14.4 — Черно-луговые саванные (А)
А11.1' — Пустынно-каменниковые (Е, А)	Р14.3 — Красно-коричневые саванные (Е, ЮА, А)
А11.1" — Краснопески (Е, А)	В14.2 — Красно-бурые саванные (А)
А11.1''' — Такырные тропические (А)	Ж14.3 — Аллиты насыщенные (ЮА)
В11.2 — Солонцы пустынно-тропические (А)	Д14.6 — Глеево-опесчаненные лугово-лесные (ЮА)
Д11.2 — Почвы рэгов (А)	ДР14.3 — Латеритизированные опесчаненные (ЮА, А)
Ф11.2 — Светлоземы пустынно-тропические (А)	15. Красноземная
Ф11.5к — Культурно-поливные оазисов (А)	К15.5 — Луговые влажнотропические (Е)
Т11.2 — Красно-пустынные (А)	К15.6 — Лугово-лесные влажнотропические (Е)
К11.5 — Луговые пустынно-тропические (Е, А)	Л15.4 — Маргаллитные почвы (Е)
М11.2 — Желто-бурые подпустынные (А)	В15.2 (З) — Красные саванные (Е, Са, А)
Э11.10 — Шотты и себхас (солончаки, гипс) (А)	В15.3 — Красноземы влажнотропические (Е, Са, ЮА)
12. Светло-красноземная	В _л 15.3 — Красноземо-латериты (А)
К12.5 — Луговые ариднотропические (Е, А)	ВР15.4 — Красноземы гумусные (А)
Л12.4 — Черные луговатые ариднотропические (А)	ВБ15.3 — Красно-желтые (ЮА)
М12.2 — Бурые субсаванные (Е, А)	З15.6 — Гумусово-глеевые влажнотропические (ЮА)
Р12.3 — Красно-бурые выщелоченные (А)	Б15.3 — Латосоли каолиновые (ЮА, А)
	Бл15.3 — Аллитно-латеритные (Е, А)
	Д15.3 — Латосоли опесчаненные (ЮА, А)
	Д15.5 — Глеево-песчаные (Са)
	Д15.6 — Отбеленные лугово-лесные (ЮА)

* Индекс перед наименованием почвы — ее положение в классификации автора; цифра после буквы — номер общности. Индексы в скобках после наименования почвы — где данная почва выделена на мелкомасштабных картах: Е — Евразия; К — Кавказ; А — Африка; Са — Сев. Америка; ЮА — Южная Америка.

с ними. В этих случаях мы имеем не выражение противоречия, а соотношение между менее полным знанием и знанием более полным. Поскольку зоны, выделяемые описанным путем, отвечают основным совокупностям — почвенным общностям, есть основание эти зоны называть главными почвенными зонами. Наряду с этим представление о почвенных общностях открывает возможности для еще более пол-

ного выяснения действительного многообразия почвенного покрова и разъяснения его генезиса.

Из развитой здесь концепции следует, что представленные в табл. 2 составы почв по общностям и выделяемые на картах почвенные зоны органически связаны и представляют собой разные формы выражения закономерностей распределения почв на земной поверхности. В каждом отдельном отрезке почвенной зоны оказывается представленной некоторая часть почвенных типов, входящих в ту или другую почвенную общность. В перечне же типов по почвенным общностям по каждой общности названы типы, где-либо встреченные в соответствующих почвенных зонах разных континентов.

Но значение перечня типов по почвенным общностям не исчерпывается простым отражением многообразия почв, представленного в главных почвенных зонах. Разбор генетических соотношений между типами, входящими в ту или другую почвенную общность, позволяет глубже понять состав почвенных типов в каждой конкретной зоне, облегчает задачу полнее представить действительное многообразие почвенного покрова зон в отдельных частях суши.

Однако полный состав почвенных типов по каждой почвенной общности выясняется не только из анализа фактического разнообразия почвенного покрова, устанавливаемого почвенными съемками, но и вытекает из предложенной классификационной системы почв (Волобуев, 1963).

Из системы главных типов почв мира, из анализа закономерностей изменения pH, а также содержания гумуса и извести в почвах (по CO₂), в связи с гидротермическими и энергетическими условиями, следует, что различия почв внутри общностей обуславливаются развитием почв на разных породах и разными стадиями развития от первых фаз разрушения породы через рухляк до сформированной почвы с присущими ей генетическими горизонтами. Затем надо допустить в каждой из совокупностей наличие представителей, отражающих смену лесной и дерново-степной, луговой, болотной, солончаковой стадий почвообразования.

Классификационная система позволяет представить, какие еще в данных биоклиматических условиях могли быть развиты почвенные типы. Это дает возможность увидеть действительное многообразие почв, а не только «наиболее распространенные» почвы. В итоге можно сказать:

1) введение понятия о почвенных общностях позволяет произвести типизацию почвенных групп наиболее высокого уровня, как парагенетических семейств или парагенетических рядов развития;

2) система почвенных общностей выражает в наиболее генерализованном виде почвенно-зональные соотношения, проявляющиеся на земной поверхности в виде местных зональных смен (широтных, меридиональных, вертикальных);

3) концепция почвенных общностей не только создает единую основу для расчленения почвенного покрова суши на главные зоны, но позволяет самым непосредственным образом использовать классификационную систему почв для более глубокого понимания действительного разнообразия почвенного покрова.

ЛИТЕРАТУРА

- Акимцев В. В. Об инверсии почвенных зон на Кавказе.— Почвоведение, 1926, № 2.
Виленский Д. Г. Задачи и принципы почвенного районирования СССР.— Вестник МГУ, серия биол., почв., геол., геогр., 1957, № 3.
Волобуев В. Р. Почвенные зоны Евразии.— Изв. АН СССР, серия биол., 1960, № 4.
Волобуев В. Р. Эколого-генетический анализ почвенного покрова Азербайджана. Баку, Изд-во АН Азерб.ССР, 1962.

- Волобуев В. Р. Экология почв (очерки). Баку, Изд-во АН Азерб.ССР, 1963.
- Высоцкий Г. Н. Об ороклиматических основах классификации почв.— Почвоведение, 1906, № 1—4.
- Герасимов И. П. Мировая почвенная карта и общие законы географии почв.— Почвоведение, 1945, № 3—4.
- Герасимов И. П., Завалишин А. А., Иванова Е. Н. Новая схема общей классификации почв СССР.— Почвоведение, 1939, № 7.
- Докучаев В. В. Доклад профессора В. В. Докучаева Закавказскому статистическому комитету об оценке земель вообще и Закавказья в особенности. Почвенные, горизонтальные и вертикальные зоны. Тифлис, 1899.
- Захаров С. А. Вертикальная зональность почв на Кавказе.— Почвоведение, 1934, № 6.
- Летунов П. А. Принципы комплексного природного районирования в целях развития сельского хозяйства.— Почвоведение, 1956, № 3.
- Неуструев С. С. О почвенных комбинациях равнинных и горных стран.— Почвоведение, 1915, № 1.
- Почвенно-географическое районирование СССР. М., Изд-во АН СССР, 1962.
- Сибирцев Н. М. Избранные сочинения. Том. 1. М., Сельхозгиз, 1951.
- Фридланд В. М. Опыт почвенно-географического разделения горных систем СССР.— Почвоведение, 1951, № 9.
- Milne G. A soils reconnaissance journey through parts of Tanganyika territory.— J. Ecol., XII, 1935, to 12; 1936, to 13.

ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ВАРИИРОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА¹

В. М. Боровский

Почвам свойственна большая изменчивость, что отмечалось всеми почвоведомы начиная с В. В. Докучаева. Изменчивость, связанная с микрорельефом, характером материнских пород, растительностью и т. д., получила свою характеристику в понятиях комплексов и сочетаний почв, а у зарубежных авторов — ассоциаций в США (Келлог), катены во Франции и Англии (Мильн).

Однако почвы в отличие от растений, животных, минералов не имеют ясно очерченных границ, и в определенных пределах почвенные показатели изменяются на самых малых расстояниях под влиянием разнообразных причин. Это вызывало необходимость определить наименьший объем, который может быть назван почвой некоторого данного вида или разновидности.

Согласно Л. И. Прасолову (1927), «теоретическим пределом почвенной съемки является почвенный индивидуум, т. е. небольшое пространство, которое пересечено почвенным разрезом» (стр. 115). В США наименьший объем, который может быть назван почвой, занимающий площадь от 1 до 10 м², получил название педон (Soil Classification, 1960).

Очевидно, что такое определение совершенно недостаточно, так как в пределах одного разреза (или площадки в 1 м²) можно фиксировать ряд подчас даже существенных изменений почвы. Кроме того, если выделить такие почвенные индивидуумы, то их совершенно невозмож-

¹ В сборе и обработке фактических данных по программе автора принимали участие сотрудники и аспиранты Института почвоведения АН Каз.ССР — Г. Д. Коврижных (Қазалинский массив), Ю. М. Попов (Қзыл-Ординский массив), В. А. Жукова (массив Тые-Мойнак), Т. Н. Воинова (низовья р. Или), Ж. У. Аханов (низовья р. Чу). Всем товарищам, оказавшим помощь в сборе материалов и подготовке настоящего доклада, автор выражает благодарность.

но фиксировать на почвенных картах, какой бы крупный масштаб ни применялся. В. М. Фридланд (1965, стр. 18), учитывая недостаточность приведенного определения, ввел понятие элементарного почвенного ареала (ЭПА) как некоторой территориальной единицы с почвами, относящимися (в гомогенных ЭПА) к какой-либо одной классификационной единице наиболее низкого ранга, занимающей пространство, со всех сторон ограниченное другими элементарными почвенными ареалами или непочвенными образованиями. По его собственному признанию, ЭПА близко к американскому понятию «полипедон».

С этим предложением В. М. Фридланда можно согласиться, однако внутри такого элементарного почвенного ареала свойства почвы не одинаковы в разных его местах, и возникает вопрос, по каким показателям и какими методами следует характеризовать свойства почвы выделенного элементарного почвенного ареала. Это особенно относится к такому мобильному показателю, как засоленность.

При исследовании почв низовьев Сырдарьи в 1945—1952 гг. было выявлено чрезвычайно значительное варьирование показателей засоленности на малых расстояниях (0,5 м) на небольших почвенных площадках, внешне казавшихся совершенно однородными и безусловно удовлетворяющими определению «элементарного почвенного ареала».

Эти наблюдения позволили сделать ряд важных выводов:

1. Во всех засоленных почвах исследованной территории максимум соленакопления сосредоточен в самых верхних горизонтах почвы. В солончаках в верхнем 0,5 м слое содержится 40% (а в слое 0—20 см — 18%), в аллювиально-луговых солончаковых почвах — 61%, в лугово-болотных — 44% солевого запаса двухметровой почвенной толщи (Боровский, Погребинский и др., 1959, т. 2, стр. 234). В аллювиально-луговых солончаковых тугайных почвах в слое 0—20 см содержится свыше 52% солевого запаса метровой толщи (там же, стр. 235, табл. 95).

2. Варьирование степени засоления солончаков в слое 0—10 см имеет очень широкие пределы — от 1 до 23% (там же, стр. 54, табл. 22).

Несмотря на то что обследованные почвы могут быть отнесены к классификационному подразделению солончаков (т. е. содержат более 1% солей) и должны быть определены как «элементарный почвенный ареал», однако степень их засоления сильно варьирует на самых незначительных расстояниях. Поэтому, хотя характеристика по единичному разрезу и позволяет отнести их к определенному классификационному подразделению, мелиоративная их оценка предполагающая, например, расчет промывок, крайне затруднительна и может быть по одному разрезу глубоко ошибочной.

Не меньшие трудности возникают при попытках определить динамику солей в таких почвах на стационарах путем последовательного отбора проб по сезонам (или иным периодам), так как пространственное варьирование содержания солей очень велико и на этом фоне очень трудно обнаружить изменение содержания солей во времени.

Такие же трудности возникают при агрохимической характеристике почв как следствие значительного пространственного варьирования содержания в почвах гидролизующего азота и подвижного фосфора и калия (Важенин, 1963).

Ввиду этого И. Г. Важенин (1963, стр. 54) считает допустимым принять относительную точность оценки среднего в 10% при достоверной вероятности в 90%.

К числу значительно варьирующих свойств относится также влажность почвы. обстоятельное исследование этого вопроса и обобщение относящейся к нему литературы выполнены А. А. Роде (1960, стр. 42).

Он пришел к выводу, что влажность почвы более значительно варьирует в верхнем метровом слое и значительно меньше на большей глубине. В связи с этим характеристика влажности должна производиться с определенной повторностью, которую он считает необходимым определить статистическим методом. «В качестве самой общей приержки» он советует определять влажность верхнего метрового слоя в 5-кратной повторности, а более глубоких слоев — в 3-кратной. Повторности необходимы независимо от метода определения влажности, т. е. если вместо отбора проб для весового определения применяются стационарные приборы, то должны быть выставлены несколько приборов в соответствии с установленной необходимой повторностью. Такая повторность может обеспечить погрешность в оценке средней влажности около $P=10\%$ с вероятностью 90%. Ссылаясь на исследования П. А. Некрасова, степень точности в 5% А. А. Роде считает практически недостижимой, так как это потребует очень большого числа проб.

Интересное исследование варьирования почвенных показателей выполнил С. П. Соколовский (1966) в пойме р. Кумы на орошаемом винограднике на луговой глинистой незасоленной почве с глинистой подпочвой и грунтовыми водами глубже 7 м.

По его данным, для влажности коэффициент вариации v плавно изменялся от 16,7—16,2% для слоя 0—10 см до 3,10—2,55% для слоя 90—100 см. Искомая повторность при уверенности суждения $W=90\%$ составила от 10 вверху до 2—3 внизу исследованного слоя (0—100 см). Коэффициент вариации объемного веса варьировал от 2,5 до 8,6%, а искомая повторность при той же уверенности суждения составила 3—4. Для содержания солей коэффициент вариации колебался от 8,8 до 44,5% без какой-либо прочно установленной закономерности по слоям, но все же можно видеть, что он возрастал в почвах, где солей больше. Искомая повторность при уверенности суждения 90% составила от 4—8—10 до более 30 проб. Автор считает, что при отборе из 37 точек сходимость вполне удовлетворительная, и рекомендует изучение с названной повторностью (37 точек).

В. В. Медведев (1966) статистически обработал данные по определению водно-физических свойств темно-каштановых и черноземных почв Украины.

По всем сравниваемым свойствам черноземов коэффициент вариации имеет колебания от 23 до 65%. При определении водопроницаемости найдено, что коэффициент вариации колеблется около 20%. Автор пришел к выводу, что наименьшее число повторностей составляет 16, это практически неосуществимо. Пренебрегая учетом вероятности, число повторностей можно снизить до 5 (Медведев, 1966, стр. 84), что, по нашему мнению, совершенно неприемлемо.

Значительно ранее детальный анализ варьирования свойств компонентов солонцовых комплексов и темно-каштановых почв выполнили И. П. Сердобольский (1937), В. Н. Филиппова и И. П. Сердобольский (1937) для Заволжья. Они установили, что в темно-каштановых почвах на небольших делянках все химические показатели значительно варьируют. Наиболее варьирующей величиной оказалось содержание хлоридов (v до 65%), меньше варьирует содержание гумуса (v от 7 до 17%). В солонцах и особенно солонцеватых почвах все химические свойства сильно варьировали, и для получения результатов с точностью в 10% требуется производить отбор от 36 до 144 проб.

Авторы пришли к выводу о необходимости учета варьирования почвенных показателей и изучения почв путем отбора многократных проб. Одновременно они доказали, что эта изменчивость показателей является именно варьированием свойств почвы и не может быть объяснена аналитическими ошибками.

Из всего изложенного видно, что оценка степени засоленности почв и изучение водно-солевого режима требуют применения вероятностных методов. Прежде всего должны быть выяснены показатели, характеризующие степень варьирования определяемых свойств почвы (v , σ), количество минимально необходимых проб и степень достоверности исследования.

В литературе можно найти различные подходы к оценке необходимого числа повторностей (Митропольский, 1961; Важенин, 1963; Дмитриев, 1966, и др.). Нами был использован метод, описанный М. П. Алтуниным (1947).

В целях изучения варьирования показателей засоленности почв в 1966 г. в Казалинском районе Кызыл-Ордынской области на территории современной дельты Сырдарьи были заложены шесть экспериментальных площадок. На каждой из них проведено подробное обследование почв, растительности, заложен один основной разрез, собрано по 40 проб с глубины 0—5 и 5—10 см, т. е. из горизонтов максимального соленакопления. Кроме того, собраны смешанные пробы с глубины 0—10 см со всех 40 точек из тех же прикопок.

Каждая из площадок располагалась внутри контура той или иной почвы, т. е. внутри контура «элементарного почвенного ареала».

Основной разрез заложен в центре площадки классическим методом, т. е. в характерном месте по субъективному выбору почвовода. Точки отбора проб заложены на всей исследуемой площади в 25 га по углам прямоугольников со сторонами 50 и 100 м с полным исключением всякого субъективного подхода к определению их местоположения. В каждой точке пройдены буром скважины на глубину 150 см.

Статистическая обработка результатов анализа водной вытяжки из проб, собранных на площадках в Казалинском районе, а также расчет числа проб, соответствующего заданной доверительной вероятности, приведены в табл. 1.

Проведенный дополнительно анализ вариабельности состава солей для каждой из площадок (раздельно для каждой из глубин отбора проб) графическим методом показал, что вариабельность распространяется не только на общее содержание солей, но и на их качественный состав, причем это последнее варьирование имеет разный характер не только по площадкам, но и по глубинам.

Так, например, на площ. 6 (солончак) в пробах с глубины 0—5 см по мере возрастания плотного остатка относительно (и абсолютно) увеличивается содержание хлористого натрия, а в пробах с глубины 5—10 см — сернокислого натрия. На площ. же 5 (солончак) для глубин 0—5 и 5—10 см наблюдается очень резкое относительное нарастание содержания хлористого натрия по мере увеличения плотного остатка. На площадках 3 (аллювиально-луговая) и 4 (болотно-луговая) по мере роста плотного остатка содержание хлоридов и сульфатов натрия и магния увеличивается пропорционально плотному остатку на двух исследованных глубинах без существенных изменений в их соотношении, которое составляет приблизительно 1 : 1. На площ. 1 (болотно-луговая) смешанный тип соленакопления для глубины 0—5 см сменяется более ясно выраженным сульфатным для глубины 5—10 см, причем относительное преобладание сульфатов резко увеличивается в пробах с более высоким содержанием плотного остатка.

Из табл. 1 видно, что рекомендуемая многими авторами точность определения плотного остатка ($W=0,90$, $P=10\%$) в почвах Казалинского района практически недостижима, так как требует отбора многих десятков (до 200 и более) проб. В нашем случае при отборе проб из 40 точек мы получаем среднее арифметическое суммы солей с точностью значительно ниже принятой в биологии и опытной деле. Сопоставление анализов средней пробы и среднего арифметического

Таблица 1

Варьирование показателя засоленности (суммы солей, %) на экспериментальных пло

№ площадки и название Почва	Глубина образцов, см	Число взятых проб	Показатели засоленности (сумма солей), %				Коэффициент вариации, %	Среднее квадратическое отклонение, %
			минимум	максимум	среднее арифметическое, М	анализ смешанной пробы; в знаменателе среднее арифметическое (для слоя 0—10 см)		
1. Болотно-луговая солончаковая суглинистая	0—5	39	0,16	4,16	1,88	<u>1,27</u>	50	0,94
	5—10	40	0,14	3,89	1,12	<u>1,49</u>	66	0,74
2. Аллювиально-луговая солончаковая супесчаная	0—5	40	0,10	5,74	2,18	<u>1,85</u>	72	1,57
	5—10	40	0,11	4,46	1,56	<u>1,87</u>	67	1,06
3. Аллювиально-луговая солончаковая суглинистая	0—5	40	0,12	5,96	1,05	<u>1,03</u> <u>0,97</u>	88	0,92
	0—5	40	0,16	7,77	2,59	<u>1,33</u>	63	1,63
4. Болотно-луговая солончаковая суглинистая	5—10	40	0,13	4,30	1,23	<u>1,91</u>	87	1,07
	0—5	40	1,08	24,26	11,34	<u>9,91</u>	54	6,13
5. Солончак легкосуглинистый, вторичный	5—10	40	0,54	16,86	5,5	<u>8,42</u>	47	2,57
	0—5	25	1,81	13,62	5,6	<u>—</u>	54	3,03
6. Солончак легкосуглинистый вторичный	5—10	25	1,89	14,29	7,47	<u>6,53</u>	37	2,78

по площадкам показало, что расхождение между этими величинами (выражено в процентах к среднему арифметическому) не имеет связи с вариабельностью засоления, а обусловлено исключительно методическими погрешностями: неравномерностью отбора проб, навесок для анализа и аналитическими ошибками. Как видим, они только в двух случаях из пяти в пределах допустимой ошибки, в трех случаях они чрезмерно велики, а в одном из них достигают $\frac{1}{3}$ части определяемого показателя. Таким образом, очевидно, что отбор средней пробы вносит свою дополнительную ошибку, которая может достигать значительной величины. Эту операцию необходимо осуществлять с очень большой тщательностью.

В том же 1966 г. в июне на стационарных площадках Кзыл-Ординского массива орошения была произведена многократная выборка проб и их аналитическая обработка для статистического анализа вариабельности засоления. Пробы отбирались с глубины 0—10 и 10—20 см по двум пересекающимся перпендикулярным линиям (пересечение в центре обследуемой площади) через каждые 0,5 м. На площ. 8 собрано по 60 проб с каждой из глубин. На площадках 11, 12, 14 собрано по 40 проб.

Оказалось (табл. 2), что только на площ. 8 на лугово-болотной орошаемой почве при доверительной вероятности 0,90 и $P = 10\%$ можно ограничиться отбором 8 проб. На других площадках для этого требуется осуществить отбор десятков проб.

Так же, как и на Казалинском массиве, при попытке повысить уверенность суждения число необходимых для этого проб увеличивается до сотен, тысяч и десятков тысяч, выходит за пределы реальных возможностей.

Аналогичные исследования на пяти площадках были проведены в низовьях р. Или. Две площадки были на аллювиально-луговых солончаковых почвах под посевом пшеницы и на залежи из-под риса и

Число проб при			Ошибка среднего арифмети- ческого $\varepsilon = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	Ошибка среднего при $W = 0,90$ $\Delta = t\varepsilon$	Отклонение результата анализа средней пробы от среднего арифметического, % от среднего	Точность оценки сведеного при $W = 0,90$ $P_{\text{факт}} = \frac{\Delta \cdot 100}{M}, \%$
$W = 0,90$ $P = 10\%$	$W = 0,95$ $P = 5\%$	$W = 0,99$ $P = 1\%$				
74	384	16 700	0,150	0,246	$\frac{(1,49-1,27) \times 100}{1,27} = +18$	13
117	670	29 000	0,116	0,190		17
139	795	34 200	0,248	0,407	$\frac{(1,87-1,85) \times 100}{1,87} = +1$	19
123	700	30 300	0,167	0,274		18
910	1190	51 300	0,146	0,239	$\frac{(0,97-1,03) \times 100}{0,97} = -6$	23
107	535	26 300	0,258	0,424	$\frac{(0,91-1,33) \times 100}{0,91} = +30$	8
204	1160	50 000	0,169	0,278		16
78	448	19 300	0,969	1,588	$\frac{(8,42-9,91) \times 100}{8,42} = -18$	22
59	340	14 700	0,406	0,667		14
78	448	19 300	0,607	0,995		12
37	210	9 070	0,556	0,912		18

три площадки с такыровидными солонцевато-солончаковыми целинными почвами. Отбор 40 проб производился по двум взаимно перпендикулярным линиям через каждые 0,5 м с глубины 0—10 и 10—25 см.

Статистическая обработка данных по содержанию солей в почвах показала, что коэффициент вариации плотного остатка колеблется от 39 до 90% и более и для суждения о содержании солей при вероятности 90% и ошибке 10% требуется от 41 до 228 проб в единовременной выборке.

При изучении лугово-бурых лиманных почв в низовьях р. Сарысу (лиман Тье-Мойнак, совхоз Сарысуйский Карагандинской области)

Таблица 2

Статистическая обработка показателей засоленности почв на стационарных площадках Кызыл-Ординского массива

№ площадки. Почва	Глубина, см	Число проб	v, %	Искомое число проб при		
				$W = 0,90$ $P = 10\%$	$W = 0,95$ $P = 1\%$	$W = 0,99$ $P = 1\%$
8. Лугово-болотная тяжело-суглинистая орошаемая (рисо-люцерновый севооборот)	0—10	60	11	4	20	888
	10—20	60	17	8	45	1920
11. Болотно-луговая тяжело-суглинистая (залежь)	0—10	40	54	85	472	19 300
	10—20	40	33	32	189	7400
12. Такыровидная (солончаковая целина)	0—10	40	61	107	592	24 600
	10—20	40	47	64	357	14 800
14. Корково-пухлый солончак	0—10	40	34	33	194	7670
	10—20	40	28	22	124	5200

была сделана попытка определить варьирование содержания гумуса в этих почвах. На широком участке первой террасы Сарысу, заливаемой водами реки в весенний паводок, с помощью земляных сооружений были выделены две однородные площадки по 1 га с лугово-бурными лиманными почвами под пыреем корневищным. Площадки отличались продолжительностью весеннего затопления: площ. 1 затоплялась на 30 суток, площ. 2 — на 8 суток. В сентябре 1966 г. была произведена выборка проб (0—10 см) по диагонали, через 3,5 м между пунктами отбора.

Таблица 3

Результаты статистической обработки результатов определений гумуса по методу И. В. Тюрина

№ площадки	Число проб	Содержание гумуса, %			σ	v , %	Число проб при $W = 0,90$ $P = 10\%$
		минимум	максимум	среднее арифметическое, $\bar{M}$			
1	40	2,25	5,78	3,55	0,95	27	19
2	39	2,41	5,90	3,90	0,74	19	10

Полученные данные (табл. 3), в частности, показали, что более длительное затопление способствовало увеличению варьирования содержания гумуса, вероятно, в связи с неравномерным развитием лугового процесса.

Обсуждение полученных результатов и некоторые выводы

Средние значения определяемых свойств оказываются довольно близкими по величине, независимо от того, с малым (через 0,5 м) или большим (через 50—100 м) шагом отбирались пробы. В то же время усредненная величина коэффициента вариации для суммы солей при малом шаге опробования оказалась равной 35%, а на больших площадках, при большом шаге опробования, она составляет 50%. Следовательно, здесь мы можем фиксировать некоторое увеличение варибельности с увеличением площади отбора проб, что ранее было установлено И. Г. Важиным (1963) в отношении агрохимических показателей.

Произведенное исследование с совершенной очевидностью показало, что такие важные свойства почвы, как степень засоления, качественный состав засоления, содержание гумуса, обладают значительной изменчивостью в пределах самых малых почвенных ареалов, даже на площадках 7×7 м, в образцах, отобранных через 0,5 м. На площадках в Казалинске варибельность оказалась наибольшей, и тщательное исследование показало, что не всегда растительность реагирует на эти почвенные изменения. Так, например, на площадках с болотно-луговыми почвами покров тростника сплошной и ровный, между тем колебания суммы солей в почвах очень значительны (от 0,16 до 7,77%). Очевидно, это объясняется тем, что ареалы почвы с разным содержанием солей очень малы — значительно менее 0,5 м². Тростник же обладает мощными горизонтальными корневищами, которые расплетены на больших почвенных участках, и растения питаются не только из той почвы, которая находится непосредственно под стеблем, но и на соседних участках. Они могут и не пользоваться солеными растворами, а брать почвенный раствор на более пресных соседних участках.

И. Г. Важенин (1963) констатировал, что распределение агрохимических показателей в той или иной степени отклоняется от нормальной кривой. При попытке построения кривых распределения оказалось, что на малых площадках, например Кзыл-Ординского массива, распределение суммы солей также не соответствует нормальной кривой.

В определении почвенного индивидуума мы последовали, как было сказано в начале, за определением элементарного почвенного ареала по В. М. Фридланду.

В этом определении предполагается соответствие выделяемого элементарного почвенного ареала классификационным грациями наиболее низкого ранга.

Но сами эти грации определяются в известной мере искусственно и не соответствуют каким-либо переломным природным явлениям или процессам, а эти переломные явления часто не выяснены и поэтому не использованы для ограничения почвенных индивидуумов. Так, например, разделение почв по степени засоления на основе количественного содержания солей разными авторами проводится несколько различно, и границы не определены какими-либо явлениями в развитии процесса засоления — рассоления, создающими скачкообразные изменения свойств почвы. Между тем такие изменения возможны, и вполне вероятно, что развитию процесса рассоления в данных конкретных условиях соответствуют какие-то определенные количественные показатели засоленности. То же относится и к процессам засоления, когда качественные показатели могут быть разными, в зависимости от того, под влиянием сочетания каких факторов происходит засоление.

Таким образом, выделение того или иного контура как элементарного почвенного ареала по существующим грациям разделения почв по засоленности не обеспечивает получения достаточно однородного контура, так как эти подразделения слишком грубые. Очевидно, здесь в действительности имеют место совокупности более мелких ЭПА, если бы их выделять по более дробным показателям, которые было бы необходимо разработать. Эти вопросы относятся к теории структуры почвенного покрова, которая еще сравнительно мало разработана.

Учитывая приведенные выше материалы и литературные источники, вариабельность почвенных свойств можно разделить на несколько порядков:

Первый порядок это изменчивость содержания в почве различных веществ в результате воздействия на почву ризосферы растений. Под влиянием захвата корнями растений тех или иных веществ содержание их в почве близ корешка и в удалении от него может быть совершенно различным и колебаться в десятки раз. Такие же изменения вызывает выделение корнями в почву различных продуктов жизнедеятельности. Эта микроизменчивость была отмечена А. В. Соколовым (1928) и затем служила предметом исследования очень многих авторов. К этому же порядку относится и микроморфологическая природа почвы. При отборе проб почвы для анализа она преодолевается путем взятия достаточно больших порций почвы — порядка 0,5—1,0 кг. Изучается микроморфологическими и тонкими химико-физиологическими методами.

Второй порядок это вариабельность свойств почвы в пределах одного элементарного почвенного ареала или почвенного индивидуума, она и служила предметом нашего исследования.

Третий порядок это вариабельность почв, которая приводит к формированию почвенных комплексов и сочетаний, определение и изучение которой не вызывает каких-либо особых затруднений.

Четвертый порядок — вариабельность почв, связанная с изменением сочетания факторов почвообразования в зональном аспекте, по породам и с проявлением интразональных процессов (речные долины и т. п.).

Вариабельность свойств почвы в пределах выделенных таксономических подразделений низших уровней в какой-то мере всегда учитывается, однако предметом специального исследования она служила лишь в редких случаях.

При почвенно-географических и землеустроительных обследованиях почвенные контуры и даже довольно крупные ареалы отдельных почв характеризуются на основе анализов единичных разрезов заложенных классическими методами, т. е. в так называемых характерных местах, что и предусматривается действующими инструкциями.

При несомненной значительной вариабельности свойств почв такие характеристики нельзя считать точными, они имеют сугубо относительную ценность.

Если в результате таких исследований имеется в виду выяснить систематическое положение данных почв согласно принятой классификационной шкале и при этом, конечно, принимаются во внимание, кроме свойств почвы, также и условия их залегания и развития, их общий габитус и характер ландшафтов; если, далее, по этим данным будет составлена почвенная карта для подсчета земельных ресурсов с самыми общими агрономическими и иными характеристиками, достаточными для приближенных оценок и планирования развития сельского и других отраслей народного хозяйства, то нам представляется, что прежний классический метод характеристики почв можно сохранить и в будущем. Однако для оценки степени трудности освоения и дальнейшей детализации почвенных характеристик и более правильного понимания природы почвы и глубины отличий выделенных на карте почвенных подразделений было бы необходимо классический метод дополнить. Для основных почв, представляющих наибольший теоретический и хозяйственный интерес, необходимо выявить степень вариабельности важнейших свойств путем закладки площадок с многократным отбором проб, анализом их и последующей обработкой результатов вероятностно-статистическими методами.

Необходимое число повторностей должно определяться в каждом конкретном случае, исходя из вероятной вариабельности определяемых величин на основе литературных данных и результатов наблюдений.

При детальном почвенно-мелиоративных исследованиях, в результате которых должен быть сделан прогноз об изменении почв под влиянием орошения, даны расчеты промывок, поливных и оросительных норм, а также целый ряд других детальных расчетов (запасы солей, влаги и т. п. в почвах), классический метод, не учитывающий вариабельность почвенных свойств, совершенно недостаточен.

Классический метод дает основание составить почвенную карту, но для характеристики свойств почв и получения данных для мелиоративных расчетов необходимо его весьма существенно дополнить.

Теперь, исходя из существующих методов исследования, это дополнение должно заключаться в определении вариабельности важнейших свойств почв, которые используются для мелиоративных расчетов. Площадки для единовременной выборки многократных проб должны быть расположены в каждом из выделенных почвенно-мелиоративных районов на всех типовых почвенных выделах, представляющих хозяйственный интерес. Наилучшее время для выборки — конец лета и осень. Число необходимых проб должно определяться предварительным расчетом. Проведение этой работы необходимо предусматривать в сметах на почвенно-мелиоративные исследования. Как показали данные, собранные в Казалинске, в бессточных районах вариабельность засоленности распространяется и на грунтовые воды, поэтому глубины отбора проб должны быть доведены до уровня грунтовых вод включительно.

При стационарных исследованиях, имеющих целью выявить динамику водно-солевого режима, исследование должно базироваться на оцен-

ке variability свойств почв на изучаемых стационарных площадках. Здесь в настоящее время может быть принят следующий порядок работ.

В начале стационарного исследования производится единовременная выборка большого числа проб, по которой оценивается степень variability изучаемых свойств почв и определяется число проб, которые нужны для получения суждений с необходимой минимальной точностью ($W = 0,90$; $P = 10\%$).

Имея в виду реальные возможности выполнения исследования, мы полагаем, что при коэффициенте вариации изучаемого свойства $v \leq 18\%$, когда требуемое число проб $n \leq 10$, может быть осуществлен отбор смешанных проб в каждый из сроков наблюдений.

В случаях, если $v > 19\%$, а $n > 10$, отбор смешанных проб становится нереальным и существующие методы исследования не указывают путей преодоления возникающих трудностей.

По опыту обработки материалов стационарных исследований в низовьях Чу можно рекомендовать при многолетних сроках наблюдений отдельную обработку каждого из сезонных сроков и получение усредненной кривой годовых изменений, которая относится к ежегодным данным так же, как понятие климата к понятию погоды каждого года в метеорологии. Однако таким путем может быть выявлена лишь тенденция к определенным изменениям с невысокой степенью точности. Между тем стационарные наблюдения призваны дать более детальную картину водно-солевого режима почв с точными количественными характеристиками, нежели съемочные работы.

Из всего изложенного вытекает, что variability количественных характеристик почв представляет важное свойство почвенного покрова, совершенно недостаточно изученное и не учитываемое многими современными методами почвенных исследований.

Выявляется настоятельная необходимость в программу этой темы ввести:

1. Изучение variability свойств основных почв и выявление закономерностей ее проявления;

2. Разработку методов изучения и оценки variability при почвенных территориальных исследованиях разного назначения;

3. Разработку методов стационарного изучения режима почвенных процессов с учетом variability свойств почв (применение изотопных методов красителей и солей с редкими пассивными в отношении почвы компонентами, применение геофизических методов и постоянно действующих следящих систем).

При высокой variability многих почвенных показателей возникает сомнение в целесообразности применения некоторых анализов, которые имеют точность на 2—3 математических порядка выше, чем варьирование самой определяемой величины. Вероятно, для производственных целей можно было бы ограничиться очень грубыми ориентировочными определениями, используя экспресс-методы. Все это показывает, что наши методы картирования и оценки почв нуждаются в коренном пересмотре и разработке новых приемов с учетом варьирования почвенных показателей.

ЛИТЕРАТУРА

- Алтуниин М. П. Практическое пособие по общей и сельскохозяйственной статистике. М., Сельхозгиз, 1947.
- Боровский В. М., Погореловский М. А. и др. Древняя дельта Сырдарьи и северные Кызылкумы. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, т. I. 1958, т. II. 1959.
- Важенин И. Г. Применение метода вариационной статистики в почвенно-агрохимических исследованиях. — Почвоведение, 1963, № 2.

- Дмитриев Е. А. Об определении необходимого числа повторностей в экспериментальной работе почвоведов.— Вестник МГУ, серия VI, 1966, № 4.
- Медведев В. В. Математическая обработка водно-физических свойств почв степной части Украины.— Почвоведение, 1966, № 8.
- Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. М., Физматгиз, 1961.
- Прасолов Л. И. Картография почв.— В сб.: Успехи почвоведения. М., 1927.
- Роде А. А. Методы изучения водного режима почв. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Сердобольский И. П. Варьирование химических свойств компонентов солонцового комплекса.— Труды комиссии по ирригации АН СССР. Изд. АН СССР, вып. 9, 1937.
- Соколов А. В. Разложение в почве зеленого удобрения.— Труды Полесской опытной станции, т. 2. Киев, 1928.
- Соколовский С. П. О варьировании величины некоторых показателей свойств почв в долине р. Кумы.— Почвоведение, 1966, № 1.
- Филиппова В. Н., Сердобольский И. П. Варьирование химических свойств темно-каштановой почвы.— Труды Комиссии по ирригации АН СССР, Изд. АН СССР, вып. 10, 1937.
- Фридланд В. М. О структуре (строении) почвенного покрова.— Почвоведение, 1965, № 4.
- Soil Classification; A comprehensive System. 7th Approximation US, Dep. of Agr., 1960.

ПОЧВЕННЫЙ ИНДИВИДУУМ И ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Ф. И. Козловский, Н. П. Сорокина

Проблема почвенного индивидуума (ПИ) имеет несколько аспектов как теоретических, так и прикладных. В теоретическом плане важны:

1. Методологическое обоснование ПИ — предельно малого трехмерного тела, отвечающего докучаевскому представлению о почве как особом природном теле.

2. Методический аспект, — в котором анализируются пути познания методики выделения ПИ из непрерывного почвенного покрова и определения его свойств, а также необходимые для этого средства.

3. Классификационно-генетический аспект — рассмотрение ПИ как средства анализа закономерностей горизонтального строения почвы. По нашему мнению, горизонтальное строение почвы, наряду с вертикальным профилем, необходимо для построения субстантивных группировок и классификаций почв.

4. Географический аспект, касающийся анализа пространственного варьирования свойств в непрерывном почвенном покрове с целью объективного вычленения географических закономерностей, т. е. закономерностей, обусловленных различиями отдельных почв, слагающих покров, но не внутренней структурой отдельных ПИ.

В настоящем сообщении обсуждаются в основном географический и методический аспекты. Другие аспекты затрагиваются в наших прежних публикациях (Козловский, 1966; Козловский, Сорокина, 1968; Козловский, 1970).

Наиболее важным сейчас является демонстрация практической значимости концепции ПИ при решении кардинальных вопросов почвоведения, в частности, принципов того раздела географического анализа, который можно назвать элементарным анализом структуры почвенного покрова.

Под элементарным мы понимаем анализ структуры почвенного покрова, цель которого заключается в выявлении объективно существую-

щих, т. е. не зависящих от принятой классификации, категорий почв и границ между ними. При этом имеется в виду, что категории почв идентифицируются по комплексу устойчивых свойств, причем основанием для их разделения является доказуемое различие хотя бы по одному любому устойчивому свойству. При таком понимании элементарного анализа структуры почвенного покрова значение ПИ и методов его определения для географии почв вряд ли нуждается в дополнительном разъяснении.

В настоящее время уже достаточно известно, что почвенные свойства обнаруживают значительную изменчивость даже на небольших расстояниях (Морозов, Кизилова, 1956; Карпачевский и др., 1968; Вадженин и др., 1969). В качестве примера на рис. 1 приводится ход нижней границы гор. А₂В дерново-подзолистой почвы Подмоскovie под еловым лесом. Вероятно, варьирование морфологических и аналитических свойств на небольших расстояниях — явление повсеместное, во всяком случае противоречащих этому данных не отмечалось.

Сложный характер изменчивости многих свойств выдвигает на первый план задачу обобщенной ее характеристики. Прежде всего необходимо отделить случайное варьирование от закономерного, построить критерии однородного и неоднородного. Отметим, что аналогичные задачи возникают при анализе ряда других природных объектов. Общий подход к анализу подобных объектов разработан К. М. Богдановым (1966) и назван им методом статистических характеристик морфоструктур. Частные элементы этого весьма универсального метода применялись ранее в металлографии, литологии, геоморфологии.

Математическим аппаратом метода Богданова является теория стационарных случайных функций. Эта теория рассматривает случайные величины, изменяющиеся от точки к точке.

Стационарной случайной функцией ($X(t)$) называется случайная функция, математическое ожидание которой постоянно:

$m_x(t) = m_x = \text{const}$, корреляционная функция (обозначается K_x) зависит только от разности между своими аргументами $K_x(t, t') = K_x(\tau)$, где $\tau = t' - t$.

Это математическое определение, равно как и определение математического ожидания, корреляционной функции и других понятий теории вероятностей, которые мы здесь приводим, требует пояснений. Отсылая интересующихся строгим определением их к соответствующей литературе (Вентцель, 1969; Пугачев, 1962), попытаемся иллюстрировать эти понятия на конкретных примерах.

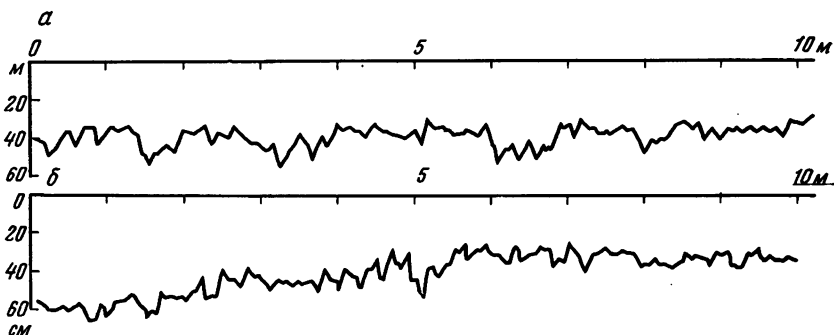


Рис. 1. Пространственная изменчивость мощности оподзоленных горизонтов (до нижней границы гор. А₂В) в дерново-подзолистых почвах Подмоскovie

а — на однородном участке, неглубоко подзолистая, траншея № 5, лес; б — на границе между неглубоко и глубоко подзолистыми, траншея № 3, пашня

Возьмем любую случайную величину, например глубину вскипания типичного чернозема, изучавшуюся путем замеров на стенке траншеи через определенный, равный 1 м, интервал (описания Н. В. Денисовой). Ход линии вскипания на данном отрезке представляет собой одну из бесчисленного множества возможных реализаций случайной функции — хода линии вскипания. Случайная функция является исходной для построения корреляционной (автокорреляционной) функции. Последняя представляет собой корреляцию между парами чисел, взятых из исходного числового ряда через определенный интервал (рис. 2, а).

Наглядно это можно представить, если поставить рядом две одинаковые последовательности чисел. Первым значением функции является коэффициент корреляции ряда самого с собой, естественно, равный 1. Он соответствует нулевому значению аргумента. Второе значение получим, сдвинув один ряд относительно другого на один шаг (в данном случае на 1 м), т. е. первое число первого ряда составляет пару со вторым числом второго ряда, второе число первого ряда с третьим числом второго ряда и т. д. Значение коэффициента корреляции между этими парами соответствует K_1 и показывает, насколько связаны между собой значения линии вскипания в соседних точках, если расстояние между ними 1 м. Для рассматриваемого случая $K_1 = 0,54$. Третье значение (K_2) получим при сдвиге рядов на две единицы и т. д. Таким образом, аргумент τ автокорреляционной функции, характеризующей стационарную случайную функцию, есть величина сдвига двух одинаковых рядов, составленных из эмпирической последовательности величин, а функцией является коэффициент корреляции между парами чисел, образовавшимися в результате сдвига.

Теория утверждает, что все существенные свойства стационарной случайной функции содержатся в ее автокорреляционной функции, построенной описанным способом.

Прежде всего автокорреляционная функция дает возможность установить общие свойства пространственного распределения показателя и позволяет построить строго объективные критерии случайности или за-

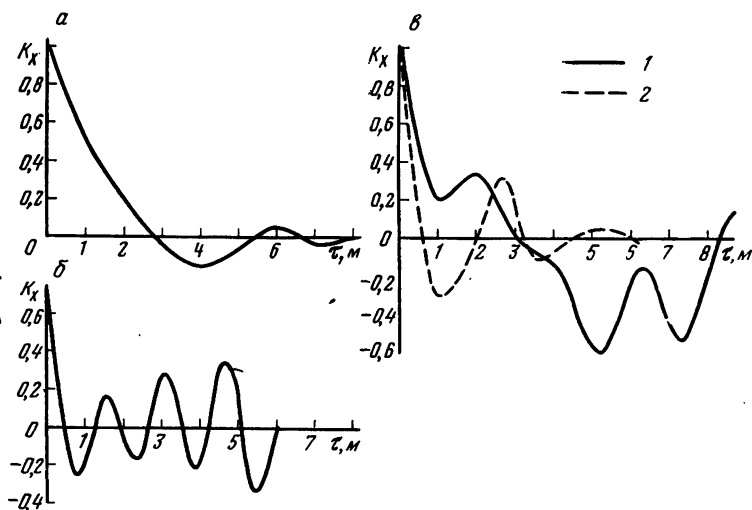


Рис. 2. Автокорреляционные функции $K_x(\tau)$ морфологических показателей некоторых почв

а — типичный чернозем Курской области, глубина вскипания; б — дерново-неглубоко подзолистая почва Подмоскowsья, мощность оподзоленных горизонтов до нижней границы гор. А₂В, траншея № 5; в — почвы солонцового комплекса Сарпинской низменности: 1 — солонец лугово-степной мелкий, глубина залегания солонцового гор. В₁; 2 — лугово-каштановая почва, мощность осолоделых горизонтов до нижней границы гор. А₁А₂

закономерности изучаемых величин, однородности или неоднородности характеризуемого ими почвенного покрова.

Стремление к нулю корреляционной функции свидетельствует об эргодическом свойстве стационарной случайной функции. Эта математическая формулировка означает, что все свойства случайной функции, которую описывает данная кривая, могут быть получены по одной единственной ее реализации, если длина реализации достаточна. Практически это означает, что почвенный покров, вскрываемый данной траншеей, вполне однороден по изучаемому свойству при усреднении этого свойства в некотором интервале. Все закономерности пространственного варьирования данного свойства могут быть получены с необходимой полнотой по одной единственной траншее, если она достаточно длинная.

В случае, когда автокорреляционная функция не стремится к нулю и не является строго периодической, изучаемая с ее помощью случайная функция не является стационарной и тогда само построение корреляционной функции должно быть иным, а изучение случайной величины по одной единственной ее реализации становится затруднительным.

Анализ хода корреляционной функции позволяет вывести заключение о том, является ли пространственная изменчивость чисто случайной или она в какой-то степени упорядочена. Первому случаю соответствует более или менее крутое падение кривой автокорреляции с постепенным приближением к нулю или несущественными отклонениями от него. Во втором случае в ходе автокорреляционной кривой обнаруживается одна или несколько периодических составляющих.

Для стационарной эргодической случайной функции периодичность автокорреляционной функции означает, что она, а следовательно, и ее реализации также содержат периодические составляющие, однако в той или иной мере нарушаемые случайным варьированием («шумом»), т. е. изменчивостью периода амплитуды и фазы колебаний значений свойства.

Обратимся к анализу фактического материала. Нами обработаны данные морфологических описаний по 8 траншеям. Они относятся к дерново-подзолистым почвам Подмосковья на покровных суглинках (описания сделаны нами совместно с М. С. Симаковой, Г. А. Шершуковой, В. К. Кальван), типичным черноземам на лёссовидных суглинках Курской области (описания Н. В. Денисовой), почвам солонцового комплекса на элювии шоколадных глин Сарпинской низменности, описанным нами совместно с А. М. Ивановым.

На траншеях через равные промежутки (10 или 20 см, на курских черноземах — 1 м) производились замеры глубин (или мощностей) генетических горизонтов, причем тех из них, границы которых диагностировались с точностью, превышающей пределы варьирования не менее чем в 10—20 раз. Одновременно производился отбор образцов. Полученные ряды цифр были обработаны на ЭВМ «Мир» в Почвенном институте им. В. В. Докучаева. Некоторые из результатов такой обработки представлены на рисунках 2, 3. Насколько нам известно, это первые материалы почвенных исследований, обработанные таким образом.

Поэтому целесообразно остановиться только на самых общих закономерностях пространственного варьирования морфологических признаков, не вдаваясь в детали.

Полученные графики автокорреляционных функций были первоначально проанализированы по трем показателям: эргодичности (стремление к нулю), наличию и числу периодических составляющих и среднему полупериоду первой гармоники, который замеряется по расстоянию между первым минимумом и вторым максимумом автокорреляционной функции.

Эргодическое свойство, по-видимому, обнаруживают ход глубины вскипания чернозема и мощности осолоделого горизонта лугово-каштановой почвы. В первом случае близкие к нулю значения автокорреляционной функции отмечаются при $\tau = 6$ м, во втором — при $\tau = 4,5$ м. В большинстве остальных случаев, хотя и обнаруживается стремление автокорреляционной функции к нулю, однако из-за недостаточной длины траншей оно не могло быть установлено.

Исключение представляет автокорреляционная функция общей мощности оподзоленных горизонтов. Глубина границы между горизонтами

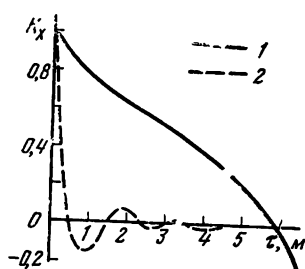


Рис. 3. Вид автокорреляционной функции при нестационарности случайной функции (мощность оподзоленных горизонтов дерново-подзолистой почвы на границе неглубоко подзолистых и глубоко подзолистых почв, траншея № 3

1 — до снятия тренда; 2 — после снятия тренда

A_2B и B_1 в траншее № 3 (рис. 3) обнаруживает четко видимую на глаз тенденцию поступательного изменения от 30—35 в левой части, до 40—50 см в правой, что нашло отражение и в форме автокорреляционной функции, которая явно указывает на нестационарность изучаемой величины. Как уже отмечалось, само построение корреляционной функции по аргументу (τ) в данном случае некорректно, в связи с чем она не может быть использована для обнаружения периодических составляющих в ходе изучаемой величины.

В этих случаях можно прибегнуть к «снятию тренда» (Девдариани, 1966). Эта операция заключается в пересчете значений признака от линии тренда, принимаемой за начало отсчета. Линия тренда (криволинейной регрессии) может быть вычислена с помощью метода наименьших квадратов, но в нашем случае может проводиться и на глаз. Снятие тренда, применяемое к нижней границе гор. A_2B в траншее № 3, способствовало выявлению на автокорреляционной кривой периодических составляющих, сходных по величине периода с аналогичными составляющими по траншее № 5, заложенной на участке без явного тренда (см. рис. 3).

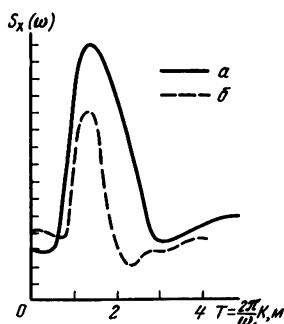
Таким образом, пространственное варьирование изученных морфологических признаков почв обнаруживает определенную, возможно повсеместную упорядоченность: во всех изучавшихся случаях обнаружены высокочастотные периодические составляющие с преобладающей частотой в диапазоне от 1,5 до 6, м. Наблюдаются случаи и более сложной периодичности с присутствием низкочастотных составляющих. В комплексном почвенном покрове (солонцовый комплекс Сарпы), очевидно, возможна более чем двухступенная периодичность, так как первые две частоты не исчерпывают всей сложности пространственного варьирования. Тем не менее в некоторых случаях установлено, а в других — можно предположить, что при осреднении морфологических свойств с надлежащим интервалом варьирование их оказывается незаконномерным, т. е. почвенный покров, характеризующийся такими осредненными показателями, будет выглядеть уже вполне однородным.

Наличие горизонтальной упорядоченности при вероятном отсутствии ее в материнских породах можно связывать со спонтанной дифференциацией почвы в биогеоценозах, т. е. считать результатом почвообразовательного процесса. Подобная идея была ранее высказана А. М. Кремером (1970).

Механизм горизонтальной дифференциации можно связывать с перераспределением нормированных материально-энергетических факторов почвообразования (воды и других атмосферных осадков, света, организмов и т. д.) по поверхности. Они могут приводить либо непосредственно к перераспределению имеющихся в почве веществ, например боковыми составляющими потоков, либо опосредствованно, например, создавая неоднородность выщелачивающего воздействия нисходящего тока растворов, изменяя местный баланс органического вещества и т. п.

Рис. 4. Кривые спектральной плотности $S_x(\omega)$ стационарных случайных функций

α — глубина вскипания лугово-каштановой почвы Сарпы, β — мощность осолоделых горизонтов лугово-каштановой почвы Сарпы



Дифференциацию первого рода можно назвать миграционной, а второго — метаморфической. Периодичности, связанные с ними, не всегда совпадают, в связи с чем статистический морфоструктурный анализ может помочь характеристике горизонтальной дифференциации свойств почвы в выяснении ее природы.

Горизонтальная упорядоченность варьирования свойств почв как результат почвообразовательного процесса может быть сопоставлена с вертикальным профилем почвы. Но в отличие от резко выраженной асимметрии почвенного профиля горизонтальное строение почвы может быть уподоблено, образно говоря, однослойному кристаллу.

Вполне естественно поэтому за единицу, индивидуум, подобного образования принять трехмерное тело, горизонтальные размеры которого гарантируют охват одной (но не более того) структурной ячейки по всем классификационно значимым свойствам.

Можно думать, что устойчивыми, повсеместно распространенными являются лишь высокочастотные составляющие, поскольку более низкочастотные отмечены не во всех случаях и лишь предположительно.

Поэтому средние для ПИ значения свойств в однородном почвенном покрове варьируют уже несравненно меньше, чем значения, полученные по данным анализа индивидуальных профилей, что, практически, весьма важно, в особенности в исследованиях, где требуется точная оценка подобных величин (например, при солевой съемке). Решение вопроса о размерах подобного ПИ может быть произведено на основе спектральной теории случайных функций. Автокорреляционная кривая дает нам непосредственно только наиболее вероятную частоту периодических составляющих. Но эти частоты всегда варьируют. Всякая периодическая величина характеризуется не только частотой, но и амплитудой. В случае автокорреляционной функции роль амплитуды играет дисперсия, т. е. мера разнообразия показателя, связанного с данной частотой.

Все эти данные в неявной форме содержатся в автокорреляционной кривой; чтобы их выявить, прибегают к ее математическому преобразованию (т. н. косинус-преобразование Фурье), в результате чего мы получаем кривую распределения дисперсий по частотам (рис. 4). Сумма их ($S_x(\omega)$) равна суммарной дисперсии, характеризую-

щей разнообразие значений свойства во всем почвенном покрове. Интервал частот, на который падает первый максимум дисперсии, связан только с внутриведенным варьированием свойства. Поэтому естественно определить средний, или вернее, модальный, размер педона в соответствии с аргументом максимума первой волны на спектральной кривой. Размер определяется выражением $T=2\pi/\omega$. Для нашего случая единицей служит шаг опробования траншей.

Определение педона в неоднородных почвенных покровах также не вызывает принципиальных затруднений, поскольку в них хорошо выражены высокочастотные составляющие. В этом случае целесообразно провести предварительное «снятие тренда». Следует лишь иметь в виду, что ПИ в неоднородном покрове сами неоднородны, т. е. асимметричны. Тем не менее идентификация подобных образований по свойствам с учетом статистических показателей варьирования вполне возможна и уместна.

Определенный таким способом линейный размер по линии вскипания курского чернозема составил 6 м, а для лугово-каштановой почвы Сарпинской низменности 3 м. Как видно из рисунков, при таком способе выделения педона последний включает в себя большую часть суммарной дисперсии пространственного варьирования свойства.

Мы считаем целесообразным включение в состав ПИ пространственной изменчивости, связанной лишь с первой (высокочастотной) периодической составляющей, характеризующей варьирование свойств на уровне почвенного горизонта или почвы в целом.

Последовательность среднепедонных значений в однородном почвенном покрове является уже не случайной функцией, а различными реализациями одной случайной величины, и поэтому к ним применима обычная математическая статистика. В частности, легко решаются важные для изучения структуры почвенного покрова задачи.

Определение или объективный контроль при выделении границы однородного почвенного ареала. Это возможно на основании детального опробования предполагаемой пограничной полосы. Положение ее может быть определено по статистически достоверной тенденции к изменению среднепедонных значений свойств почвы в перпендикулярном к границе направлении.

Определение минимального почвенного ареала. Таким ареалом следует признать участок, однородность которого может быть в принципе объективно установлена. В зависимости от принятого статистического критерия однородным может быть признан участок, объединяющий от десяти до тридцати — пятидесяти педонов. В первом случае могут быть объективно установлены среднепедонные значения и оценена их дисперсия, во втором — установлен характер их распределения.

Определение статистических параметров однородного ЭПА по данным опробования ограниченного или минимального почвенного ареала может быть дано при помощи известного в статистике правила $\sqrt{n}$, т. е. расчетным путем. Определение статистических показателей ЭПА важно для повышения разрешающей способности количественного почвенно-географического анализа.

Изложенная концепция почвенного индивидуума (педона) позволяет наметить принципиальную схему построения методики элементарного анализа структуры почвенного покрова. Последний должен включать следующие операции.

1. Выделение элементарных объектов ПИ — педонов почв посредством статистического (спектрально-частотного) анализа данных опробования траншей. При наличии в почвенном покрове однородных участков можно ограничиться единичными траншеями. При неоднородности некоторых участков почвенного покрова необходима закладка параллельных траншей. При обработке данных по ним для установ-

ления размера неоднородных педонов производится предварительное снятие тренда.

2. Выделение и идентификация всех конкретных «центров типичности» элементарных объектов — как однородных, так и неоднородных.

3. Определение границ однородных элементарных ареалов методом последовательного расширения центров типичности. Опробование ведется скважинами или прикопками на площади, равной одному педону данной почвы, с последующим сравнением среднеарифметических типичного и испытываемого педона по критерию Стьюдента. Помимо педонов (однородных и неоднородных), возможно выявление субпедонных фрагментов — пятен и пограничных полос.

ЛИТЕРАТУРА

- Богданов К. М.* Применение методов кибернетики в гистологии.— Тезисы 7-го Всесоюз. съезда анатомов, гистологов, эмбриологов. Тбилиси. Изд. Мецниереба, 1966.
- Важенин И. Г., Долгополова Р. В., Снеткова А. П.* Микропестрота признаков и свойств почв в пределах почвенного разреза.— Почвоведение, 1969, № 4.
- Вентцель Е. С.* Теория вероятностей.— М., «Наука», 1969.
- Вентцель Е. С., Овчаров А. В.* Теория вероятностей. М., «Наука», 1969.
- Девдариани А. С.* Геоморфология, вып. 1. Математические методы.— Итоги науки, серия геогр. ВИНТИ, 1966.
- Карпачевский Л. О., Киселева Н. К., Попова С. И.* Пестрота почвенного покрова под широколиственным еловым лесом.— Почвоведение, 1968, № 1.
- Козловский Ф. И.* К вопросу о почвенном индивидууме и методах его определения.— Тезисы докл. на III Всесоюз. съезде почвоведов. Тарту, 1966.
- Козловский Ф. И.* Почвенный индивидуум и методы его определения.— В сб.: Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. М., «Наука», 1970.
- Козловский Ф. И., Сорокина Н. П.* Проблема почвенного индивидуума в связи с детальным изучением почвенного покрова.— Бюлл. Почв. ин-та, вып. II. М., 1968.
- Кремер А. М.* Неоднородности почвенного покрова как самоорганизующиеся системы.— В сб.: Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. М., «Наука», 1970.
- Морозов А. Т., Кизилова А. А.* Варьирование содержания воднорастворимых солей в солончаковых почвах.— Доклады АН СССР, 1956, т. 110, № 6.
- Пугачев В. С.* Теория случайных функций.— Физматгиз, 1962.
- Фридланд В. М.* О структуре (строении) почвенного покрова.— Почвоведение, 1965, № 2.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ КОМБИНАЦИЙ И СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВЕННЫХ СОЧЕТАНИЙ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Т. А. Романова

После завершения первого тура крупномасштабного картирования почв колхозов и совхозов БССР, в ходе составления сводных материалов по административным районам Брестской области, было отмечено, что в общей чрезвычайно большой пестроте почвенного покрова четко выделяются известные закономерности. Совместно распространенные почвы образуют устойчивые сочетания, в которых трудно строго определить доли участия тех или других почв, хотя набор почвенных разновидностей колеблется в довольно широких пределах, но тем не менее такие сочетания почв обладают вполне своеобразной физиономией благодаря преобладанию в них двух-трех характерных разновидностей почв, которые мы условно считаем доминантами подобных сочетаний.

Оставив пока в стороне те более или менее монотонные ареалы отдельных почв, которые скорее всего также являются сочетаниями близких по генезису и свойствам разновидностей почв, рассмотрим основные наиболее типичные сочетания, выделенные на территории Белорусского Полесья.

Прежде всего следует отметить, что в Белорусском Полесье, рассматриваемом как своеобразная «природная область», ясно выделяются три «почвенно-геоморфологических района»: 1. Предполесье, 2. Полесье и 3. Пойма и первая надпойменная терраса Припяти вместе с поймами наиболее крупных притоков.

На территории Предполесья основная роль в разнообразии почв принадлежит литологии донноморенных отложений, перекрытых позднейшими водно-ледниковыми образованиями.

Второй район — Полесье, или лучше Собственно Полесье, занимает наибольшую площадь и соответствует тому представлению о Полесье, которое сложилось в литературе на основании, скорее, художественных описаний, чем научной характеристики.

Собственно Полесье при внешне очень однообразном рельефе и столь же однообразном характере почвообразующих пород тем не менее отличается очень сложными сочетаниями, отдельные компоненты которых определяются характером увлажнения и степенью участия болотного процесса в формировании почв. Характер и степень увлажнения почв в Полесье больше всего связаны с глубиной залегания грунтовых вод, следовательно, положение уровня грунтовых вод и их химический состав и определяют пестроту почв в этом районе.

В пределах Поймы пестрота почвенного покрова обусловлена главным образом геоморфологическими особенностями данного района и прежде всего тем обстоятельством, что первая надпойменная терраса здесь выражена в виде более или менее крупных островов или бес-

численных мелких островков, возвышающихся над плоской заболоченной поверхностью центральной поймы.

Упомянутые выше сочетания почв в каждом из этих районов своеобразны, и в поисках общих признаков, позволяющих систематизировать, объединить сочетания всех районов, мы выбрали преобладающий характер использования почв без проведения мелиоративных мероприятий, назвав такие сочетания, опять-таки условно, «угодьями»: А. — лесные угодья; Б. — пахотно-луговые (с преобладанием лугов — пастбищ; В. — луговые (с преобладанием лугов — сенокосов); Г. — болота. «Угодье» не означает, что почвы здесь, например, заняты только лесами, а лишь то, что территория этого сочетания обладает наивысшей биологической продуктивностью при использовании ее в лесном хозяйстве.

Сочетание, объединенное общностью набора входящих в него почв, делится на варианты в зависимости от количественного участия в нем доминантных разновидностей, причем градации определяются по-разному, исходя из соображений прежде всего хозяйственного порядка.

Не имея возможности рассмотреть сочетания всех трех почвенно-геоморфологических районов, остановимся только на сочетаниях Собственно Полесья.

Почвообразующие породы здесь представлены рыхлыми песчанистыми супесями и связными мелкозернистыми песками, подстилаемыми или сменяющимися с глубины 0,2—0,3 м рыхлыми древнеаллювиальными песками. Местами пески переработаны ветром, и тогда почвы развиваются на рыхлых эоловых песках. В общем же почвообразующие породы на всей территории Полесья очень однообразны.

К категории «лесных угодий» отнесены сочетания, в которых доминантом являются дерново-подзолистые полугидроморфные почвы с иллювиально-гумусным горизонтом, им непременно сопутствуют (большей частью мелкими контурами) торфяно-болотные почвы переходного и верхового типа. Пологие склоны занимают дерново-подзолистые почвы, оглеенные внизу или временно избыточно увлажненные, а относительно повышенные элементы рельефа — дерново-подзолистые автоморфные почвы. Все эти почвы отличаются высокой и очень высокой кислотностью, малым содержанием гумуса, если в случае высокого содержания гумуса он грубый. Полугидроморфные почвы содержат очень много подвижного алюминия.

В целом это сочетание почв слегка приподнятых слабодренированных равнин с уровнем грунтовых вод в среднем на глубине 2,0—1,5 м, однако он колеблется в довольно широких пределах, так как такие территории характеризуются сильно выраженным мезорельефом, определяющим мозаичность распространения почвенных разновидностей. Очень типичны здесь наиболее замкнутые бессточные понижения, часто в виде мелких «блюдеч».

Полугидроморфные почвы в верхней части профиля увлажняются атмосферной влагой, а в нижней всегда заметно влияние грунтовых или почвенно-грунтовых автохтонных вод. Естественно, что относительно повышенные участки отличаются господством атмосферного водного питания. В связи с этим описываемые сочетания почв подразделяются на варианты с разным участием преобладающей разновидности — дерново-подзолисто-глеевых и глеевых почв с иллювиально-гумусовым горизонтом. Как правило, на более повышенных территориях они составляют до 70% от общей площади сочетания, а на пониженных — до 40% за счет большей роли почв грунтового увлажнения и лучших условий дренажа.

Сочетания, в которых почвы с иллювиально-гумусовым горизонтом составляют больше 50%, можно без опасений называть «абсолютно лесными». Если же эти почвы занимают менее 50%, то, наряду с лес-

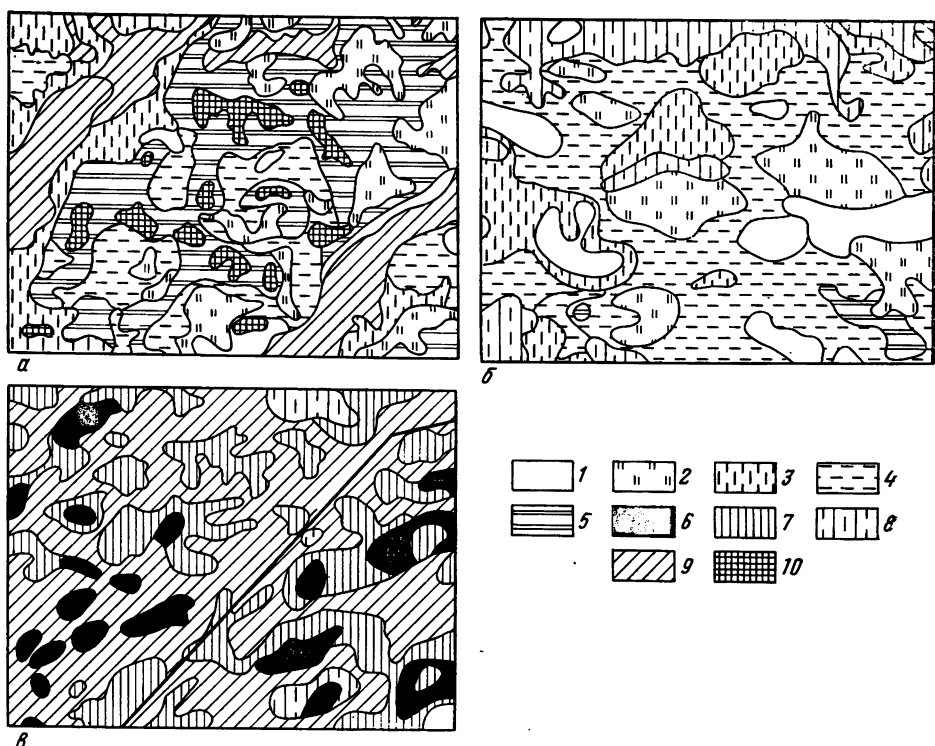


Рис. 1. Сочетания почв западной части Белорусского Полесья

a — лесные угодья. Колхоз «Красный октябрь» Лунинецкого района Брестской области; *б* — пахотно-луговые угодья Лунинецкого района Брестской области; *в* — луговые угодья. Колхоз им. С. М. Кирова Кобринского района Брестской области

1 — дерново-подзолистые автоморфные почвы на древнеаллювиальных песках; 2—5 — дерново-подзолистые полугидроморфные почвы на древнеаллювиальных песках: 2 — оглеенные внизу, 3 — временно избыточно увлажняемые (слабоглеватые), 4 — глееватые, 5 — глееватые и глеевые с иллювиально-гумусовым горизонтом; 6—8 — дерновые (карбонатные) полугидроморфные на древнеаллювиальных песках: 6 — глееватые карбонатные; 7 — глееватые, 8 — глеевые; 9—10 — гидроморфные: 9 — торфянисто- и торфяно-глеевые низинного типа, 10 — торфянисто- и торфяно-глеевые переходного типа

ными угодьями, в таких ландшафтах могут быть небольшие участки пашен и лугов, однако для получения товарной сельскохозяйственной продукции в подобных условиях необходима дорогая двусторонняя мелиорация. Только осушение обоих вариантов сочетаний углубляет их отрицательные свойства, вызывает резкое усиление процессов ветровой эрозии.

Пример такого сочетания почв изображен на рис. 1, *a*.

Пахотно-луговые (пастбищные) сочетания Собственно Полесья — самые распространенные и наиболее разнообразные как по набору почвенных разновидностей, так и по их соотношению. Однако и здесь можно выделить в качестве доминанта одну почвенную разновидность — это дерново-подзолисто-глеевые почвы. Они не всегда господствуют в пахотно-луговых сочетаниях, но всегда присутствуют и в значительной степени определяют характер всего сочетания.

Помимо дерново-подзолистых глеевых почв, в таких сочетаниях участвуют полугидроморфные почвы всех степеней избыточного увлажнения, а также автоморфные и болотные (гидроморфные) почвы. В условиях плоского рельефа, где основная роль в разнообразии почв принадлежит мезо- и даже микроформам рельефа, почвенный покров зачастую чрезвычайно пестр. Грунтовые воды здесь лежат также неглу-

боко, но среднюю глубину трудно назвать, так как нередко изменение уровня грунтовых вод даже на 30—50 см приводит к тому, что почва из разряда атмосферного водного питания в верхних наиболее активных и хозяйственно важных горизонтах переходит в разряд грунтового водного питания с совершенно другими свойствами. Грунтовые воды в большинстве случаев аллохтонны, проточны и жестки.

Такой характер носит почвенный покров тех равнин, где условия дренажа лучше, чем под лесными угодьями, но сток в достаточной мере затруднен и «проточные» участки чередуются с «застойными», а атмосферные осадки, особенно в пору снеготаяния, постоянно застаиваются, подпертые поднимающимися грунтовыми водами.

Естественно, что почвы в таких условиях имеют различные свойства, однако их пахотно-перегнойные горизонты обычно кислые. По мере нарастания гидроморфизма увеличивается содержание гумуса в почвах. В дерново-подзолисто-глеевых почвах оно составляет от 3 до 5%. В естественном состоянии эти почвы заняты лугами, большей частью лугами-пастбищами с бедным видовым составом и низкой урожайностью. Чаще всего это ассоциации с господством белоуса торчащего. Местами такие почвы образуют чрезвычайно мелкоконтурные сочетания с почвами дерново-глееватыми и глеевыми (грунтового увлажнения), тогда видовой состав травостоя улучшается и общая оценка луга заметно повышается.

Варианты пахотно-луговых угодий выделялись по участию в сочетании именно этих, луговых, почв, так как существует мнение, что на песчаных почвах сельскохозяйственное производство только в том случае рентабельно, если в хозяйстве есть не менее 15% естественных кормовых угодий (Дубслаф, 1966). Поэтому предполагается, согласно упомянутой выше работе, выделить четыре варианта пахотно-луговых угодий с участием дерново-подзолисто-глееватых почв или сочетаний с преобладанием дерново-подзолисто-глееватых почв (на сводных картах они показаны как дерново-подзолисто-глееватые): а) до 15%; б) 15—30%; в) 30—50% и г) более 50%.

Рис. 1, б дает пример такого угодья с участием дерново-подзолисто-глееватых почв от 15 до 30%.

Третий тип сочетаний, называемый «луговые угодья», представляет собой почвы, развивающиеся под доминирующим влиянием грунтовых вод, хотя второстепенными компонентами таких сочетаний могут быть дерново-подзолистые полугидроморфные и даже автоморфные почвы. В естественном состоянии почвы грунтового увлажнения, особенно дерново-глееватые, заняты хорошими лугами. Разнотравно-злаковый с мелкими осоками травостой очень богат видами, среди которых, помимо ценных в кормовом отношении, много растений биостимуляторов, лекарственных, богатых витаминами и микроэлементами, а поверхностное улучшение этих лугов без перепашки и даже только рациональное использование с соблюдением норм выпаса резко повышает количество сена и пастбищного корма.

Пашни в таких сочетаниях разбросаны мелкими участками на отдельных повышениях. Дерново-слабоглеевые (по белорусской терминологии «дерновые временно избыточно увлажняемые») почвы являются лучшими пахотными почвами Полесья, но площадь, ими занимаемая, невелика.

Свойства почв луговых угодий определяются химизмом грунтовых вод, хотя такие почвы всегда более насыщены основаниями, чем прилегающие почвы атмосферного увлажнения. Для Полесья можно с уверенностью говорить, что почвы грунтового увлажнения обладают близкой к нейтральной и нейтральной реакцией, часто карбонатны, содержат в перегнойных горизонтах больше 5%, а иногда и больше 10% мягкого гумуса.

**Схема классификации почвенных сочетаний западной части природной области
Белорусского Полесья**

Почвенно-геоморфологические районы	Подрайоны		«Угодья» (монареалы почв)*	Почвенные разновидности (индексы)**	«Угодья» (сочетания почв)	Почвенные разновидности (индексы)		Варианты сочетаний		
	по геоморфологии	по литологии				доминанты	сопутствующие	по участию доминантов	по неоднородности почвенного покрова	по другим признакам
Предполесье	Высокое	Моренные суглинки и супеси	А Б В		А Б В					
		Водно-ледниковые супеси и суглинки, подстилаемые мореной	А Б В		А Б В					
		Водно-ледниковые супеси, подстилаемые песками и пески	А Б В		А Б В					
	Низкое	Торфяники (крупные массивы)	А (верховые) Б (осушенные) В Г		А Б В Г					
		Водно-ледниковые супеси и суглинки, подстилаемые мореной с глубины 0,5—1,0 м	А Б В		А Б В					
		Водно-ледниковые пески и супеси, подстилаемые мореной с глубины 1,5—2,0 м	А Б В		А Б В					
Полесье	—	Водно-ледниковые и древнеаллювиальные пески и супеси	А Б В		А Б В					
		Торфяники (крупные массивы)	А (верховые) Б (осушенные) В Г		А Б В Г					
Пойма и I надпойменная терраса, Припяти	Пойма	Не разработаны								
	Пойма с островками I террасы									
	I надпойменная терраса									

* Угодья разделяются на: А — «лесные угодья»; Б — «пахотно-луговые угодья», В — «луговые угодья», Г — «болота».

** Графа «Почвенные разновидности» заполняется индексами или номерами систематического списка почв данной территории.

* Угодья разделяются на: А — «лесные угодья»; Б — «пахотно-луговые угодья», В — «луговые угодья», Г — «болота».

** Графа «Почвенные разновидности» заполняется индексами или номерами систематического списка почв данной территории.

Особенностью сочетаний луговых угодий является то, что очень часто небольшие повышения, которые по высоте должны относиться к категории микрорельефа, представляют собой «островки», густо разбросанные на фоне понижения. Общая площадь островков составляет от 30 до 50% площади всего угодья. Такого рода сочетания располагаются как бы в двух уровнях. Островки могут быть заняты дерново-подзолистыми полугидроморфными почвами на фоне дерново-глееватых и глеевых, или островки — это дерново-глееватые (часто карбонатные) и глеевые почвы на фоне торфянисто- и торфяно-глеевых низинного типа. Реже на островках встречаются почвы атмосферного увлажнения. Во всех случаях такие сочетания относятся к категории луговых угодий.

В связи с такой особенностью почвенного покрова варианты его предполагается выделить по степени контрастности или неоднородности, однако пока такая работа еще не проведена, и трудно сказать, как будет выглядеть группировка.

Пример лугового угодья дает рис. 1, а.

Угодья, называемые «болота», приняты условно, к ним относятся болота любого типа не менее 100 га и конфигурации, удобной для мелиорации. Подразделение «болот» на варианты пока также не разработано.

Указание типа (низинный, переходный, верховой), положение в рельефе (пойма или водораздел), мощность торфа — все эти характеристики идут не в ранге сочетаний. На долю сочетаний скорее всего останется неоднородность по глубинам торфа, которая в Полесье нередко достаточно выражена и причиняет большие неудобства на осушенных землях, когда среди торфяника появляются «лысушки», т. е. выходы на поверхность песка в результате быстрой минерализации маломощного слоя торфа.

Тщательный анализ материалов зондирования торфа может дать в дальнейшем основания для выделения вариантов «болот» по их сложности.

Характеристика сочетаний Собственно Полесья показывает, как нам кажется, что подобные сочетания по роду использования могут быть выделены в каждом из трех почвенно-геоморфологических районов, а значит, можно построить классификационную схему, которая пока еще ни в коем случае не претендует на законченность.

Размеры статьи не позволяют даже кратко описать сочетания Предполесья и поймы, но в классификационную схему они включены. Однородные ареалы (моноареалы) почв также могут быть включены в схему и отнесены к тому или иному виду угодий.

Обращаясь к понятиям математики, можно считать, что классификационная схема довольно хорошо укладывается в определение системы, где природная область представляет собой универсум, а дальнейшие подразделения — множества и подмножества, последовательно снижающиеся на один уровень и заканчивающиеся достаточно индивидуализированным элементом — почвенной разновидностью. Сочетания почв, поскольку они являются не примером логического заключения, а реально существующими объектами природы, находятся в равновесном состоянии со средой в состоянии гомеостазиса. Определив это состояние количественно для каждого сочетания (хотя бы, например, по запасам влаги), можно с некоторым основанием предположить, что дальнейшее привлечение математики для прогнозирования и проектирования позволит сделать рассматриваемую систему управляемой.

ЛИТЕРАТУРА

Дубслаф. Г. Своеобороты с учетом местных условий. М., 1966.

Таблица 1

Компоненты почвенного покрова в ландшафтах районов валдайских отложений Бело

Ландшафт	Почвы с упрощенным профилем *				Почвы с нормальным профилем
	Очень сильно смытые	Сильно смытые	Средне смытые	Слабо смытые	
Конечноморенный					Среднеподзолистые на легких моренных суглинках
Долинно-моренный			Средне смытые	Слабо смытые	Слабоподзолистые на связных моренных супесях
Озерно-ледниковый				Глееватые (без горизонта A_{2g})	Дерново-подзолистые глееватые среднесуглинистые, подстилаемые озерными глинами
Озерные террасы		Очень слабо дерново-глеевые	Слабо дерново-глеевые	Средне дерново-глеевые	Дерново-глеевые на озерных песках
Камовый				Слабо смытые	Дерново-карбонатные слабо развитые

* В понятие «почвы с упрощенным профилем» входит отсутствие или слабое развитие генетических горизонтов.

го покрова. Сложная и сильно контрастная эрозионно-литогенная структура почвенного покрова конечноморенного ландшафта, на эволюции которой в наибольшей степени сказалось влияние человека, требует использования разнообразного набора сельскохозяйственных культур, дифференцированного применения удобрений, агротехнических, мелиоративных приемов и т. д.

Изучавшийся участок донноморенного ландшафта, лежащий на стыке Браславской конечноморенной гряды и Полоцкой озерно-ледниковой низины, несет в себе элементы морфологии и структур почвенного покрова обоих образований (рис. 1, б).

В тех случаях, когда рельеф данного ландшафта приобретает равнинный облик с очень длинными пологими склонами, структуру формируют ряды почв с постепенной и последовательной сменой от нормально увлажненных почв самых верхних частей склонов через временно избыточно увлажняемые глееватые и глеевые однородного (или близкого) механического состава почвы средних частей склонов к торфяно-глеевым и торфяным почвам мелких котловин (с периферии — низинного, к центру — переходного типов). На участках со слабо всхолмленным рельефом развиваются эрозионные процессы, вследствие чего здесь типичны средние и слабо смытые, в нижних частях — слабо, редко средние и сильно смытые почвы. Резко усложняется структура почвенного покрова в пределах распространения бугристо-мелкозападинного рельефа («пережеванный» рельеф), где на буграх располагаются дерново-карбонатные, гравийно-хрящеватые почвы, сменяющиеся на протяжении всего 7—10 м в блюдцах торфянисто- и торфяно-глеевыми почвами.

В направлении сверху вниз происходит нарастание мощности и изменение фракционного состава весьма характерных для почв данного ландшафта песчаных прослоек — от 0,2—0,3 м с преобладанием более крупных фракций песка, в верхних частях склонов до 0,6—0,9 м и преобладанием мелких фракций в нижних частях. Однако нередко бывает наоборот, когда на повышениях залегают более мощные (0,6—0,8 м) слои песка.

Мощность песчаных прослоек значительно возрастает в юго-восточном направлении, в сторону обширной озерно-ледниковой низины.

Почвы с усложненным профилем **				Основные факторы, определяющие пестроту почв
Слабо намывые	Средне намывые	Сильно намывые	Очень сильно намывые	Сильная эрозия; сложная литология
Слабо намывые, временно избыточно увлажненные		Сильно намывые, оглеенные внизу		Эрозия; литология; увлажнение
Глеевые (с мощным горизонтом A_{2g})				Увлажнение
				Возраст
		Сильно намывые		Эрозия (слабая)

** В понятие «почвы с усложненным профилем» входит присутствие новых или увеличение мощности горизонтов.

а вместе с ними упрощается и строение почвенного покрова. В этом же направлении происходит увеличение кислотности почв до 4,8—5,0 pH (в целом для почв ландшафта характерны pH 5,5—6,5, и это одно из интересных явлений, требующих в дальнейшем изучения и объяснения), и диагностика почв при картировании по морфологическим признакам находит четкое обоснование в химических показателях. Таким образом, структура почвенного покрова донноморенного ландшафта достаточно сложна (диапазоны колебаний величины почвенных контуров значительны — от 0,06—0,07 до 14,2 га, при весьма неравномерном распределении их по площади) и может быть в различной степени контрастной.

Озерно-ледниковый тип ландшафта (рис. 1, в) по генезису, рельефу и характеру почвообразующих пород резко контрастирует с конечно-моренным ландшафтом. Плоский рельеф и однородность тяжелых по механическому составу почвообразующих и подстилающих пород обуславливает широкое развитие процессов поверхностного заболачивания. Поэтому генетически данную структуру можно классифицировать как гидроморфную. Однако диагностика оттенков гидроморфизма при картировании значительно затруднена, поскольку такой морфологически существенный горизонт, как осветленный сизоватый гор. A_{2g} , зачастую отсутствует вследствие припахивания и других причин. Вспашка, в данном случае узкозагонная, вызывает трудности и при установлении истинной мощности перегнойного горизонта, поскольку благодаря ей создается своеобразный нанорельеф в виде длинных и узких (4—8 м) агрогрядок с выпуклой центральной частью, где припахан более мощный (до 35—40 см) перегнойный горизонт, в то время как в приборозной части его мощность составляет 6—12 см.

Разнообразия, которые вносят эти явления, почти не сказываются на усложнении структуры почвенного покрова данного ландшафта. Более существенную роль в этом отношении играют выходы на дневную поверхность донной морены в виде очень невысоких (до 0,7—1,5 м) и выположенных грядообразных повышений, а также небольшие (0,1—0,5 га), слабо врезанные (0,25 м) блюдца. Однако площади, на которых распространены почвы этих местоположений, весьма невелики (около 15% площади ключа).

Наличием этих категорий микрорельефа может быть объяснена очевидная закономерность дифференциации механического состава верхних горизонтов почв — от легких пылевато-песчанистых суглинков наиболее повышенных частей (выступ донной морены) через обширные плакорные пространства со средними пылеватými суглинками к тяжелым иловато-пылеватым суглинкам блюдец. В этом же направлении происходит увеличение признаков гидроморфизма (ряд: временно избыточно увлажняемые глееватые — глеевые почвы, которые замыкают торфяно-болотные почвы переходного и верхового, реже — низинного типов). Смена этих почвенных разновидностей происходит чаще постепенно, на расстоянии 40—70 м.

Несмотря на значительное варьирование величин почвенных контуров (от 0,1 до 21,4 га), структура почвенного покрова озерно-ледникового ландшафта является достаточно однородной (большая часть площади ключа занята крупными почвенными контурами — 4—15 га и более) и слабо контрастной. Влияние человека на эволюцию данной структуры простиралось не так глубоко и не так сильно, как, например, в конечноморенном или донноморенном ландшафтах. Своеобразие и характер увлажнения определили более узкий набор возделываемых культур.

Ландшафт озерных террас (рис. 1, г) характеризуется локальным распространением и представляет интерес со стороны исключительной молодости своих структур почвенного покрова. Компонентами их являются варианты дерново- и торфяно-болотных почв, различающиеся преимущественно по признаку мощности перегнойного или торфянистого горизонта. На первой террасе (пойме) мощность A_1 (At) только в блюдцах превышает 5 см, на второй террасе составляет 18—25 см и только в центральной части этой террасы — 10—12 см. Существенные изменения претерпевает состав органической части почвы.

Структура почвенного покрова второй террасы более сложная, количество элементарных почвенных ареалов возрастает, а диагностика почв более определена, причем по более существенным признакам: изменению механического состава, степени увлажнения. Почвы береговых валов (современных и древних) имеют свою, несколько иную линию развития.

Средняя величина элементарного ареала озерных террас (в целом) равна 0,3 га, общая амплитуда колебаний — от 0,015 до 2,2 га. Для второй террасы обычны ареалы в 0,4—0,6 га. Степень контрастности данных структур слабая.

Камовый тип ландшафта (см. рис. 1, г) является зачастую неотделимой частью конечноморенного ледникового комплекса. Его отличается несложная и слабо контрастная структура почвенного покрова, особенно в тех случаях, когда камовые холмы сложены только отсортированным песчаным материалом без моренного суглинистого чехла. Слабая дифференциация почвенного покрова может быть вызвана в основном эрозионными факторами. Компонентами данной структуры являются две-три разновидности дерново-карбонатных песчаных почв, очень слабо развитых, с карликовыми (2—5 см) дерновыми горизонтами. Возможности сельскохозяйственного использования почв структуры камовых холмов весьма ограничены.

Описанные типы структур не исчерпывают разнообразия структур и ландшафтов районов валдайских отложений Белоруссии. Проведенные исследования позволяют более точно характеризовать почвы, привлекают пристальное внимание к генетической стороне почв, дают достаточные обоснования для выбора оптимального масштаба картирования почв каждого ландшафта.

- Дементьев В. А. Основные черты рельефа и геоморфологические районы Белоруссии.— Вопросы географии Белоруссии, вып. I. Минск, 1960.
- Нейштадт М. И. О методах изучения голоценовых отложений и применяемой терминологии.— В сб.: Палеогеография и хронология верхнего плейстоцена и голоцена по данным радиоуглеродного метода. М., 1965.
- Роговой П. П., Медведев А. Г., Булгаков Н. П., Четвериков В. П., Лупинович И. С. (ред.). Почвы БССР. Минск, АН БССР, 1952.
- Фридланд В. М. О структуре (строении) почвенного покрова.— Почвоведение, 1965, № 4.

РАЗВИТИЕ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПОД ВЛИЯНИЕМ ОКУЛЬТУРИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ МЕЛКОХОЛМИСТОГО РЕЛЬЕФА ЛАТВИИ

Р. Я. Сталбов

Большой объем проводимых в настоящее время в Латвии мелиоративных работ создает благоприятные условия для коренной реконструкции и улучшения территории с целью ее использования в сельскохозяйственном производстве и формирования культурного ландшафта.

Мелиоративные мероприятия, которые включают осушение, известкование, культуртехнические и другие виды работ, непосредственно влияют на весь комплекс природных условий и в первую очередь на почвенный покров.

Правильное прогнозирование изменений почвенного покрова под влиянием мелиорации и других приемов окультуривания имеет большое значение для рационального использования и охраны земель. Особенно важно это в условиях холмистого рельефа, для которого характерны процессы эрозии, динамичности развития и резкая контрастность структуры почвенного покрова.

Холмистый рельеф характерен примерно для $\frac{1}{3}$ территории республики. Наиболее распространен мелкохолмистый рельеф, который представляет собой комплекс форм мелких холмов и переувлажненных межхолмовых впадин.

По разработанной в республике классификации рельефа (Меллума, 1968), мелкими следует считать в основном моренные и водно-ледниковые холмы с относительной высотой менее 10 м, занимающие площадь до 2—6 га.

Ввиду хороших условий естественного дренажа, почвы холмов продолжительно и интенсивно использовались под пашню, что коренным образом изменило структуру почвенного покрова (Раман, Ава, 1964; Меллума, 1966; Сталбов, 1966, 1967; Шварцайте, 1967).

По исследованиям реликтовых и погребенных почв и делювиальных шлейфов установлено, что почвенный покров моренных мелких холмов в доагрикультурный период под покровом леса был весьма однородным и состоял из среднеподзолистых почв (Сталбов, 1965). Интенсивность оподзоливания под влиянием внутрипочвенного стока нарастала по направлению от вершины к подножию, где под влиянием грунтовых вод переувлажненных впадин сток задерживался, что способствовало более интенсивному оподзоливанию и оглеению. Геоморфологический ряд почв в условиях мелкохолмистого рельефа в доагрикультурный период был представлен среднеподзолистыми почвами

на склонах, дерново-подзолисто-глеевыми у подножий склонов и дерново-перегнойно-глеевыми или торфяными почвами в переувлажненных впадинах.

Процесс окультуривания эрозионноопасных почв на склонах в условиях Латвии, по Круминьшу (1964), следует подразделить на два этапа: а) процесс первичного окультуривания, который совершается на фоне девственных, лесных почв под влиянием вовлечения их в пашню и экстенсивного использования, что связано с процессами эрозии, обусловливающими замену девственных лесных почв сложной мозаикой, эродированных и делювиальных почв; б) процесс вторичного окультуривания, который осуществляется на фоне эродированных почв после прекращения процессов эрозии. В условиях рационального использования с применением специальной агротехники и высоких доз удобрений почвы склонов превращаются в плодородные культурные почвы.

Вовлечению в пашню предшествовало уничтожение лесной растительности, что привело к резкому увеличению поверхностного стока, смыва почв и переноса и отложения продуктов эрозии. Одновременно на склоне уменьшились инфильтрация воды, интенсивность выщелачивания и оподзоливания почв.

Разрушению девственного покрова почв, кроме смыва, значительно способствовала также агротехническая эрозия — систематический сдвиг почвы вниз по склону сельскохозяйственными машинами и орудиями. Процессы эрозии в течение веков сгладили характерный для склонов микрорельеф, заполняя депрессии делювиальным материалом; у подножия склонов образовались террасы напахивания, а в депрессиях — делювиальные шлейфы. Имея в виду небольшой объем мелких холмов, за длительный период использования, процессы эрозии существенно изменили профиль и очертание холмов. Высота холмов уменьшилась на 1—1,5 м, удлинились склоны за счет погребения делювием глеевых и торфяных почв впадин; уменьшилась крутизна склона в связи со сглаживанием вершин и накоплением делювия у подножия.

В результате этого процесса почвы склона превратились в сложную мозаику резко контрастных эродированных и делювиальных почв, размещение которых определяют погребенный микрорельеф, крутизна и форма склонов, наличие дорог, старых меж и др.

Следует подчеркнуть, что эродированные и делювиальные почвы не всегда ясно дифференцированы и создают большую пестроту почв не только в плане, но и в вертикальном сечении. Так, например, в средней части склона в связи с изменением крутизны может формироваться делювиальная почва на погребенной сильно эродированной почве.

Обращают на себя внимание также специфические почвы транзювиальных местоположений на склонах, которые, следуя изменениям крутизны склона, проходят стадии эродированных, эродированно-делювиальных и делювиальных почв.

В стадии их эродированно-делювиального развития наблюдается динамическое равновесие поступления и сноса материала. При преобладании первого происходит формирование делювиальных почв, которые далеко не всегда представляют накопление продуктов эрозии на почве с нормальным профилем, ибо делювиальные почвы часто формируются на эродированных почвах. При этом в начальной фазе формируется маломощная делювиальная почва, гумусовый горизонт которой может быть меньшим, чем у неэродированной дерново-подзолистой почвы.

Процессы эрозии, являющиеся наиболее динамичными и определяющими структуру почвенного покрова склонов в целом, не следует рассматривать только как процессы деградации девственных почв.

В результате векового окультуривания — смены лесной растительности сельскохозяйственными культурами, обработкой и удобрением —

формировалась комбинация специфических склоновых почв, представленная мозаикой эродированных и делювиальных почв. Эти почвы имеют резко контрастные свойства и, следовательно, различную агропроизводственную ценность. Это дает основание классифицировать их на уровне подтипа подзолистых почв.

В результате первичного окультуривания дифференцировалась также структура почвенного покрова межхолмовых впадин.

С нарастанием поверхностного стока и развития эрозии на склонах поступление продуктов смыва в замкнутые заболоченные впадины резко увеличивается.

По краям впадин нагромождаются продукты агротехнической эрозии, создавая террасы напахивания и погребая глеевые и торфянистые почвы, образовавшиеся на переходе от подножий склонов к впадинам.

Далее к центру впадин, в зависимости от количества поступающих продуктов смыва, наносы погребают торфяные почвы, создавая минеральные делювиальные почвы, двухчленные делювиально-торфяные почвы или широкий спектр торфяно-делювиальных почв с резко повышенной зольностью порядка 30—60 %. В центральную часть небольших впадин поступают продукты эрозии в виде суспензий и растворов, влияние которых на развитие почв требует специальных исследований.

В результате первичного окультуривания структура почвенного покрова в небольших впадинах представлена концентрическими полосами различных почв. Ширина полос и степени выраженности делювиального процесса изменяются в зависимости от крутизны склона и других факторов, определяющих количество поступающих наносов.

В целом структура почвенного покрова мелкохолмистого рельефа в результате первичного окультуривания стала значительно более контрастной в пределах отдельных форм рельефа внутри геоморфологических рядов автоморфных почв на элювиально-делювиальных местоположениях и рядов гидроморфных и полугидроморфных почв на супераквальных местоположениях.

Наиболее характерные черты вторичного окультуривания проявляются после проведения комплекса мелиоративных работ, которые существенно изменяют направление развития всех почв.

После осушения и осуществления в межхолмовых впадинах культурно-технических работ проводится массивизация (укрупнение) полей, в процессе которой вся площадь мезокомбинации почв мелкохолмистого рельефа включается в одно угодье и в дальнейшем используется совместно под одной культурой.

Массивизация в одно угодье является необходимым требованием для интенсивного использования территорий с мелкохолмистым рельефом в условиях комплексно механизированного сельского хозяйства.

Для этого в ходе мелиорации бульдозерами проводятся планировочные работы весьма большого объема: сглаживаются вековые террасы напахивания, а также отдельные, мешающие обработке элементы склона, материал которых разравнивается на торфяно-делювиальных почвах впадин. В последнее время разработаны проекты мелиоративного торфования эродированных склонов, которые на мелкохолмистом рельефе будут применяться совместно с планировкой склонов и глинованием торфяных почв.

Все эти мероприятия по формированию культурных почв в процессе вторичного окультуривания эродированных почв направлены на прекращение эрозии, создание благоприятных технологических условий для эффективного применения современной техники, уменьшение контрастности почвенного покрова и тем самым — на резкое повышение производительности почв.

Процесс окультуривания эродированных почв ускоряется системой противозерозионных мероприятий, в первую очередь правильной органи-

зацией территории и более интенсивным, дифференцированным внесением удобрений. Противозерозионные мероприятия должны применяться дифференцированно с полным учетом форм разной крутизны склонов.

Крутосклонный мелкохолмистый рельеф в интересах охраны почв после массивизации угодий используется для культурных пастбищ. Этим полностью прекращаются процессы эрозии и при использовании повышенных доз удобрений обеспечивается окультуривание и резкое повышение продуктивности и эродированных почв в процессе рационального их использования.

В условиях пологосклонного мелкохолмистого рельефа целесообразно проводить планировочные работы в объеме, обеспечивающем их защиту от эрозии при использовании в полевом противозерозионном севообороте. Для этого после планировки применяется мелиоративное торфование для создания перегнойного горизонта на грунте, который обычно представлен моренными карбонатными суглинками, т. е. в процессе вторичного окультуривания создается и в дальнейшем, путем удобрения, поддерживается искусственная культурная почва, резко отличающаяся как от девственных, так и от эродированно-делювиальных дерново-подзолистых почв склонов.

В процессе вторичного окультуривания существенные изменения структуры почвенного покрова происходят также на торфяно-делювиальных почвах межхолмовых впадин. Особенность этих почв, как уже отмечалось, — намыв делювия, что проявляется в прогребении торфа или в значительном повышении его зольности. Этими свойствами почвы межхолмовых впадин существенно отличаются от торфяных почв болот, развивающихся в условиях равнинного рельефа. В результате планировки содержание минеральных частиц в торфяных почвах значительно повышается, в связи с чем уменьшается контрастность почв вновь создаваемых массивов, что имеет важное значение при использовании их в полевом севообороте. Так, например, уменьшается высокая контрастность эродированных и торфяно-делювиальных почв, с которой связаны различные сроки созревания хлебов, что приводит к значительным потерям зерна при уборке.)

При вовлечении в полевой севооборот торфяно-делювиальных почв, в результате осушения и систематической обработки происходит их оседание и интенсивная минерализация торфа со средней скоростью примерно 1 см в год. Кроме того, как показали наши исследования, в межхолмовых впадинах под ровной поверхностью торфа погребен весьма выраженный микрорельеф. В результате оседания и минерализации торфа будут затронуты пахотой и смешаны с торфом повышения микрорельефа и тем самым будет ускорен процесс формирования своеобразных перегнойно-минеральных культурных почв вместо торфяно-делювиальных почв, созданных в процессе первичного окультуривания.

В результате вторичного окультуривания наблюдается изменение контрастности компонентов структуры почвенного покрова как на склонах, так и в межхолмовых впадинах. Однако сохраняется значительная степень контрастности почвенного покрова склонов и впадин, учет которой имеет большое агрономическое значение.

Таковы основные черты развития структуры почвенного покрова под воздействием окультуривания в условиях мелкохолмистого рельефа, где при высоком уровне сельского хозяйства ведущим фактором почвообразования становится деятельность человека, в значительной степени сглаживающая неблагоприятные особенности природной среды. Итак, при длительной распашке почв в условиях мелкохолмистого рельефа развивается интенсивная эрозия, под влиянием которой на склонах происходит замена девственных среднеподзолистых почв мозаикой эродированно-делювиальных почв; в межхолмовых впадинах на торфяных почвах формируется широкий спектр делювиальных двучленных почв на по-

гребенном торфе, делювиальных торфяных и торфяно-делювиальных почв.

Учитывая особенности развития почвенного покрова склонов под влиянием сложного взаимодействия эрозии и окультуривания, резкой контрастности свойств и агропроизводственной ценности почв, следует выделить на уровне подтипа дерново-подзолисто-эродированные и дерново-подзолисто-делювиальные почвы.

В процессе окультуривания следует различать два этапа в развитии структуры почвенного покрова мелкохолмистых районов:

а) в результате первичного окультуривания в условиях низкого уровня ведения хозяйства резко возрастает контрастность почв как между автоморфными эродированными и делювиальными почвами склонов, так и между делювиальными и торфяными гидроморфными почвами межхолмовых впадин;

б) в результате вторичного окультуривания при коренной мелиорации всего ландшафта и высоком уровне ведения хозяйства происходит уменьшение контрастности компонентов структуры почвенного покрова и формирование культурных почв как на склонах, так и в межхолмовых впадинах.

ЛИТЕРАТУРА

- Круминьш К.* Классификация и систематика окультуренных почв Советской Прибалтики.— Доклады к VIII Международному конгрессу почвоведов. Елгава, 1964.
- Меллума А.* Некоторые замечания об изучении денудации почв Латвийской ССР.— В кн.: Очерки по физической географии. Рига, «Зинатне», 1966.
- Меллума А.* Роль рельефа в образовании малых географических комплексов и методика его изучения для нужд сельскохозяйственного производства (на примере холмистого рельефа Латвийской ССР). Рига, 1968.
- Раман К., Ава Р.* О некоторых закономерностях размещения почвенного покрова в условиях холмистого рельефа.— Доклады к VIII Международному конгрессу почвоведов. Елгава, 1964.
- Сталбов Р.* Почвенные сочетания мелкохолмистого рельефа южной части Центральной Видземской возвышенности.— В сб.: Почва и урожай, т. 13. Рига, «Лиесма», 1965.
- Сталбов Р.* Агропочвенное районирование южной части Видземской Центральной возвышенности Латвийской ССР. Елгава, 1966.
- Сталбов Р.* Агротехническая эрозия почв.— В сб.: Исследование некоторых вопросов земледелия. Рига, «Звайгзне», 1967.
- Шварцман Э.* Об антропогенном преобразовании ландшафтов Судовской возвышенности.— В сб.: Географический ежегодник АН Лит. ССР, т. VII. Вильнюс, «Минтис», 1967.

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЕДИНИЦ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В УСЛОВИЯХ ХОЛМИСТОГО РЕЛЬЕФА ЛЕДНИКОВОЙ АККУМУЛЯЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ЛАТВИЙСКОЙ ССР)

А. Ж. Меллума

Выяснение закономерностей формирования взаимно соподчиненных пространственных единиц почвенного покрова это лишь один, но весьма существенный аспект изучения структуры почвенного покрова, имеющий непосредственную связь с картографированием почв, в частности, с разработкой методических приемов показа структуры почвенного покрова на картах разных масштабов. В целом подход к решению этой

задачи, как и во всех географических исследованиях (например, Крауклис, Михеев, 1965; Шмитхюзен, 1966; Хаггет, 1968; Neef, 1963, и др.), связан с проблемой масштаба. Именно исследования разных масштабов раскрывают разные, но для каждого масштаба вполне определенные пространственные закономерности строения почвенного покрова. Как правило, с уменьшением масштаба увеличивается необходимость учета более общих ландшафтно-географических закономерностей.

В настоящей работе дается обзор методических подходов к анализу пространственных закономерностей почвенного покрова, разработанных на основе ландшафтных и почвенно-географических исследований холмистых возвышенностей Латвийской ССР.

Исходные положения

В первую очередь, говоря о формировании пространственных единиц, мы имеем в виду в равной мере как их обособление в пространстве, так и дифференциацию их внутренней структуры. Первое обуславливает выделение на картах ареалов единиц почвенного покрова определенного таксономического ранга, второе — установление их качественного своеобразия.

Далее, в настоящее время можно считать общепризнанным утверждение, что в условиях холмистого (и вообще расчлененного) рельефа основные, наиболее устойчивые закономерности пространственной дифференциации и обособления единиц почвенного покрова определяются рельефом. Однако материалы исследований показывают, что при формировании пространственных единиц почвенного покрова разных таксономических рангов значение определяющих факторов приобретают какие-то отдельные свойства, показатели или функции рельефа. Некоторые моменты этого вопроса нами рассмотрены уже ранее (Меллума, 1969а), а отдельные конкретные формы влияния рельефа на формирование пространственных единиц почвенного покрова будут более подробно показаны ниже.

Наряду с рельефом существенное влияние на структуру почвенного покрова, особенно сельскохозяйственных земель, оказывают антропогенные факторы. К числу таких относятся следующие проявления хозяйственной деятельности человека: 1) размещение разных видов угодий (лесов, лугов, пашни); 2) смена способов и видов использования отдельных контуров угодий в течение исторического времени; 3) приуроченность отдельных контуров сельскохозяйственных угодий к формам рельефа; 4) расположение на склонах дорог, канав и границ земельных угодий; 5) обработка почвы как таковая; 6) способы пахоты; 7) осушительная мелиорация; 8) удобрение и известкование почв. Кроме того, к числу антропогенных факторов относятся проявления стихийного воздействия человека на природу и, в частности, на почвенный покров, — как прямые, так и косвенные. Как видно, действие антропогенных факторов весьма многообразно. Кроме того, эти факторы не действуют изолированно, и поэтому наблюдается совместное влияние если не всех, то большинства названных проявлений хозяйственной (а также стихийной) деятельности человека на структуру почвенного покрова. В каждом конкретном случае антропогенные факторы либо усиливают, либо тормозят, либо полностью изменяют действие природных факторов. Отметим также, что влияние антропогенных факторов, как и рельефа, может быть учтено по-разному в исследованиях разных масштабов.

В результате столь многообразного и длительного влияния антропогенных факторов в Латвии сильно преобразован весь комплекс природных условий и в первую очередь почвенно-растительный покров. Очевидно, особую роль сыграло подсечное земледелие, особенно в хол-

мистых районах республики, где обработка почвы, помимо своего непосредственного влияния, вызвала развитие эрозии почв на склонах. Поскольку во время господства подсечного земледелия обработке подвергались большие площади, можно без преувеличения сказать, что на холмистых возвышенностях практически нет не измененных человеком почв. Об этом свидетельствуют также ясные черты предшествующей обработки в почвенном покрове под лесами, расположенными в настоящее время на холмах. Оценивая результаты влияния хозяйственной деятельности человека, следует иметь в виду, что в одних местах она привела к улучшению почвенных свойств и гомогенизации почвенного покрова, в других же — к развитию эрозии почв и сильной дифференциации последнего. Нельзя не отметить, что в наши дни влияние антропогенных факторов на структуру почвенного покрова является более сильным и глубоким, чем когда-либо, и это влияние носит как положительный, так и отрицательный характер.

Таким образом, в почвенном покрове сочетаются признаки природные, обусловленные исключительно природными факторами, и антропогенные разной продолжительности существования: 1) реликтовые, связанные с предшествующим использованием земель, и 2) современные, связанные с существующим использованием и мелиоративно-преобразовательными мероприятиями.

Поэтому мы считаем необходимым дифференцировать представление о структуре почвенного покрова, различая потенциальную и актуальную структуры почвенного покрова. Первая обусловлена исключительно природными факторами (рельефом, увлажнением, литологией отложений, растительностью), вторая — сложным взаимодействием антропогенных и природных факторов в течение длительного времени. Отметим, что с уменьшением масштаба исследования возрастает значение учета закономерностей потенциальной структуры почвенного покрова. Очевидно, имея в виду темпы и глубину изменения почв посредством различных мелиоративных мероприятий, следует в дальнейшем разработать также представления о перспективной структуре почвенного покрова, в частности, разработать модели оптимальной почвенной структуры для разных физико-географических условий.

Наконец, при изучении структуры почвенного покрова нами сделан упор на выяснение закономерностей пространственного порядка, которые в основном рассматриваются как статическое выражение структуры (Richter, 1968). Однако анализ способов пространственного сочетания структурных элементов сложных (гетерогенных) единиц почвенного покрова выявляет также некоторые их динамические связи. Отметим, что при выборе приемов анализа пространственной структуры гетерогенных единиц мы исходили из следующего положения: элементами структуры данной сложной единицы являются единицы соседнего низшего ранга, последние рассматриваются как целое (Вальт, 1963).

Вопросы типологии и картирования почвенных комбинаций холмистого рельефа

Как это показано нами уже ранее (Меллума, 1969а), в условиях холмистого рельефа ледниковой аккумуляции формирование гомогенных единиц почвенного покрова (потенциальных элементарных ареалов) связано с элементами рельефа, гетерогенных (комплексов и сочетаний) — с отдельными его формами или пространственными комплексами форм. В отмеченной работе показаны также основные черты формирования внутренней структуры этих единиц, поэтому далее внимание преимущественно будет обращено на вопросы их типологии и картирования.

лы в этом масштабе выделяются только на возвышенных равнинах и в межхолмных низинах. Поэтому ближайшей задачей является разработка методического руководства для полевого картирования почвенных комплексов холмистого рельефа, учитывая возможность использования отдельных его свойств в качестве индикационных признаков (для разграничения, установления сложности пространственной структуры и пр.).

В 1968 г. нами было проведено картирование комплексов почв на эталонном участке с учетом изложенных выше принципов их выделения и типологии. На экспериментальной карте цветным фоном показаны почвенные комплексы и однородные контуры почв, для каждого класса подобрана своя цветовая гамма. Штриховкой различного типа и направления изображен литологический состав отложений и характер его неоднородности. Черная штриховка использована для показа бескарбонатных, а красная — карбонатных отложений. Цифровыми индексами дается крутизна (в виде преобладающего интервала) для склоновых комплексов. Буквенными индексами на карте показаны некоторые особенности структуры последних, что дает более полное представление о ее сложности. Например, наличие линейных элементов рельефа, явления гидроморфизации и пр. Следует подчеркнуть, что при картировании почвенных комплексов вне нашего внимания остались площади, занятые лесами.

Почвенные сочетания. Как отмечено уже ранее (Меллума, 1969а), в условиях холмистого рельефа почвенные комбинации этого таксономического ранга связаны с комплексами холмов и межхолмных пространств и одиночными крупными, морфологически сложными холмами. Соответственно этим двум группам образований рельефа выделяются также группы почвенных сочетаний, каждая из которых характеризуется особыми закономерностями формирования пространственной структуры. Отметим, что в целом при изучении почвенных сочетаний, по сравнению с комплексами, большее значение приобретает учет закономерностей формирования потенциальной структуры.

В состав комплексов холмов и межхолмных пространств обычно входят простые и групповые холмы (см. подробнее Меллума, 1968, 1969б), на склонах которых формируются склоновые почвенные комплексы. Следовательно, чередование последних с комплексами межхолмных пространств является основной чертой структуры сочетаний этой группы. Детальный анализ особенностей строения холмистого рельефа показал, что в средних масштабах исследования достаточно хорошо различимы комплексы форм рельефа с групповым, плотным и редким расположением холмов (Меллума, 1969б). Поскольку этот показатель отражает пространственное соотношение холмов и межхолмных пространств, он использован нами также при выделении типов почвенных сочетаний, именно: групповохолмистых, плотно- и редкохолмистых. В структуре первых склоновые комплексы занимают более 75%, вторых — 50—75%, третьих — 25—50% площади. Как следующий показатель, использованы размеры холмов, что отражает общие черты контурности внутренней структуры почвенных сочетаний: до 6 га — мелкие, 6—25 га — средние холмы. Таким образом, наш подход к характеристике комплексов форм рельефа несколько отличается от предложенной К. Г. Раманом (1959) методики, в которой размеры холмов (по их относительной высоте и длине склонов) выбраны как основной показатель их характеристики и типологии. Далее, по преобладающей крутизне склонов холмистые сочетания почв подразделяются на пологосклоновые (с крутизной до 10°), крутосклоновые (с крутизной более 10°). При сложности литологического состава отложений в пределах почвенных комплексов представляется возможным дать их характеристику для почвенных сочетаний в более обобщенной форме, учитывая

также основные генетические типы отложений. Мы также выделяем литологически однородные и неоднородные почвенные сочетания. Если при изучении и картировании почвенных комплексов мы могли учитывать размещение лесов и сельскохозяйственных угодий, т. е. реальные контуры почвенных комплексов, созданные хозяйственной деятельностью человека, то для характеристики влияния последней на структуру почвенных сочетаний используется показатель другого порядка — степень освоенности (в % площади сочетания). Установлены три степени освоенности: 1) слабая, преобладают леса (80—100% площади), 2) средняя, сельскохозяйственные угодья занимают 20—60% площади, 3) сильная, сельскохозяйственные угодья занимают более 60% площади сочетания.

В группе крупных одиночных холмов выделяются платообразные холмы и сложнотеррасные массивы. Для почвенного покрова первых характерно сочетание возвышенно-равнинных и склоновых комплексов, для вторых — сложное сочетание склоновых, нередко с участием возвышенно-равнинных комплексов. Склоновые комплексы на платообразных холмах занимают в основном 30%, реже до 50% их площади, а на сложнотеррасных массивах — явно преобладают. В типологии почвенных сочетаний данной группы крутизна склонов, литологический состав отложений и влияние антропогенных факторов учитываются в такой же форме, как это показано в отношении почвенных сочетаний первой группы.

Оптимальным для составления карт почвенных сочетаний холмистого рельефа является масштаб 1 : 100 000. Связано это с характером изображения тех черт рельефа на топографических картах данного масштаба, которые существенны для выделения и типологии почвенных сочетаний, и также с преобладающими размерами площади комплексов холмов и межхолмных пространств. При составлении карты почвенных сочетаний в качестве контурной основы целесообразно использовать карту рельефа того же масштаба (Меллума, 1969б), на которой дана характеристика комплексов форм рельефа и одиночных крупных его форм по отмеченным выше признакам (плотность расположения, размеры, крутизна склонов и пр.). Кроме того, в ходе составления карты должны быть использованы материалы картирования почвенных комплексов на ключевых участках, карты генетических типов отложений и данные о размещении лесов для определения степени освоенности почвенных сочетаний.

Экспериментальные карты почвенных сочетаний были составлены нами для отдельных участков Латгальской возвышенности. На них цветным фоном показаны типы сочетаний, штриховкой — литологический состав отложений, буквенными индексами — размеры холмов, цифровыми — преобладающая крутизна склонов, а внесмачетным значком — степень освоенности.

Таким образом, предлагаемая типология почвенных комбинаций (комплексов и сочетаний) строится на основе учета факторов, определяющих их формирование и какие-либо существенные стороны их внутренней структуры. Такой подход при исключительной сложности почвенного покрова холмистого рельефа ледниковой аккумуляции дает необходимую основу и для изучения комплексов и сочетаний почв как сложных систем, и для более детального анализа их внутренней структуры с применением количественных методов.

ЛИТЕРАТУРА

- Вальс Л. О. Соотношение структуры и элементов. — Вопросы философии, 1963, № 5.
Конке Г., Бертран А. Охрана почвы. М., Изд-во с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1962.
Крауцлис А. А., Михеев В. С. Ландшафтные карты, их содержание, назначение и структура. — В кн.: Картографические методы комплексных географических исследований. Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1965.

- Меллума А. Ж. Роль рельефа в образовании малых географических комплексов и методика его изучения для нужд сельскохозяйственного производства (на примере холмистого рельефа Латвийской ССР). Рига, 1968.
- Меллума А. Ж. Об учете рельефа при почвенно-географических исследованиях (на примере холмистого рельефа Латв.ССР).— Почвоведение, 1969а, № 3.
- Меллума А. Ж. Вопросы методики изучения рельефа как фактора сельскохозяйственного производства (для целей районной планировки).— В кн.: Теория и практика экономического микрорайонирования. Рига, 1969б.
- Раман К. Г. Опыт классификации и типизации географических ландшафтов как основы для физико-географического районирования.— Уч. зап. ЛГУ им. П. Стучки, т. XXVII, 1959.
- Раман К., Ава Ф. О некоторых закономерностях размещения почвенного покрова в условиях холмистого рельефа.— Доклады к VIII Международному конгрессу почвоведов. Елгава, 1964.
- Хаггет П. Пространственный анализ в экономической географии. М., 1968.
- Шмитхюзен И. Общая география растительности. М., «Прогресс», 1966.
- Jahn A. Morphological slope evolution by linear and surface degradation.— «Geogr. polon.», 1968, N 14.
- Kasch W. Methodik einer komplexen landwirtschaftlichen Standortkartierung.— Die Dt. Landwirtschaft, Jg. 13, N. 11, 1962.
- Neef E. Topologische und chorologische Arbeitsweisen in der Landschaftsforschung.— Peterm. geogr. Mitteilungen, N 4, 1963.
- Richter H. Naturräumliche Strukturmodelle.— Peterm. geogr. Mitteilungen, 1968, N 1.
- Uggla H., Mirowski Z. Wplyw erozji wodnej na morfologie i niektre wlasciwosci chemiczne gleb na kilku wzgorzach morenowych Pojezierra Mazurskiego.— Roczn. nauk roln., 1960, F. 74, N 2.

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ВЫСОКОГОРИЙ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ АССР¹

Э. Н. Молчанов

Почвенный покров высокогорий Северного Кавказа и, в частности, его центральной части считается еще мало изученным. Исследовательские работы, начатые на Кавказе В. В. Докучаевым в 1899 г. и продолженные С. А. Захаровым, А. М. Панковым, С. В. Зонном, Ю. А. Ливеровским, О. Н. Михайловской, М. Н. Першиной, В. М. Фридландом и др., носили преимущественно рекогносцировочный характер, в большей мере касались вопросов генезиса высокогорных почв и не ставили своей задачей изучение всего многообразия почвенных комбинаций, составляющих структуру почвенного покрова. Однако вопрос о макрокомбинациях (структуре вертикальной зональности) нашел свою подробную разработку в трудах вышеназванных ученых и в первую очередь в работах В. М. Фридланда (1949, 1951, 1957, 1958), С. В. Зонна (1940, 1946а, 1946б), Н. Н. Розова (1954).

Почвенное районирование, правильная организация территорий хозяйств, учет, оценка земельных фондов немислимы без полного и ясного представления о характере и закономерностях распространения почв.

Накопленный за последние годы в ходе работ по крупномасштабному почвенному обследованию обширный фактический материал позволил уточнить некоторые вопросы классификации горных почв и подготовил основу для детального изучения структуры почвенного покрова.

¹ Работа выполнена под руководством В. М. Фридланда.

Летом 1969 г. в высокогорье Кабардино-Балкарской АССР, в пределах альпийского и субальпийского поясов, на участках с различным геологическим строением (массивно-кристаллические породы, глинистые сланцы и песчаники, известняки), на склонах различной крутизны (0—5, 10—15, 25—35°) и экспозиции (преимущественно северные и северо-западные склоны с наиболее типичными почвами высокогорий, а также южные, юго-восточные, юго-западные и западные склоны) нами было заложено 23 ключа с целью получения сведений, характеризующих морфологию и экологию элементарных почвенных ареалов. Ниже приводятся результаты обработки полученных материалов.

В определении элементарных почвенных ареалов (ЭПА) и их характеристике мы следовали В. М. Фридланду (1965, 1966, 1967). Наиболее низким таксономическим уровнем классификации почв, использовавшимся для выделения ЭПА, принят разряд. Колебания свойств почв внутри ЭПА не выходят за пределы разряда.

Распространение основных типов и подтипов почв в высокогорьях подчинено общему закону вертикальной поясности. Наиболее высокие абсолютные отметки (в границах субнивального пояса) заняты горно-луговыми примитивными почвами. В пределах альпийского пояса сформированы различные разряды горно-луговых альпийских почв, которые с понижением высот переходят в горно-луговые субальпийские или горно-луговые черноземовидные.

Встречающиеся в высокогорьях интразональные типы почв (горно-торфянистые, горные болотные, горные лугово-болотные, горные луговые лесные темноцветные под березовым криволесьем) увеличивают неоднородность почвенного покрова.

Наши исследования показали, что основным фактором формирования структур почвенного покрова как в альпийском, так и в субальпийском поясах является микрорельеф. Малейшие неровности рельефа, самые незначительные изменения крутизны или экспозиции склонов, как правило, приводят к смене почвенного покрова, причем направление почвообразовательного процесса не меняется. Неоднородность почвенного покрова высокогорий в первую очередь связана с разнообразием почв по мощности, скелетности и смывости.

Таблица 1

Размеры элементарных почвенных ареалов высокогорий Кабардино-Балкарской АССР

Биоклиматический пояс	Среднее арифметическое, га $\bar{X}$	Среднее квадратическое отклонение σ	Коэффициент вариации, % C_v	Ошибка среднего арифметического $S_{\bar{X}}$	Распределение ареалов (в % от общего количества) по классам их размеров, га						
					<0,1	0,1—0,2	0,2—0,3	0,3—0,4	0,4—0,5	0,5—0,6	Итого
Альпийский	0,11	0,06	55,0	0,019	50,0	50,0	Нет	Нет	Нет	Нет	100,0
Субальпийский	0,23	0,15	65,3	0,041	15,4	38,4	30,8	Нет	7,7	7,7	100,0

В высокогорьях большое разнообразие почвенно-климатических условий, растительности, литологического состава, крутизны и экспозиции склонов обусловило резкое преобладание элементарных почвенных ареалов малых размеров (91,2% всех исследованных ареалов имеют площади от 0,01 до 0,3 га) (табл. 1). Однако средние их величины для субальпийского пояса более чем в два раза превышают соответствующие показатели для альпийского пояса, что косвенно указывает

на различия в степени сложности почвенного покрова сравниваемых биоклиматических зон.

Наибольшие размеры ареалов отмечены в субальпийском поясе, на широкой выровненной (0—5°) вершине водораздела, сложенного известняками и представленного горно-луговыми черноземовидными почвами, — 0,57 га (ур. Аурсентх) и на крутом (25°) юго-юго-западном склоне с горно-луговыми субальпийскими почвами на элювио-делювии глинистых сланцев — 0,47 га (ур. Уштула); наименьшие (0,014 га) — в альпийском, на вершине хребта с уклоном на восток 2°, с горно-луговыми альпийскими темноцветными плотнoderнинными почвами на элювио-делювии известняков (ур. Кинжал).

Таблица 2

Коэффициенты расчленения элементарных почвенных ареалов высокогорий Кабардино-Балкарской АССР

Биоклиматический пояс	Среднее арифметическое, $\bar{X}$	Среднее квадратическое отклонение, σ	Коэффициент вариации, % Cv	Ошибка среднего арифметического, $S\bar{X}$
Альпийский	1,17	0,28	24,0	0,089
Субальпийский	1,18	0,24	20,4	0,066

Элементарные почвенные ареалы высокогорий характеризуются в основном слабой расчлененностью (табл. 2), если учесть, что величина коэффициента расчленения выпуклых, минимально вытянутых фигур колеблется в пределах 1,00 (у круга) — 1,28 (у равнобедренного треугольника) (Годельман, 1969).

Степень расчлененности не зависит от генетической принадлежности почв, образующих ЭПА, положения ареала в системе вертикальной поясности, литологии, рельефа (экспозиции и крутизны склонов), но, по-видимому, обуславливается определенными сочетаниями перечисленных факторов.

Согласно нашим исследованиям, в условиях высокогорий Кабардино-Балкарии прослеживается общая тенденция к увеличению расчлененности с уменьшением площади ареалов (рис. 1).

Форма элементарного ареала определяет величину коэффициента расчленения, которая находится в прямой зависимости от степени вытянутости и извилистости границ ареала. В высокогорье элементарные почвенные ареалы имеют преимущественно округлую и вытянутую форму, редко линейную. Форма их самым тесным образом связана с формой элементов микрорельефа (бугорков, вытянутых повышений грив, западин, потяжин, микротеррас и т. д.). На склонах, где микрорельеф не выражен, ареалы, как правило, имеют симметричную округлую форму с расположением наибольшей оси вдоль горизонталей. Здесь, возможно, мы встречаемся с частным случаем проявления закона вертикальной зональности — свойства почв в пределах одного и того же высотного уровня меняются более постепенное вдоль горизонталей.

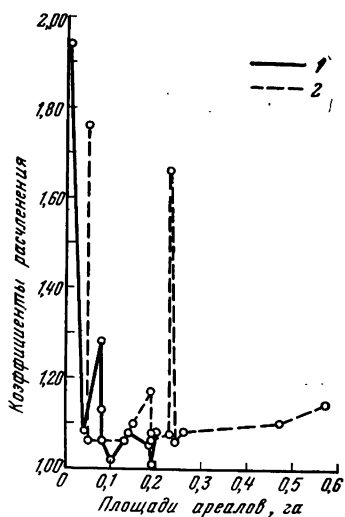


Рис. 1. Зависимость коэффициентов расчленения элементарных почвенных ареалов от их площадей

1 — альпийский пояс; 2 — субальпийский пояс

Важной характеристикой структуры почвенного покрова является контрастность, т. е. степень различия свойств почв, образующих почвенный покров (Фридланд, 1965).

Контрастность почвенного покрова высокогорий Кабардино-Балкарии связана главным образом с наличием почв разной мощности гумусового профиля, скелетности и со смытостью, в меньшей мере с различием по положению в генетическом ряду и с особенностями почвообразующих пород.

При определении контрастности мы пользовались методикой Я. М. Годельмана (1969) и в качестве критериев различия почв приняли первые три показателя: мощность гумусового профиля, скелетность (отдельно щебенчатость и каменистость), степень смытости.

По каждому из этих признаков были построены ряды, в которых почвы располагались соответственно нарастанию определенных свойств: от маломощных до сверхмощных, от нещебенчатых до очень сильно щебенчатых, от некаменистых до очень сильно каменистых, от намытых до выходов горных пород (табл. 3). Согласно Я. М. Годельману принимаем контрастность между крайними членами каждого ряда равной ста процентам, а контрастность любых равноотстоящих в ряду почв — одинаковой.

Таблица 3

Модель для определения контрастности почв высокогорий Кабардино-Балкарской АССР

Ряды							
По мощности гумусового профиля		по каменистости		по щебенчатости		по смытости	
наименование групп	контрастность	наименование групп	контрастность	наименование групп	контрастность	наименование групп	контрастность
Маломощные	0	Некаменистые	0	Нещебенчатые	0	Намытые	0
Среднемощные	33	Слабо каменистые	25	Слабо щебенчатые	25	Несмытые	17
Мощные	67	Средне каменистые	50	Средне щебенчатые	50	Слабо смытые	33
Сверхмощные	100	Сильно каменистые	75	Сильно щебенчатые	75	Средне смытые	50
		Очень сильно каменистые	100	Очень сильно щебенчатые	100	Сильно смытые	67
						Очень сильно смытые	83
						Выходы горных пород	100

Альпийский пояс характеризуется несколько более высокой контрастностью почвенного покрова (рис. 2).

Максимальные значения контрастности по мощности гумусового профиля достигают здесь 67%, в то время как в субальпийском поясе они не превышают 33% (в субальпийском поясе — около 48% длины границ всех ареалов не связано с этим показателем, а 52% границ разделяют смежные по грациям мощности почвы).

Средневзвешенная величина контрастности по мощности гумусового профиля в альпийском поясе ненамного превышает соответствующий показатель субальпийского (табл. 4).

Наиболее четкие различия в контрастности по поясам связаны с каменистостью почв. Средняя контрастность по каменистости в альпийском поясе в два раза больше, чем в субальпийском.

Здесь лишь 33% границ почвенных ареалов не связаны с этим показателем или проходят через контуры, однородные по каменистости, тогда как в субальпийском поясе эта величина достигает 70%. Остальные соответственно 67 и 30% границ разделяют почвы с различной степенью каменистости и контрастностью 25—50%.

Средневзвешенные величины и кривые контрастности почв по щебенчатости и смывости свидетельствуют о небольшой доле участия этих признаков в формировании контрастности почвенного покрова (74—92% границ почвенных ареалов не связаны с этими показателями).

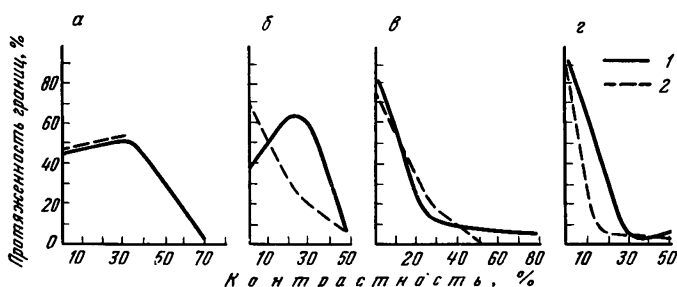


Рис. 2. Протяженность границ (в % от суммарной длины) элементарных почвенных ареалов с различной контрастностью разделяемых ими почв

Контрастность почв: а — по мощности гумусового профиля, б — по каменистости, в — по щебенчатости, г — по степени смывости

1 — альпийский пояс; 2 — субальпийский пояс

Однако и в этом случае контрастность в альпийском поясе несколько выше, чем в субальпийском. Максимальные значения контрастности по щебенчатости достигают здесь 75%, тогда как в субальпийском поясе не превышают 50%. В альпийском поясе по сравнению с субальпийским почвы с высокой степенью контрастности по смывости (не смывые — сильно смывые) встречаются чаще, что свидетельствует о меньшей противозерозионной устойчивости альпийских почв.

Рассчитанные нами обобщенные показатели количественной характеристики структуры почвенного покрова — индекс сложности (I_c), индекс контрастности (I_k) и индекс неоднородности (I_n) — с очевидностью подтверждают наличие существенных различий в структурах почвенного покрова альпийского и субальпийского поясов (см. табл. 4).

Таблица 4

Показатели количественной характеристики структуры почвенного покрова высокогорий Кабардино-Балкарской АССР

Биоклиматический пояс	Средневзвешенные величины контрастности				Индекс сложности I_c	Индекс контрастности I_k	Индекс неоднородности I_n
	по мощности	по каменистости	по щебенчатости	по смывости			
Альпийский	19,05	17,60	7,48	3,46	10,6	48	508,8
Субальпийский	17,24	8,92	6,80	2,98	5,1	36	183,6

Сложность структуры почвенного покрова в альпийском поясе больше, чем в субальпийском, в 2,1 раза, контрастность — в 1,3, неоднородность — в 2,8 раза.

Повышенную контрастность почв альпийского пояса по скелетности и мощности можно объяснить особенностями почвообразования и в

первую очередь сильной зависимостью, в неблагоприятных биоклиматических условиях, интенсивности почвообразовательного процесса от развитого здесь микрорельефа.

Отсутствие в высокогорье значительной контрастности по генетическому ряду подтверждает идею вертикальной дифференциации почвенного покрова.

Рассмотренные в настоящем докладе почвенные комбинации высокогорий Кабардино-Балкарской АССР следует, пользуясь классификацией В. М. Фридланда (1965), отнести в группу микрокомбинаций, преимущественно слабо контрастных (пятнистостей), причем сильнопятнистых.

Задачей исследования структуры почвенного покрова высокогорий является всестороннее изучение микрокомбинаций, а также мезокомбинаций, представленных более сложными почвенными комбинациями — сочетаниями и вариациями.

ЛИТЕРАТУРА

- Годельман Я. М. Структура почвенного покрова и пути ее математического объяснения.— Вопросы исследования и использования почв Молдавии. Сб. V. Кишинев. «Карта Молдовеняскэ», 1969.
- Зонн С. В. Почвы Дагестана.— В кн.: Сельское хозяйство горного Дагестана. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1940.
- Зонн С. В. Краткий почвенно-географический очерк Кабардинской АССР.— В кн.: Природные ресурсы КБАССР. Нальчик, 1946а.
- Зонн С. В. Опыт естественноисторического районирования Дагестана.— Сельское хозяйство Дагестана. М.—Л., 1946б.
- Розов Н. Н. Развитие учения В. В. Докучаева о зональности почв в современный период. Изв. АН СССР, серия геогр., 1954, № 4.
- Фридланд В. М. Опыт изучения вертикальной зональности почв Большого Кавказа.— Автореф. канд. дисс. М., 1949.
- Фридланд В. М. Опыт почвенно-географического разделения горных систем СССР.— Почвоведение, 1951, № 9.
- Фридланд В. М. Опыт почвенно-географического разделения Кавказа.— Вопросы генезиса и географии почв. Изд-во АН СССР, 1957.
- Фридланд В. М. Зависимость структуры вертикальной зональности почв от климата.— Вопросы физической географии. М., Изд-во АН СССР, 1958.
- Фридланд В. М. О структуре (строении) почвенного покрова.— Почвоведение, 1965, № 4.
- Фридланд В. М. Структура почвенного покрова и задачи ее дальнейшего исследования.— Тезисы докладов 3-го делегатского съезда почвоведов СССР. Тарту, 1966.
- Фридланд В. М. О структуре почвенного покрова главных почвенных зон и подзон западной части Советского Союза.— Почвоведение, 1967, № 5.

СВЯЗЬ НЕОТЕКТОНИКИ, РЕЛЬЕФА И СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ДЕЛЬТ НИЗОВИЙ ТАЛАСА

Б. М. Ропот

В последние годы Центральной комплексной экспедицией Казгипрозем и Институтом почвоведения АН Казахской ССР в низовьях Таласа проводились крупномасштабные почвенно-мелиоративные и гидрогеологические исследования для обоснования проектного задания по использованию почвенных и водных ресурсов территории в условиях орошения.

Этот район, расположенный в Чу-Сарысуйской депрессии, одной из крупных синклинальных структур Казахстана, характеризуется усиле-

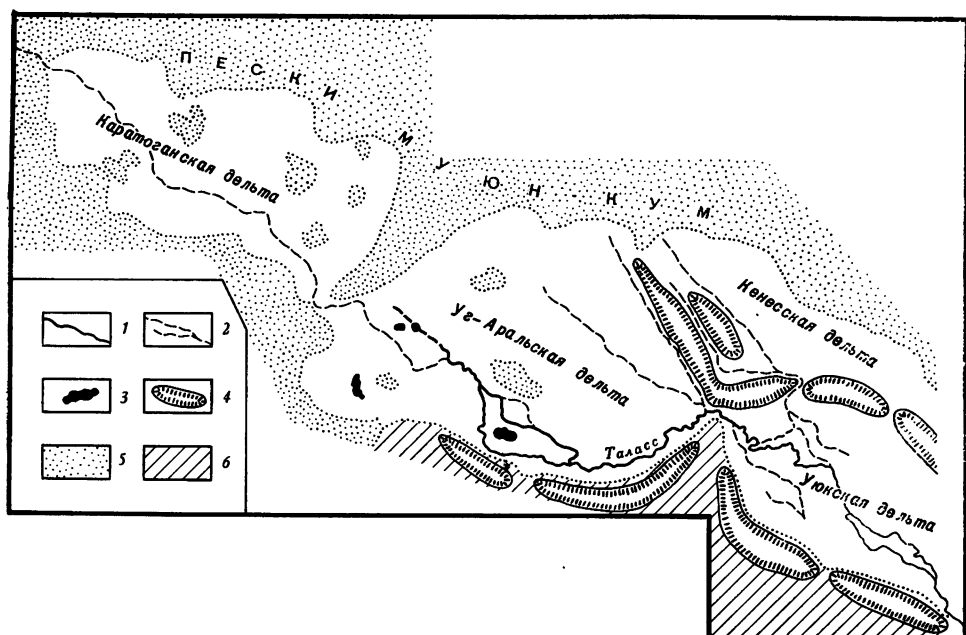


Рис. 1. Схема расположения исследуемых континентальных дельт низовий Таласа

1 — действующие русла; 2 — временно действующие и «отмершие» русла; 3 — озера; 4 — асимметрические гряды (морфологическое выражение некоторых антиклиналей); 5 — бугристо-грядовые эоловые пески; 6 — волнисто-увалистая предгорная равнина хребта Каратау

нием в антропогене дифференцированных тектонических движений складчатого и блокового типов. Структурным бурением и геофизическими исследованиями, проведенными Южно-Казахстанским геологическим управлением и Центральной комплексной экспедицией Казгипрозем, и морфоструктурным анализом, проведенным сотрудником Института почвоведения АН Казахской ССР М. Ш. Ишанкуловым, в низовьях Таласа выявлен ряд локальных тектонических структур: депрессий структурного плана, испытывающих дифференцированное погружение, и локальных антиклиналей, окаймляющих эти депрессии или расчленяющих их на более мелкие впадины. Дифференцированные тектонические движения обусловили своеобразие морфогенеза территории. В депрессиях структурного плана река формировала континентальные дельты; окаймления (локальные антиклинали) образованы массивами бугристо-грядовых эоловых песков, не затронутых флювиальными процессами, или асимметрическими грядами, возвышающимися над дельтами на 50—60 м (Лак, Кемпыр-Тобе, Кызылкар, Кызылтас, Елемес и др.). В местах пересечения поднятий (окаймлений) долина реки резко сужается.

Важной особенностью дельт является разновозрастность (как относительная, так и абсолютная), обусловленная неодновременностью вовлечения в дельтообразование структурных депрессий низовий, боковыми смещениями действующего русла реки из одного ряда (цепи) депрессий в другой. Об этом свидетельствует наличие «сухих» древних дельт Таласа в юго-западных Муюн-Кумах, расположенных на большом расстоянии от современного русла.

Основным объектом наших исследований явились ныне обводненные континентальные дельты Таласа, перспективно представляющие мелиоративное значение — Каратоганская, Уч-Аральская и Уюкская (рис. 1).

Анализ устройства поверхности и литологического строения этих дельт, во взаимосвязи с историей развития региона в целом, дает основание предполагать, что Талас проник в них в начале верхнего антропогена. К этому времени территория была занята бугристо-грядовыми, эоловыми песками, и рельефообразующая деятельность реки направлялась на переработку этих форм и на образование флювиальных форм. Несмотря на такую общность эволюции, в каждой из них сложились специфические сочетания форм рельефа и условий механической седиментации материала.

Несколько схематизируя, мы выделяем два основных типа континентальных дельт: а) необвалованные дельты разливов, б) обвалованные, ячеистые дельты. Они отвечают, по-видимому, различным стадиям общего процесса дельтового рельефообразования низовий.

Сравнивая степень переработки предшествующего эолового рельефа и развития флювиальных форм, можно сделать вывод, что необвалованные дельты разливов представляют наиболее раннюю (первоначальную) стадию этого процесса (Каратаганская дельта). В них сохранилось много черт предшествующего рельефа: сглаженные разливами бугристо-грядовые пески, перекрытые маломощным плащом аллювия, одиночные бугры и гряды. Река здесь еще не выработала себе постоянного русла. Она разливается по многочисленным ложбинам стока, переполняет замкнутые котловины, образуя эфемерные озера, эродировывает эоловые формы рельефа. В целом дельты такого типа отличаются обилием форм микрорельефа, резкими границами между ними, сравнительно большой амплитудой колебания высот поверхности.

Качественным скачком развития рельефа континентальных дельт является образование русел. В условиях положительного баланса рыхлого материала этот процесс дает начало образованию новому более совершенному типу дельт — обвалованным ячеистым дельтам. К нему мы относим Уюкскую и Уч-Аральскую дельты, расположенные выше Каратаганской по течению (см. рис. 1). При их геоморфологическом исследовании нами использовалась классификация рельефа, предложенная В. М. Боровским для континентальных дельт (Боровский, Пугребинский, 1958). Основными элементами рельефа здесь являются прирусловые валы и межрусловые понижения.

Сложная тектоническая обстановка и образование генетически разнородных типов рельефа обусловили большую пестроту почвенного покрова низовий. Влияние тектоники и морфогенеза на структуру почвенного покрова проявляется на различных ступенях геоморфологической и почвенной систематики. Наиболее ярко оно на уровне морфологических типов рельефа и выражается в пространственном обособлении континентальных дельт, отчленяющих депрессии структурного плана от недельтовых образований (асимметричных гряд и эоловых, бугристо-грядовых песков) и выявляющих локальные антиклинали (окаймление депрессий). Этому уровню соответствует таксономическая ступень групп типов почв.

Бугристо-грядовые пески характеризуются комплексом примитивных песчаных почв и незакрепленных перевеваемых песков.

На асимметрических тектонических грядах выделяются характерные для пустынного биоклиматического режима серо-бурые почвы, наиболее древние почвы региона. Они развиваются в элювиальных условиях на слабоскелетных отложениях палеоген-неогенового возраста. Интенсивным поднятием эти почвы изолированы от влияния грунтовых вод и паводковых разливов и промыты от легкорастворимых солей. Наиболее низкой по рангу классификационной единицей на грядах является вид по степени смывости. Элементарные почвенные ареалы занимают значительные площади, постепенно переходя один в другой. Конфигурации контуров определяются формой гряд.

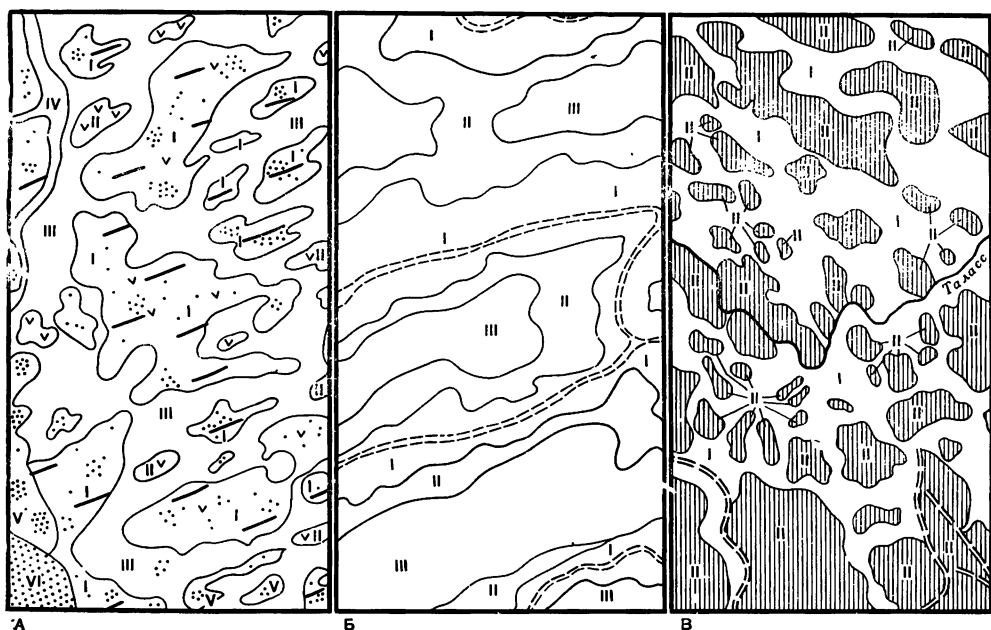


Рис. 2. Фрагменты почвенных карт разных участков территории континентальных дельт

А — участок необвалованной ячеистой дельты: *I* — аллювиально-луговые высокосолончаковые почвы в комплексе с солончаками луговыми (20—30%), *II* — солончаки луговые, *III* — лугово-болотные поверхности слабо засоленные почвы, *IV* — болотные почвы, *V* — песчаные малогумусные почвы, *VI* — пески

Б — участок обвалованной ячеистой дельты: *I* — аллювиально-луговые почвы прирусловых валов, *II* — болотно-луговые почвы, *III* — лугово-болотные почвы

В — участок повышенной волнистой дельтовой равнины: *I* — аллювиально-луговые солончаковые почвы, *II* — солонцы луговые

В отличие от гряд, почвенный покров континентальных дельт неоднородный. Он развивается на слоистых, чрезвычайно разнообразных по составу и сложению аллювиальных отложениях, в условиях исключительной динамичности водного и солевого режимов, сложного эрозивно-аккумулятивного рельефа и преобладания положительного баланса веществ. Основным фактором, определяющим динамику почвенного покрова континентальных дельт как в пространственном, так и во временном аспектах, является тесная взаимосвязь и синхронность почвообразования и дельтообразования, единство процессов формирования рельефа, литологии и почв — единство литоморфогенеза. Это единство выражается в строгой приуроченности рядов эволюции почв дельт к определенным элементам рельефа и условиям седиментации, а также определением ряда характеристик почвенных ареалов: их содержания, конфигурации, контрастности, ориентации в пространстве и пр.

В континентальных дельтах Таласа выделяются типы структур почвенного покрова, соответствующие типам дельт и разной тектонической обстановке. Насколько они отличаются, видно из сопоставления фрагментов почвенных карт (рис. 2).

Фрагмент *А* характеризует почвенный покров аквальной зоны необвалованной дельты разливов. Конфигурации контуров отображают незавершенность флювиальной переработки древнего эолового рельефа. Почвенные контуры различны по площади, их границы по преимуществу резкие. Основным критерием контрастности здесь является водно-солевой режим, обусловленный гипсометрическим положением почвенных ареалов.

Засоленные аллювиально-луговые почвы, солончаки и их комплексы приурочены к сглаженным буграм и грядам, возвышающимся над остальной территорией на 1,0—1,5 м. В паводок они не затопляются и служат естественными коллекторами легкорастворимых солей «фитильного» типа. Остальная часть дельтовой равнины систематически подвергается затоплению и длительное время находится в переувлажненном состоянии. Это обуславливает промытость от легкорастворимых солей и развитие почв болотного ряда почвообразования. На вышедших из-под влияния разливов участках дельты, в ксеротермических условиях, почвы бугров и гряд интенсивнее опустыниваются и нередко подвергаются развеванию. Неразвитость русел обуславливает незначительную пространственную дифференциацию отложений, и литологическое строение в редких случаях может служить критерием контрастности почвенных ареалов. Здесь преобладают почвы легкого гранулометрического состава.

Фрагмент Б представляет типичный почвенный покров обвалованной ячеистой дельты. Консолидация русел, образование прирусловых валов и междурусловых понижений обусловили четкую пространственную дифференциацию аллювия. Прирусловые валы формировались в условиях высоких скоростей паводковых потоков и сложены слоистыми отложениями легкого гранулометрического состава. В условиях повышенного увлажнения на них создаются оптимальные условия для развития лугового процесса и формирования почв аллювиально-лугового ряда почвообразования.

В ячеобразные впадины междурусловых понижений паводковые воды поступают в значительной степени освобожденными от крупнозернистого материала, застаиваются и отлагают наиболее тонкие частицы. В таких условиях развиваются восстановительные процессы, предопределяющие образование почв болотного ряда. Почвенные контуры сравнительно более крупные, а их конфигурация определена направлением русла. Границы контуров нерезкие. Основными критериями контрастности здесь являются литологическое строение и характер гидротермического режима, обуславливающие степень аэрации почв, процессы разложения и синтеза органических веществ, солевой режим и прочее.

Одним из определяющих факторов формирования такого типа структуры почвенного покрова (фрагмент Б) является стабильное тектоническое погружение, обуславливающее положительный баланс веществ. Аномалии тектонических движений (блоковые или локальные антиклинальные поднятия) вызывают резкие изменения этого баланса, вплоть до установления отрицательного, и активно преобразовывают основные факторы почвообразования.

Локальные поднятия внутри Уюкской и Уч-Аральской дельт дали начало образованию волнистых повышенных равнин с обилием эрозийных отрицательных форм микро- и мезорельефа, расчленяющих равнины на многочисленные мелкие увалы — останцы, различной конфигурации, величины и ориентации.

Поднятиями обусловлены явления волнообразной пространственной дифференциации руслового аллювия, углубление русла реки и изменение ее паводкового режима, улучшение естественного дренажа и развитие элювиальных процессов, нередко вызывающих осолонцевание ранее засоленных почв в не характерных для дельт местоположениях — в непосредственной близости действующего русла реки. Эти факторы обуславливают образование новых типов структур почвенного покрова.

Фрагмент В иллюстрирует почвенный покров Уюкской волнистой повышенной равнины, проектирующей активную локальную антиклинальную структуру. Основным критерием контрастности здесь являются диаметрально противоположные солевые режимы на увалах — остан-

цах, занятых солонцами луговыми, и в эрозионных ложбинах стока, где в условиях пленочно-капиллярного увлажнения развиваются аллювиально-луговые почвы разной степени засоления. Границы их контуров в основном резкие, а ориентация не зависит от направления русла реки.

Если условия морфогенеза определяют пространственную дифференциацию рядов эволюции почв, то динамическое состояние почвенного покрова в пределах ряда раскрывается местоположением относительно действующего русла и зоны ландшафтообразующего влияния паводковых разливов.

Особенно значительны различия этого состояния в обводненных континентальных дельтах пустынных ландшафтов, где наблюдаются сочетания наиболее резко отличающихся режимов увлажнения почв. В исследуемых дельтах низовий Таласа нами выделены три основных типа местоположений (зоны увлажнения): аквальный, субаквальный и элювиальный. Они характеризуют стадии опустынивания почв, предложенные В. М. Боровским при классификации почв дельт пустынных областей (Боровский, Погребинский, 1958). О степени контрастности вариантов почв этих стадий можно судить, сопоставляя содержание гумуса в поверхностном горизонте и величину отношения $C:N$.

Тип местоположения, № разреза	Содержание, %		C : N
	гумус	азот	
Аквальный, 238	4,07	0,28	9
Субаквальный, 758	1,04	0,08	7,5
Элювиальный, 136	0,54	0,04	7

Условия местоположения служат основой дифференциации территории и по характеру солепроявлений в почвах и грунтовых водах.

В аквальных местоположениях, соответствующих зоне распространения разливов и наиболее интенсивного водообмена, несмотря на постоянное залегание зеркала грунтовых вод выше критического уровня, почвы практически не засолены или засолены слабо, грунтовые воды в основном пресные. Прогрессирующее засоление наблюдается в субаквальных местоположениях, где грунтовые воды залегают достаточно близко от поверхности, но отсутствует рассоляющее воздействие паводковых разливов. Здесь водообмен в системе почвы — грунтовая вода менее интенсивен.

Почвы элювиальных местоположений в процессе развития прошли все стадии гидроморфности. В настоящее время они практически изолированы от влияния грунтовых вод и подвергаются осолонцеванию.

В целом различие местоположений обуславливает многообразие форм существования и развития почвенного покрова. А так как их территориальное расположение непосредственно зависит от гидрографической сети, то изменения в последней влекут за собой разительные изменения и в структуре почвенного покрова.

Функции неотектоники при этом заключаются в контроле над процессами развития и миграции действующего русла Таласа.

Анализом развития гидрографической сети в Уюкской и Уч-Аральской дельтах выявлен ряд древних русел Таласа различных направлений, зависящих от тектонической обстановки территории, от активности тех или иных структур (рис. 3).

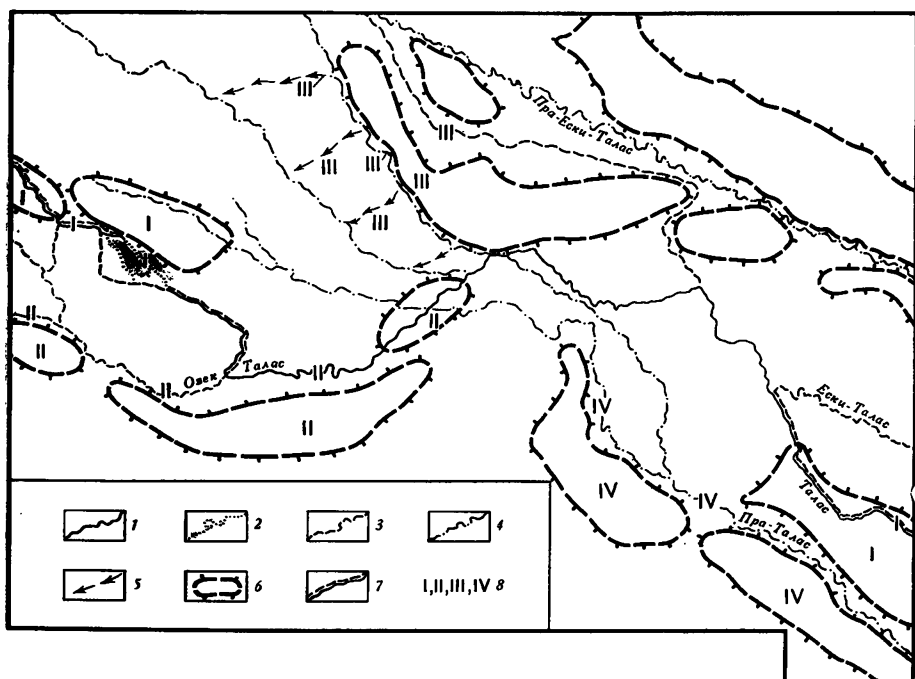


Рис. 3. Схема миграции действующего русла Таласа в пределах Уюкской, Уч-Аральской и Кенесской дельт

1 — современное русло Таласа; 2 — спрямления русла, происходящие в последние 10 лет; 3 — русла, «покинутые» Таласом в историческое время; 4 — древние русла, частично перекрытые более поздними порциями аллювия; 5 — явления перелива русел; 6 — локальные тектонические поднятия; 7 — наиболее молодые участки современного русла Таласа, образованные в историческое время; 8 — участки русел, сопрягающиеся с активизацией тех или иных поднятий

«Катастрофические» боковые смещения действующего русла Таласа под воздействием активных локальных структур наблюдаются и в современных условиях. Для этого достаточно сравнить местоположение русла на топографических картах сороковых-пятидесятих годов с его современным положением и состоянием на многих участках течения.

Данные исследования подчеркивают значение учета факторов неотектоники и рельефа при почвенно-географических, мелиоративных и ландшафтных съемках, с одной стороны, а также значение учета структуры почвенного покрова при геоморфологических съемках и морфоструктурном анализе территорий — с другой.

ЛИТЕРАТУРА

Боровский В. М., Погребинский М. А. и др. Древняя дельта Сырдарьи и Северные Кызылкумы, т. I. Алма-Ата, Изд. АН КазССР, 1958.

СТРУКТУРА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ДЕЛЬТЫ ТЕРЕКА

Г. В. Добровольский, М. Н. Строганова

Одно из основных свойств почвенного покрова дельты Терека — исключительная неоднородность и сложность пространственного размещения почв. Это отмечают все исследователи, работавшие в дельте Терека: И. З. Имшенецкий, А. М. Панков, И. И. Лавлинский, Е. В. Рубилин, С. П. Соколовский, Р. И. Аболин, С. В. Зонн, Н. Н. Банасевич и др. Однако работ, количественно характеризующих пестроту почвенного покрова, значительную повсеместно, но специфическую в каждом районе, нет. Это обусловило необходимость специального изучения почвенного покрова дельты на основе выявления особенностей его структуры.

Изучение структуры почвенного покрова дельты Терека стало возможным в связи с накоплением большого фактического материала о свойствах почв и почвенного покрова в результате крупномасштабных почвенно-картографических и почвенно-мелиоративных исследований, в том числе исследований, проводимых Дагестанской экспедицией кафедры географии почв МГУ с 1963 г. На основе детального изучения крупномасштабных почвенных карт и анализа почвенно-литологических профилей были установлены те первичные компоненты, которые слагают структуру почвенного покрова. Ими являются контуры разновидностей почв по механическому составу, отражаемые на крупномасштабных почвенных картах. Всего на территории дельты выделено около 100 наименований почв. Основу почвенного покрова дельты слагают луговые и лугово-болотные почвы разной степени и характера засоления, лугово-светло-каштановые, светло-каштановые реликтивно-луговые, а также солончаки луговые, приморские и остаточные (Г. В. Добровольский, Н. В. Стасюк, К. Н. Федоров, 1967).

Структура почвенного покрова дельты Терека рассматривается нами с позиций, основа которых была заложена работами Н. М. Сибирцева, Я. Н. Афанасьева, С. С. Неуструева, Л. И. Прасолова, Г. А. Маландина, И. П. Герасимова, Е. Н. Ивановой, В. М. Фридланда и др.

Для изучения структуры почвенного покрова дельты мы использовали статистико-математические методы анализа крупномасштабных (1 : 10 000) почвенных карт и детальных почвенно-литолого-геоморфологических профилей, а также применили статистическую обработку массовых аналитических данных, полученных при почвенно-картографических работах.

При проведении почвенно-картографических исследований в дельте нами было проведено предварительное почвенное районирование, в котором учитывали специфику почвенного покрова в разных частях дельты, возраст и историю развития территории, гидрографическую сеть и геоморфологические условия, продолжительность и характер сельскохозяйственного использования. На территории дельты было выделено девять почвенных районов, объединенных в три группы: группа приморских районов (Северо-восточный, Приморский и Юго-восточный), группа дельтово-аллювиальных районов (Новотеречный, Центральный, Северо-западный, Таловский и Чубутлинский) и переходный Дельтово-морской район.

Материалы исследований структуры почвенного покрова дельты приводятся ниже в соответствии с указанной предварительной схемой районирования.

Характеристика структуры почвенного покрова на основе картометрического анализа почвенного покрова и рельефа

В процессе работы выявилась необходимость методической разработки параметров и критериев структуры почвенного покрова дельты. На основе работ В. М. Фридланда (1965, 1967) и других нами в качестве критериев, характеризующих структуру, приняты состав почвенного покрова, количественное соотношение площадей почв, степень расчлененности границ контуров (КР), линейные размеры почвенных контуров, частота встречаемости площадей контуров, контрастность и сложность почвенного покрова, приуроченность почв к относительным высотам поверхности.

Каждый выделенный почвенный район имеет определенный специфический *состав почвенного покрова*. Внутри дельтово-аллювиальной группы районов имеются районы с преобладанием луговых почв (Новотеречный и Центральный, интенсивно-орошаемый), луговых почв и луговых солончаков (Северо-западный), комплексов светло-каштановых почв и остаточных солончаков (Чубутлинский). Наиболее однородные и крупные контуры характерны для Новотеречного района (100—200 га), Чубутлинский и Центральный районы обладают мелкоконтурной территорией с площадью контуров до 25—35 га. Как правило, площади контуров с комплексами почв значительно крупнее некомплексных.

Среди приморской группы районов выделяются районы с преобладанием слабо развитых луговых почв и луговых солончаков (Северо-восточный), луговых и приморских солончаков (Юго-восточный), светло-каштановых почв и солончаков приморских и луговых (Центральный приморский). Площадь контуров больше, чем в предыдущей группе, наибольшие контуры встречены в Северо-восточном районе (600 га), в Центральном приморском и Юго-восточном — 70—80 га.

Анализ величин *коэффициентов расчленения контуров* (КР) указывает на значительные колебания их по территории дельты.

Почвенный покров приморских районов может быть отнесен к слабо расчлененным территориям с КР, равным 1,2. Почвенный покров аллювиальной группы районов характеризуется средне и сильно расчлененной территорией: в центральном районе отмечается среднее расчленение границ контуров ($KP=1,73$), в Чубутлинском районе — наибольшая изрезанность границ ($KP=1,90$), причем для этого района наблюдается максимальная расчлененность в контурах светло-каштановых почв ($KP=2,80$). По величинам *линейных размеров* контуров была составлена следующая шкала:

	Линейные размеры, м		Линейные размеры, м
Очень мелкоконтурная территория	<300	Крупноконтурная территория	500—600
Мелкоконтурная территория	300—400	Очень крупноконтурная территория	свыше 600
Среднеконтурная территория	400—500		

Аллювиальная группа районов относится к 1—4 категориям с линейными размерами до 600 м. Наименьшие линейные размеры имеют контуры в Чубутлинском районе, территория которого относится к очень мелкоконтурной. К крупноконтурным территориям относится Северо-западный район. Группа приморских районов характеризуется очень крупноконтурной территорией.

Частота встречаемости контуров, т. е. наиболее часто повторяющиеся размеры контуров, в дельте варьируют сравнительно незначительно. Тем не менее в дельтово-аллювиальной группе районов преобладают контуры размером 1—30 га (до 50—80%), крайне редко встре-

чаются отдельные контуры размером 100—200 га. В приморских частях дельты доминируют контуры более крупного размера — 30—70 га, и нередко встречаются контуры, занимающие площади до 600—800 га и более.

Контрастность почвенного покрова определяется степенью различия свойств почв, слагающих почвенный покров. Нами степень контрастности почвенного покрова учитывается по двум особенно важным агропроизводственным свойствам почв, отражающим в значительной мере и уровень их плодородия: механический состав и категория засоления (глубина солевого горизонта). Механический состав выражается через содержание физической глины в процентах, категории засоления через оценочные баллы. За меру контрастности приняты величина среднеквадратичного отклонения и коэффициент вариации признака. Контрастность почвенного покрова по механическому составу сравнительно невелика (коэффициент вариации 12—30%). В полупустынных районах она несколько больше, чем в гидроморфных. Контрастность почвенного покрова по категориям засоления значительно больше. Коэффициент вариации изменяется в пределах 50—70%. Как в приморской группе районов, так и в дельтово-аллювиальной наблюдается закономерное нарастание величин контрастности категорий засоления от гидроморфных участков к полупустынно-гидроморфным и полупустынным.

При изучении сложности почвенного покрова было применено несколько критериев, определяющих сложность и пестроту почвенного покрова: контурность покрова на единицу площади (1000 га), количество наименований почв на единицу площади (1000 га) и доля зональных почв и количество их наименований на единицу площади (1000 га).

И в приморской группе районов, и в дельтово-аллювиальной наблюдается постепенное увеличение дифференциации почвенного покрова и его усложнение по всем вышеперечисленным показателям по мере ослабления процессов гидроморфизма на территории; причем в дельтово-аллювиальной группе районов дифференциация происходит резче и значительнее. Увеличивается контурность почвенного покрова от 1—2 контуров (для гидроморфных участков) до 14—35 контуров (для полупустынных). С учетом внутрикомплексной сложности величина контурности возрастает до 7000 контуров (Чубутлинский полупустынный район). Таким же образом увеличивается общий набор почв от 1—2 разновидностей в гидроморфных территориях до 9 в полупустынных. Происходит постепенное увеличение площадей, занятых зональными почвами. По степени сложности почвенного покрова, при общем закономерном усложнении и дифференциации покрова дельты, гидроморфный Центральный интенсивно-орошаемый район по показателям сложности — контурности и величине набора почв приближается к величинам сложности полупустынных районов, что является следствием ирригационно-мелиоративной и сельскохозяйственной деятельности человека.

Приуроченность типов почв к элементам рельефа. Выявляется также ясная приуроченность различных компонентов почвенного покрова к определенным уровням поверхности. Но наряду с общей тенденцией приуроченности почв легкого механического состава к повышенным формам рельефа, а более тяжелого состава — к пониженным, отдельные типы почв и почвенных комбинаций в разных районах дельты имеют специфические уровни поверхности.

При анализе почвенных крупномасштабных карт, наряду с другими методами, может быть успешно использован метод корреляционного анализа, позволяющий выявить взаимосвязи между отдельными признаками, отображаемыми на картах.

В работе используется метод обработки почвенных карт путем вычисления тетрагорического показателя связи (ТПС) и коэффициента

взаимной сопряженности (КВС) между типом почв и механическим составом, типом почв и степенью (категориями) засоления, а также между механическим составом и степенью засоления.

Наши данные, полученные на большом фактическом материале в разных частях дельты, согласуясь с основными положениями работы В. Е. Корневской и Е. А. Дмитриева (1967), позволили сделать некоторые дополнения.

Как правило, в полупустынных и полупустынно-гидроморфных районах коэффициент взаимной сопряженности значительно больше, чем КВС между теми же признаками в гидроморфных районах (в первых максимальное значение КВС — 0,730, во вторых — 0,346). Для выяснения приуроченности одного признака к другому определяется тетрахо-рический показатель связи.

Аналогично величинам КВС, полученные абсолютные значения ТПС также небольшие. При анализе связи типа почв с механическим составом наблюдается приуроченность светло-каштановых и лугово-светло-каштановых почв к легкосуглинистым и супесчано-песчаным отложениям (ТПС колеблется от +0,25 до +0,97), при незначительной отрицательной связи этих почв с тяжелыми отложениями (ТПС от —0,01 до —0,50). Луговые почвы приурочены к грунтам различного механического состава, но преимущественно к глинисто-суглинистым. Процессы остепнения почвенного покрова на начальных стадиях эволюции приурочены к породам более легкого механического состава, которые обычно тяготеют к более высоким элементам рельефа, где соответственно грунтовые воды залегают глубже. При дальнейшем обсыхании территории на всех больших пространствах получают развитие зональные почвы, занимающие не только повышенные, но и средние уровни поверхности. На таких территориях (Чубутлинский полупустынный р-н) величина ТПС вскрывает приуроченность зональных почв к средне-суглинистым отложениям (ТПС = +0,25).

К незасоленным и глубокосолончаковым категориям засоления проявляют тяготение светло-каштановые почвы, лугово-болотные и луговые глеевые почвы (в последнем случае наблюдается максимальный ТПС = +0,79). К ряду луговых почв приурочены категории от глубокосолончаковых до солончаков. Для легких отложений более типичны почвы с глубоким залеганием солевого горизонта, с утяжелением механического состава глубина его залегания повышается. Величина ТПС между механическим составом и категорией засоления меньше, чем с генетическим типом почв. Используя КВС и ТПС, можно найти вариант с наиболее вероятной связью между признаками как по величине, так и по знаку. По результатам анализа связей можно судить о тенденции в приуроченности разных генетических типов почв к различным отложениям и к тем или иным категориям засоления.

Характеристика структуры почвенного покрова на основе статистического анализа детальных почвенно-литолого-геоморфологических профилей

Статистический анализ морфологических и химико-аналитических данных по детальным почвенно-литолого-геоморфологическим профилям позволяет уточнить и дополнить результаты картометрического анализа, а главное позволяет выявить еще ряд функциональных зависимостей между условиями почвообразования в разных типах структур почвенного покрова.

Данные профили выявляют связь засоления почвенного покрова с микрорельефом, механическим составом, уровнем залегания и минерализацией грунтовых вод.

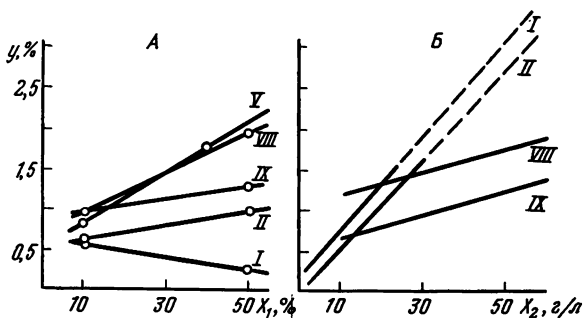
Исходя из предположения, что степень засоления находится в линейной зависимости по отношению к другим факторам, нами были применены методы корреляционного и регрессионного анализов (Строганова, 1969).

Полученные результаты указывают на значительную положительную связь минерализации грунтовых вод с засолением почвенного покрова в тех почвенных районах (Новотеречный, Центральный и Дельтово-морской), где грунтовые воды находятся на глубине до 2,5—3,0 м ($r = 0,60—0,86$). На территориях с глубиной грунтовых вод ниже 3 м (Чубутлинский и Юго-восточный районы) засоление в большей мере коррелирует с содержанием физической глины в почвенной толще ($r = 0,56—0,76$). На территориях с близким залеганием минерализованных грунтовых вод более засоленные почвы располагаются на микроповышениях, а на территориях с низкими водами (ниже 4 м) засоленные почвы занимают микропонижения.

Коэффициенты корреляции, характеризующие степень связи между засоленностью почвы и относительной отметкой территории, соответственно равны $+0,57$ и $-0,23$.

Во всех почвенных районах дельты на территориях с гидроморфным процессом почвообразования увеличение степени минерализации грунтовых вод приурочено к почвам, которые характеризуются более тяжелым механическим составом нижних горизонтов ($r = 0,46—0,72$). Анализ величин общих и частных коэффициентов корреляции дал возможность найти явления с устойчивой связью, а также выделить наиболее значимые факторы, обуславливающие засоление почвенного покрова в разных частях дельты.

Применение множественной корреляции позволило выявить полноту набора выбранных признаков для характеристики почвенного покрова исследуемой территории. Достаточно высокая величина коэффициента множественной корреляции (0,95), наблюдающаяся в Чубутлинском полупустынном районе дельты, является следствием зрелости территории, на которой устойчивые связи между свойствами почв и условиями их формирования сложились в процессе длительной эволюции дельтовой



Частная регрессионная зависимость засоления почвенного горизонта y (%) от механического состава x_1 (% физической глины) при исключенном влиянии остальных факторов (А) от степени минерализации грунтовых вод x_2 (г/л) также при исключенном влиянии остальных факторов (Б)

I — Новотеречный современно-дельтовый р-н:

$$y = 0,655 - 0,008 x_1; \quad r_{yx_1} = 0,45;$$

$$y = -0,046 + 0,072 x_2; \quad r_{yx_2} = 0,86.$$

II — Центральный дельтовый интенсивно-орошаемый район:

$$y = 0,541 + 0,006 x_1; \quad r_{yx_1} = 0,25;$$

$$y = 0,111 + 0,056 x_2; \quad r_{yx_2} = 0,70.$$

III — Чубутлинский полупустынный район:

$$y = 0,530 + 0,03 x_1; \quad r_{yx_1} = 0,48.$$

VIII — Юго-восточный приморский район

$$y = 0,663 + 0,026 x_1; \quad r_{yx_1} = 0,56;$$

$$y = 0,993 + 0,018 x_2; \quad r_{yx_2} = 0,36.$$

IX — Дельтово-морской район

$$y = 0,872 + 0,008 x_1; \quad r_{yx_1} = 0,16;$$

$$y = 0,417 + 0,022 x_2; \quad r_{yx_2} = 0,60$$

поверхности. Для этого района величина содержания физической глины в почвенной толще, выраженность микрорельефа, глубина грунтовых вод объективно могут служить диагностическими признаками величины засоления почвенного покрова.

Представляет интерес нахождение зависимостей засоления почвенного покрова от совокупности действия признаков. Эта задача решается установлением коэффициентов уравнения множественной регрессии.

По полученным уравнениям регрессии построены графики (рисунк), на которых прослеживаются изменения величин коэффициентов регрессии, отражающих влияние содержания физической глины и минерализации грунтовых вод на засоление почвенного покрова в различных районах дельты. С ослаблением гидроморфизма влияние механического состава на степень и характер засоления почвенного покрова увеличивается. Поскольку четко выявляется роль каждого из факторов засоления при разном их соотношении, использование уравнений регрессии, возможно, поможет в решении вопроса о наилучшем способе регулирования рассоления почвенного покрова в различных частях дельты.

Типы структур почвенного покрова дельты Терека и их эволюция

Изучение состава и свойств почвенного покрова дельты Терека позволяет выделить в ее пределах три типа структуры почвенного покрова (таблица): приморский, дельтово-аллювиальный и дельтово-морской (переходный).

Каждый тип структуры почвенного покрова подразделяется на подтипы по особенностям водного режима почв: гидроморфный, полупустынно-гидроморфный и полупустынный.

Указанные подтипы структур соответствуют трем основным стадиям развития дельтовой поверхности от гидроморфных условий к автоморфным — полупустынным.

Приморский тип структур распространен в приморской зоне дельты и характеризуется господством солончаков, крупной контурностью, значительными линейными размерами контуров при меньшей контрастности и сложности почвенного покрова. Дельтово-аллювиальный тип структур распространен в аллювиальной части дельты и характеризуется господством луговых почв различной степени засоления, меньшими по площади контурами почв и меньшими линейными размерами контуров при большей контрастности и сложности почвенного покрова.

Общими сходными чертами приморского и дельтово-аллювиального типов структур почвенного покрова являются следующие моменты: 1) как для одного типа, так и для другого характерны три стадии развития структур; 2) при развитии от гидроморфных к автоморфным условиям формирования почвенного покрова происходит уменьшение площади контуров и их линейных размеров при увеличении степени расчлененности границ; 3) в направлении от гидроморфного подтипа к полупустынному происходит постепенное усложнение почвенного покрова и его дальнейшая дифференциация, увеличивается набор почвенных систематических единиц, происходит закономерное увеличение площадей, занятых зональными светло-каштановыми почвами.

Вместе с тем приморский и дельтово-аллювиальный типы структур имеют существенные отличительные черты: 1) в приморском типе структур на гидроморфной стадии преобладают луговые солончаки и луговые сильно засоленные почвы, в то время как в дельтово-аллювиальном типе структур — луговые и лугово-болотные не засоленные

Таблица 1

Типы структур почвенного покрова дельты Терека

Тип, подтип	Состав почвенного покрова, (средний для ключевых участков), %	Площадь кон- тура, га	Линейные раз- меры, м	КР (степень рас- члененности граней)	Наиболее часто встречающиеся контура (пло- щадь, га)
		среднее			
		Примор			
Гидроморфный	Луговые слабо развитые — 10%; солончаки слабо развитые — 90%	600	950	Не опр.	Более 100
полупустынно-гидроморфный	Солончаки луговые и приморские — 35; луговые — 25; светло-каштановые — 24; лугово-светло-каштановые — 19	80	700	1,19	30—70
полупустынный	Солончаки приморские и луговые — 50; светло-каштановые — 35; лугово-светло-каштановые — 15	70	600	Не опр.	30—70
Дельтово-					
Гидроморфный:					
1. Современно-дельтовый	Луговые — 50; лугово-болотные — 50	150	700	Не опр.	Около 100
2. Интенсивно-орошаемый	Солончаки луговые — 85; луговые — 14; светло-каштановые — 1	30	350	1,73	1—30
полупустынно-гидроморфный	Луговые — 42; солончаки луговые — 55; остепняющиеся почвы — 3	60	540	Не опр.	1—30
полупустынный	Светло-каштановые — 65; солончаки остаточные — 25; луговые солончаки — 10	17	250	1,90	1—80
Дельтово-					
полупустынно-гидроморфный	Луговые 65; луговые солончаки — 32; лугово-светло-каштановые — 3	60	400	1,80	30—70

При вычислении n значение критерия Стьюдента t принято равным 1,6449, 1,9600 и 2,5759 при $W = 0,90, 0,95$ и $0,99$ соответственно.

или слабо засоленные почвы; 2) в полупустынно-гидроморфной стадии происходит сужение различий между двумя основными типами структур за счет увеличения площади засоленных почв в дельтово-аллювиальном типе, но по-прежнему остаются различия между ними в частоте встречаемости различных площадей контуров, в запасах солей и минерализации грунтовых вод; 3) на стадии полупустынного подтипа дельтово-аллювиальный тип имеет в своем составе большие площади зональных светло-каштановых почв — 65%, в ряду приморского типа значительные площади заняты лугово-светло-каштановыми почвами — до 15%. Существенны отличия в типе солончаков и в занимаемой ими площади.

Анализ литературных данных и материалы наших исследований показали, что ведущими факторами в формировании почвенного покрова дельты являются усложнение и дифференциация самой дельтовой поверхности в ходе ее развития и эволюции, изменения растительного покрова, микрорельефа, гидрографической сети и условий гидроморфности.

На начальных стадиях развития почвенный покров однородный, комплексность выражена слабо, контуры крупные (до 600 га). Наи-

Процент зас оенных почв	Степень контраст- ности, %		Показатели сложности			Запас солей, т/га	Уровень грунтовых вод, м	Минерализация вод, г/л
	по механиче- скому составу	по категории засоления	количество контуров на 1000 га	количество разновидно- стей на 1000 га	количество наименований зональных почв на 1000 га			
ский								
100	15	57	1,5	2,0	0,3	150—250	0—3	30—50
100	18	56	12,0	5,4	1,2	200—300	2—5	40—50
90	30	63	14,0	3,0	1,8	200—250	3—6	35—50
аллювиальный								
15	Не опр.	Не опр.	7,0	3,0	0,0	50—55	0—2	1—10
85	12	62	33,0	5,5	0,3	100—120	2—2,5	10—15
98	21	50	17,0	2,8	0,8	200	2—4	Не опр.
80	29	68	35,0	9,0	5,4	150—200	>4	30—40
морской								
99	19	62	17,0	3,2	0,0	200—300	2—2,5 до 4	40—50

более сложные и контрастные структуры формируются на более поздних стадиях, менее контрастные и сложные — на более молодых. Таким образом, проведенная нами типизация структур почвенного покрова отражает эволюционное развитие дельтовой поверхности от гидроморфных стадий к полупустынным.

Вместе с тем проведенная типизация структур почвенного покрова дает объективные основания для разработки микрорайонирования дельты Терека с учетом важнейших особенностей строения и свойств ее почвенного покрова.

ЛИТЕРАТУРА

- Добровольский Г. В., Стасюк Н. В., Федоров К. Н. Генезис и систематика луговых почв дельты Терека.— Науч. докл. высшей школы, Биол. науки, 1967, № 11.
- Кореневская В. Е. и Дмитриев Е. А. О связи механического состава почв дельты Терека с их генетическими особенностями.— Науч. докл. высшей школы, Биол. науки, 1967, № 5.
- Строганова М. Н. Опыт применения статистического анализа при изучении структуры почвенного покрова.— Вестник МГУ, серия биол., почв., 1969, № 2.
- Фридланд В. М. О структуре (строении) почвенного покрова.— Почвоведение, 1965, № 4.
- Фридланд В. М. О структуре почвенного покрова главных почвенных зон и подзон западных частей Советского Союза.— Почвоведение, 1967, № 5.

ОПЫТ КАРТИРОВАНИЯ СТРУКТУР ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПОЙМЫ И ДЕЛЬТЫ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ ДОНА ДЛЯ ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНЫХ ЦЕЛЕЙ

Р. Н. Смирнов

При проектировании резких изменений естественных процессов почвообразования, связанных с орошением и мелиорацией почв, необходимо учитывать взаимосвязь между различными природными факторами, чтобы избежать возможных неблагоприятных последствий при освоении земель. Поэтому в практику изысканий и исследований все шире внедряются ландшафтные методы познания природы, которые позволяют при отраслевых исследованиях (геоботанических, почвенных, геоморфологических, гидрогеологических, геологических и др.) иметь единую основу для изучения отдельных сторон разнообразной структуры самого ландшафта. Быстрое получение изображения ландшафта на аэрофотоснимках (контактных отпечатках) повышает точность применения этого метода. Однако возможности реализации этой основы неодинаковы у представителей различных специальностей. Особенно успешно этот метод развивается в геоботанике (индикационная геоботаника), где он оказывает неоценимую услугу смежным специальностям в деле целенаправленного углубленного познания ландшафта. В этом отношении изучение структуры почвенного покрова не менее полезно для таких смежных при мелиоративном проектировании специальностей, как мелиоративная гидрогеология и инженерная геология.

Для мелиоративной практики большой интерес представляет детальная фиксация структуры почвенного покрова, неполное представление о которой, при проведении рекомендованных мероприятий, иногда весьма быстро влечет к резкому усилению контрастности почвенного покрова (обнажению пород при планировке маломощных почв, пятнистой суффозии на промывках, мелиорации лишь отдельных пятен солонцов солонцового комплекса и т. д.).

Поэтому введение понятия о структуре почвенного покрова в почвоведение (Фридланд, 1965) является весьма полезным с практической точки зрения. Это тем более важно, что успехи техники наложили свой отпечаток на способы проведения лабораторных работ, в то время как первый этап познания природы прогрессировал гораздо медленнее. Эти соображения и послужили причиной интереса к изучению структуры почвенного покрова поймы и дельты нижнего течения Дона (от Цимлянского моря до Таганрогского залива).

Изучение и картирование структур почвенного покрова проводилось при крупномасштабной почвенно-мелиоративной съемке, выполненной Южгипроводхозом.

Работы проводились на специально изготовленных для этих целей аэрофотоснимках. Возможность расшифровывания ландшафта и картирования структуры почвенного покрова в условиях поймы хорошо реализовалась через рельеф и растительность (Смирнов, 1966; Смирнов. Коновалов, 1966). В результате изучения структур почвенного покрова была установлена устойчивая взаимосвязь основных природных факторов (рельефа, растительности, почв, характера отложений, уровня и минерализации грунтовых вод).

Были выделены следующие основные формы рельефа:

1. Приречная и приеричная пойма.

а) гривистая; б) мелкогривистая; в) пологоволнистая; г) равнинная наложенная.

2. Внутренняя (центральная) пойма.

а) пологоволнистая (слабоволнистая); б) равнинная (плоскоравнинная); в) ильмени.

3. Притеррасная равнинная пойма.

4. Дельта.

а) плоскоравнинная; б) ильмени; в) мелкие острова; г) грядины.

5. Террасовые останцы и их пьедесталы.

а) террасовые останцы высокого уровня; б) террасовые останцы размытые, низкого уровня; в) пьедесталы останцов.

Наиболее распространены в приречной пойме гривистые, мелкогривистые и пологогривистые сочетания форм рельефа, сложенные маломощными пойменными отложениями суглинисто-песчаного механического состава, подстилаемого русловыми песками.

Гривистая пойма имеет ограниченное распространение и представляет собой чередование высоких (до 3 м) прирусловых грив (валов), сложенных мелкозернистыми песками и несколько утяжеленных по механическому составу межгривных понижений. В гривистой пойме нет хорошо развитых почв, здесь только начинается почвообразование, которое идет по пути формирования сочетаний пойменных аллювиально-луговых слабо развитых почв¹ (грив) с изреженной лесной и эфемерной растительностью и пойменных влажнолуговых слоистых почв (межгривных понижений).

Мелкогривистая пойма широко развита вдоль извилистых блуждающих второстепенных водотоков (ериков, староречий), которые перерабатывают внутреннюю пойму и строят в местах так называемых веерообразных блуждания гривистый рельеф. Гривы мелкогривистой поймы узкие (до 10—30 м), с высотой от 0,5 до 2,0 м, сложены песчано-суглинистыми отложениями. Почвенный покров представлен различными сочетаниями пойменных луговых темноцветных почв (низких грив), пойменных аллювиально-луговых слоистых почв (высоких грив) и пойменных почв (межгривных понижений). Они имеют резкую контрастность по мощности гумусового горизонта, содержанию гумуса, степени заболоченности и механическому составу.

Несмотря на значительную контрастность почв этих сочетаний, они не нуждаются в специальных мелиоративных мероприятиях, но их приуроченность к разным элементам мезорельефа ограничивает возможность однотипного освоения.

Наложенная пойма формируется вдоль берегов рек при погребении внутренней поймы более легкими аллювиальными отложениями. По характеру поверхностных отложений наложенная пойма подразделяется на погребенную грубыми песчаными и тяжелыми суглинистыми наносами.

На легких по механическому составу породах формируются однородные пойменные луговые слабо развитые, а чаще слоистые двухфазные роды этих почв. Нередко наложенная пойма занята лесными массивами, под которыми выделяются двухфазные роды пойменных лесолуговых почв. По мере удаления от русла реки свежие аллювиальные отложения сменяются пойменными маломощными (15—30 см) тяжело-суглинистыми, глинистыми, под которыми залегают погребенные роды однородных пойменных луговых темноцветных и слитых засоленных почв, варьирующих по степени и глубине засоления.

Во внутренней (центральной) пойме широко распространены пологоволнистые, но преобладают равнинные формы рельефа. Поверхностные отложения представлены пойменными тяжелыми суглинками и глинами мощностью 0,5—4,0 м.

¹ Названия почв по систематике Южгипроводхоза (Смирнов, 1966).

Пологоволнистая пойма представляет собой слабоволнистую равнину с невысокими расплывчатыми гривами высотой от 0,5 до 1,5 м и неглубокими межгривными понижениями. Здесь формируются сочетания пойменных луговых темноцветных почв обычно солончаковатых (грив) и пойменных влажнолуговых темноцветных почв (межгривных понижений), а также вариации (при волнистом рельефе и небольшом размахе относительных высот грив и межгривных понижений) различных по мощности пойменных луговых темноцветных почв.

Равнинная пойма, слабо изрезанная затухающими и пересыхающими ериками, а местами системами округлых озер, характеризуется наиболее мощной толщей глинистых пойменных отложений (1—4 м). Почвенный покров сравнительно однородный и представлен пятнистостями по мощности гумусового горизонта и солончаковатости пойменных луговых темноцветных слитых почв. Лишь отдельные небольшие участки с микробугристым рельефом заняты комплексами пойменных луговых темноцветных слитых почв по мощности гор. А, степени слитости гор. В и засоленности. Ликвидация контрастности почвенного покрова равнинной поймы связана с изменением физических свойств почв и условий почвообразования (водного, водно-солевого и температурного режимов).

В дельте преобладают плоскоравнинные участки.

Плоскоравнинная дельта представляет собой равнину, расчлененную многочисленными ериками и проточными ильменями. Поверхностные дельтовые глины и тяжелые суглинки с глубины 0,5—1,0 м подстилаются супесчанно-суглинистыми и песчаными отложениями. Сложные гидролого-гидрогеологические факторы обусловили здесь формирование пятнистости по засолению пойменных влажнолуговых темноцветных слабogleевых почв.

Особое место занимают в пойме участки древних террас.

Т а б л и ц а

Распределение основных форм рельефа в различных природных районах поймы и дель

Палеогеографические особенности территории	Современное состояние территории	Природный район	Формы рельефа		
			приречной и приеричной поймы		
			гривистые, мелкогривистые	половогривистые	равнинные илаженные
Долина пра-Дона	Пойменная терраса	Восточный район волнистой поймы	23,3	9,5	12,0
Древнеазовский лиман (залив)	Пойма	Западный район плоско-равнинной поймы	9,1	3,0	19,7
		Западный район придельтовой поймы	Нет	1,0	9,0
	Дельта	Дельта	Нет	Нет	6,3
Древние террасы	Размытые участки террас	Район развития останцов и их пьедесталов	Нет	Нет	1,7
		Всего	8,8	3,6	10,1

Террасовые останцы возвышаются на 1—3 м над окружающей поймой. Обычно они сложены супесчаными, легкосуглинистыми и суглинистыми отложениями. Почвенный покров представлен комплексами лугово-черноземных, а в восточной части — лугово-каштановых почв с солонцами сульфатными, хлоридно-сульфатными (на ровных участках и в мелких потяжинах) и содовосульфатными (в глубоких — 30—40 см — западинах).

Размытые останцы представляют собой низкие, сnivelированные участки древней террасы и имеют сравнительно небольшое распространение. Почвенно-растительный покров характеризуется резкой комплексностью. Здесь на лёссовидных породах формируются комплексы луговых солончаковатых и высокосолончаковатых почв и поверхностных содово-сульфатных солончаков-солонцов (в потяжинах) и солончаков (на микробугорках).

Пьедесталы останцов представляют собой древнюю террасу, размытую и перекрытую современным пойменным тяжелосуглинистым, реже глинистым аллювием мощностью 0,5—2,0 м. Здесь формируются комплексы засоленных и солонцеватых почв с небольшим участием (10—15%) поверхностных солонцов западин, обычно содово-сульфатных.

Все комплексы почв террасовых останцов, помимо выравнивания их плодородия путем мелиорации, потребуют и изменения природных условий, направленных на ослабление дифференциации почвенного покрова.

Изучение структуры почвенного покрова сопровождалось выявлением корреляции между различными природными факторами, и это представляло особые требования к наземным исследованиям. Выбор точек и изучение в них почв фактически явились одновременно и процессом районирования территории, которое, постепенно углубляясь, завершилось выработкой определенной системы. Это позволило определить не

ты Дона, % от общей площади района

поймы и дельты

внутренней (центральной) поймы и дельты			притеррас- ной поймы	примор- ской дельты	древней террасы		Всего, км ²
полого- волни- стые	равни нные (плоско- равнинные)	ильменные понижения	равнин- ные	мелкие острова дельты	террасо- вые останцы	пьедеста- лы останцов	
21,0	18,0	2,7	5,3	Нет	5,4	2,8	755
14,6	36,4	9,3	3,2	Нет	2,2	2,5	662
1,0	56,0	20,8	4,7	Нет	5,0	2,5	200
1,0	36,3	28,3	Нет	18,6	9,5	Нет	445
1,6	3,0	0,5	2,1	Нет	56,5	34,6	600
10,1	25,2	9,5	3,2	3,1	16,9	9,5	2662

только приуроченность основных типов почв к различным формам рельефа, но и выяснить причины этой приуроченности. Для наземного изучения структур почвенного покрова и их картирования проводилось дешифрирование форм рельефа по аэрофотоснимкам (Смирнов, Коновалов, 1966). Почвенная карта изготавливалась по обычной методике, но дополнительно к ней были составлены однофакторные карты природных условий: типов рельефа, растительности, глубины и минерализации грунтовых вод, механического состава поверхностных пойменных отложений (до перехода в русловые пески).

Придавая большое значение мезо- и микрорельефу поймы, в дальнейшем оставляя за почвенно-мелиоративными участками названия по сочетанию их различных форм, мы тем не менее сохраняли эти названия лишь в том случае, если эти комбинации отражали имеющиеся устойчивые природные взаимосвязи. Изменения взаимосвязи природных условий (например, мощности иловато-глинистых поверхностных пойменных отложений, минерализации и гидрохимического состава грунтовых вод, условий и характера соленакопления в почвах и т. д.) при однородных формах рельефа оказались связанными с палеогеографическими и гидролого-гидрогеологическими особенностями различных частей поймы Дона.

Восточная часть поймы имеет пойменно-аллювиальное происхождение и ее современные отложения налагаются на пески пра-Дона. Здесь хорошо развита приречная и центральная и притеррасная поймы. Общий рисунок поверхности имеет гравистый характер, унаследованный от условий ее формирования.

Западная часть поймы Дона (ниже впадения Северского Донца в Дон) образовалась при высыхании древнеазовского лимана и прошла стадию дельты, в результате чего устройство поверхности имеет соответствующий рисунок. Различия в гидрогеологическом и гидрологическом режимах, связанных с впадением в Дон крупных степных рек Северский Донец, Сал, Маныч и сгонно-нагонных явлений в дельте и придельтовой пойме, а также в мощности поверхностных глинистых отложений, послужили основой для разделения этой зоны на три самостоятельных района. Одинаковые типы почв в этих районах имеют контрастное различие по характеру и степени засоления и другим признакам.

Эти обстоятельства и послужили причиной рассмотрения различных форм рельефа на фоне пяти природных районов (таблица).

Генерализация составленных почвенных карт и объединение различных почвенных комбинаций в высшие таксономические единицы проводились на основе обобщения генетически близких почвенных структур. Наименьшей единицей районирования были приняты почвенно-мелиоративные участки, характеризующиеся однотипностью структуры почвенного покрова и рекомендуемых мелиоративных мероприятий, однако название им давалось по сочетаниям основных форм рельефа (гравистые, пологоволнистые и т. д.), так как они в пойме фактически наглядно отражали сельскохозяйственный тип земель. Учитывая, что объединение в почвенно-мелиоративные участки проводилось по общности природных условий, а название определялось по устройству поверхности, вводились дополнительные определения для однородных поверхностей, имеющих различия природного комплекса. Причины этого различия отражались в природных районах, на фоне которых рассматривались участки. Размер мелиоративных мероприятий (дозы гипса, нормы промывок и т. д.) назначался по почвенно-мелиоративным группам, в которые ранжировались комбинации почвенного покрова с определенным соотношением компонентов.

В заключение необходимо отметить, что нам кажется полезным при региональных исследованиях составление специальных карт структур

почвенного покрова, которые углубят познание местных ландшафтов и помогут всесторонне отразить характер почвенного покрова и его место в природном комплексе. Такие материалы явятся надежной основой при генерализации карт почвенного покрова и определении контрастности почв с выявлением ее причин и природы, помогут правильное проектирование комплекса мелиоративных мероприятий при освоении почв под орошение.

ЛИТЕРАТУРА

- Смирнов Р. Н. Систематика почв поймы и дельты нижнего Дона.— Почвоведение, 1966, № 2.
- Смирнов Р. Н., Коновалов Н. Н. Применение материалов аэрофотосъемки при почвенно-мелиоративных исследованиях в пойме и дельте р. Дон.— Почвоведение, 1966, № 8.
- Фридланд В. М. О структуре (строении) почвенного покрова.— Почвоведение, 1965, № 4.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НИЗОВЬЕВ СЫРДАРЬИ

Т. Ф. Некрасова

Настоящая работа является результатом обобщения материалов почвенно-мелиоративных и агрохимических исследований, выполненных сотрудниками Института почвоведения АН Казахской ССР и Казгипрозема в низовьях Сырдарьи.

Для выявления степени варьирования свойств почв Кызыл-Ординской области с целью оценки их как объектов сельскохозяйственного использования мы подвергли статистической обработке данные о запасах гумуса, азота и фосфора в полуметровом слое почвы. Обработка произведена общепринятыми методами.

Рассматривались почвы, сформированные в различных условиях: гидроморфные, сформировавшиеся в обводненной части территории дельтово-аллювиальных равнин, и пустынные зональные, в образовании которых деятельность речных вод не принимала участия.

Систематизация данных о запасах гумуса, азота и фосфора (в т/га) в полуметровом слое 1080 разрезов почв проводилась в пределах крупных геоморфологических областей и районов (по В. М. Боровскому и др., 1958, 1959): преддельты (Яны-Курганский и Чиилийский районы), древней дельты (Сырдарьинский, Джалагашский, Кармакчинский районы), современной дельты Сырдарьи (Казалинский район), предгорных районов Каратау, третичномеловых останцов.

Обработка аналитических определений содержания подвижного фосфора и азота (в мг/кг) в 4000 проб, каждая из которых получена из смешанного образца пахотного слоя, осуществлялась по тем же геоморфологическим областям. На основе составленного макета машинной перфокарты методом многократной сортировки по признакам и подсчета на табуляторе получены средние показатели по градациям содержания этих элементов в миллиграммах на килограммы.

Методы вариационно-статистической обработки позволили выяснить следующие особенности в формировании органических веществ в почвах различного таксономического уровня.

Гидроморфные почвы относительно хорошо обеспечены гумусом, особенно во всех районах древней дельты. Почвы, слабо используемые в сельскохозяйственном отношении: аллювиально-луговые тугайные, болотные, типичные солончаки не имеют существенной разницы в запасах при оценке средних величин различных геоморфологических областей.

В пределах отдельного геоморфологического района не отмечается достоверной разницы по содержанию органических веществ у таких основных типов почв сырдарьинских дельт, как аллювиально-луговые (легкого механического состава) и лугово-болотные (тяжелого состава).

Диапазон средних значений содержания гумуса для гидроморфных почв различных районов Кызыл-Ординской области имеет следующие величины (в т/га):

Чиилийский	от $58,32 \pm 6,09$ до $96,72 \pm 6,44$
Сырдарьинский	от $53,33 \pm 5,33$ до $132,33 \pm 26,45$
Кармакчинский	от $53,57 \pm 7,98$ до $120,22 \pm 17,92$
Казалинский	от $52,92 \pm 6,41$ до $105,62 \pm 7,86$

Минимальные значения запасов гумуса в перечисленных выше районах характерны для типичных солончаков и не являются показательными для основной массы гидроморфных почв.

При оценке средних значений запасов гумуса лугово-болотных почв и их опустыненных вариантов на территории Чиилийского района достоверность разницы характеризуется величиной вероятности 0,673, в Сырдарьинском районе — 0,999. Эти данные позволяют сделать предположение, что на территории преддельты преобладает путь развития опустыненных вариантов лугово-болотных почв с непродолжительной стадией влажных почв, при котором в результате быстрого опустынивания запасы гумуса длительное время сохраняются высокими, а на территории древней дельты решающую роль играют процессы медленного опустынивания с существенным уменьшением запасов гумуса. Вместе с тем высокая степень изменчивости показателей (коэффициенты вариации изменяются от 29 до 71% при вероятности 0,90) не исключает и других путей развития процессов опустынивания.

В современной дельте процессы опустынивания находятся в начальной стадии своего развития, широкое распространение имеют только обсыхающие и обсохшие варианты гидроморфных почв, которые не обнаруживают существенной разницы в запасах органических веществ при сравнении с неопустыненными.

Диапазон колебаний средних значений содержания гумуса у такыровидных почв дельтово-аллювиальных пустынных равнин значительно меньше, чем у гидроморфных почв: он колеблется от $41,30 \pm 0,65$ до $67,53 \pm 11,27$ т/га, причем достоверной разницы между районами нет. У серо-бурых пустынных почв средние значения еще ниже — от $24,93 \pm 3,96$ до $37,32 \pm 1,49$ т/га. Однако, если для серо-бурых несолонцеватых почв третично-меловых останцов коэффициент вариации составляет 14,63%, то в серо-бурых несолонцеватых почвах предгорных районов Каратау он измеряется величиной в 51,20%. Необходимо подчеркнуть, что серо-бурые почвы Кызыл-Ординской области по запасам гумуса в основном имеют самый низкий размах варьирования (от 6 до 21 т/га), у гидроморфных почв он значительно выше (от 25 до 80 т/га). Такыры и такыровидные почвы в этом отношении занимают промежуточное положение (от 17 до 56 т/га), что существенно отличает данные типы почв от серо-бурых пустынных и, наряду с другими реликтовыми признаками, подтверждает наличие в прошлом гидроморфных стадий развития.

Отмеченные выше особенности в образовании органического вещества различных классификационных групп почв низовьев Сырдарьи характерны в известной степени и для формирования запасов азота.

В количественном выражении зависимость между этими компонентами характеризуется, по нашим данным, коэффициентами корреляции 0,60—0,88, коэффициентами регрессии $R_{x\bar{y}}$ (гумуса по азоту) от 7 до 14, $R_{\bar{y}x}$ (азота по гумусу) от 0,03 до 0,07.

Произведенные подсчеты коэффициентов регрессии при условии достоверности последних могут быть использованы для целей прогнозирования эволюции почв в условиях дельтово-аллювиальных равнин. Они показывают, что при опустынивании почв гидроморфного ряда запасы гумуса будут снижаться значительно быстрее, чем запасы азота, и характеризуют указанное различие количественно. Этот вывод подтвердился и другими методами статистической обработки материала. При оценке данных по содержанию азота в почвах конкретной геоморфологической области оказалось, что опустыненные варианты лугово-болотных почв не имеют существенных отличий от неопустыненных.

Высокие средние величины запасов азота в опустыненных почвах, очевидно, объясняются высоким содержанием гумуса в прошедших стадиях эволюции. В процессе минерализации органических остатков, вполне возможно, происходит и перераспределение форм азота в составе его общего запаса.

Это предположение подтверждается данными о грациях содержания подвижных форм азота. В различных районах Кызыл-Ординской области нет опустыненных вариантов почв с высоким содержанием подвижного азота, диапазон граций у не опустыненных лугово-болотных почв шире — от очень низких до очень высоких величин.

При сравнении средних значений запасов азота в почвах пустынных и обводненных территорий выяснилось, что для гидроморфных почв среднеарифметические показатели по азоту характеризуются величинами 3,27—7,43 г/га, такывидных — 3,39—5,11 т/га, серо-бурых — 3,00—4,46 т/га. Таким образом, различия между пустынными и гидроморфными почвами по содержанию азота являются менее выраженными, чем по содержанию гумуса.

В формировании валовых форм фосфорных соединений на территории низовьев Сырдарьи отмечены следующие особенности. Отсутствует ясно выраженная корреляционная зависимость между содержанием фосфора и содержанием органического вещества. Если древняя дельта является областью самых высоких запасов органических веществ, то по запасам фосфора наиболее обеспеченными являются почвы Прикаратауской провинции (территории колхозов «Коммунизм», «Авангард», «Гигант»); диапазон средних значений запасов фосфора для этой провинции составляет $22,70 \pm 0,88$ — $25,80 \pm 7,68$ т/га. Эти запасы значимо (с вероятностью, близкой к единице) отличаются от средних запасов фосфора в других районах, характеризуясь низкими коэффициентами вариации (8—27% при уровне значимости 0,1). Гидроморфные почвы других геоморфологических областей, наоборот, имеют высокие коэффициенты вариации (от 30 до 67%), при диапазоне средних величин от $8,89 \pm 1,69$ до $14,68 \pm 0,50$ т/га.

Отсутствие ясно выраженной связи между запасами органических веществ и валовыми запасами фосфора в различных типах почв позволяет сделать предположение о низкой доле органического фосфора в его валовом содержании.

Статистические методы анализа позволили также выяснить специфические особенности образования фосфорных соединений в зональ-

ных пустынных серо-бурых почвах. Если по запасам гумуса эти почвы даже при разных условиях формирования существенно не отличаются (среднее содержание 24—35 т/га), то содержание фосфорных соединений в пределах этого типа почв различно. Предгорные районы Каратау характеризуются самыми высокими средними показателями ($25,81 \pm 4,44$ т/га) при довольно низкой дисперсии, почвы третично-меловых останцов Казалинского массива имеют самые низкие запасы ($3,88 \pm 1,69$ т/га) и высокую степень варьирования показателей. Более высокое содержание фосфора в почвах предгорий, очевидно, связано с широко известными отложениями фосфоритов в Каратауских горах.

Полученные результаты статистической обработки по валовому содержанию питательных элементов выявляют индивидуальные особенности в формировании различных классификационных групп почв, а также региональные особенности почвенного покрова.

Определение потребности почв в удобрениях производится главным образом по содержанию подвижных форм азота, фосфора и калия в почвах.

По данным сотрудников Института почвоведения АН Казахской ССР, из общей площади почв, где было проведено агрохимическое картирование, в 95,35 тыс. га, низкие градации содержания подвижного фосфора и низкие и средние градации содержания гидролизующего азота имеют почвы на 91,34 тыс. га. Эти показатели отражают острую потребность области в минеральных и органических удобрениях.

Обработка перфокарт производилась по градам содержания гидролизующего азота (в мг/кг) от <30 до >120, подвижного фосфора от <10 до >80.

В процессе дальнейших исследований выяснилось, что содержание подвижного фосфора и азота связано с количественным и качественным составом органических веществ. При этом наиболее широкий диапазон градаций отмечается на территории древней дельты Сырдарьи. Более подробно останавливаться на результатах обработки применительно к почвам и районированным в области сельскохозяйственным культурам не представляется возможным. Можно лишь отметить, что почвы тяжелого механического состава, широко используемые под рис, наиболее острую потребность в удобрениях испытывают на территории преддельты, где необходимо рекомендовать самые высокие дозы азотных удобрений. На почвах территории древней дельты целесообразно рекомендовать более низкие дозы азотных удобрений.

Потребность в фосфорных удобрениях очень высокая повсеместно.

Таким образом, высокая степень варьирования показателей, рассмотренных почвенных характеристик не исключает возможности познания общих закономерностей в формировании почв дельтово-аллювиальных равнин. Вариационно-статистические методы обработки систематизированных данных помогают более полно раскрыть зависимости как от отдельных факторов почвообразования, так и от всей их совокупности.

В результате работы установлено, что среди рассмотренных признаков почв гумус является основным показателем для определения степени контрастности почв при характеристике структуры почвенного покрова. Несмотря на высокую степень варьирования данных, на территории низовьев Сырдарьи ясно выделяется три группы почв, значительно различающихся по запасам органических веществ: пустынные серо-бурые, пустынные такыровидные и почвы лугового ряда обводненной территории.

Что касается характеристики региональных особенностей территории по запасам гумуса, то, за некоторым исключением, гидроморф-

ные почвы древней дельты содержат больше гумуса, чем почвы других геоморфологических областей. Но эта особенность выявлена для данного этапа развития почв и при изменении увлажнения почв также, возможно, изменится.

При определении контрастности почвенного покрова для зон и отдельных регионов, а также при сравнении элементарных почвенных ареалов запасы общего азота не могут рассматриваться в качестве важного показателя, так как интервал среднеарифметических величин запасов у почв пустынного ряда перекрывается рядом градаций для почв гидроморфного ряда. Отсутствие резко выраженной границы, разделяющей различные группы почв по этому показателю, связано с тем, что при опустынивании почв обводненных территорий запасы гумуса снижаются значительно быстрее, чем запасы азота.

Выясненные закономерности в распределении валового содержания фосфорных соединений позволяют считать фосфор основным фактором при характеристике индивидуально региональных особенностей почв территорий дельтовых равнин, так как содержание фосфора связано с процессами аккумуляции минералогическим составом аллювия.

Вместе с тем установлено, что валовое содержание фосфора в почвах низовьев Сырдарьи не может считаться основным классификационным признаком при характеристике структуры почвенного покрова, ввиду того, что почвы, относящиеся к одному типу почвообразования (но различных геоморфологических областей), имеют резко различные запасы (например, серо-бурые), и, наоборот, почвы, относящиеся к различным классификационным группам (таковы видные пустынные и гидроморфные лугового ряда), имеют одинаковые запасы фосфора.

Подвижные формы питательных элементов являются наиболее лабильными показателями в условиях дельтово-аллювиальных равнин. Несмотря на общий широкий диапазон градаций их содержания, преобладают малые величины, поэтому почвы низовьев Сырдарьи испытывают острую потребность в минеральных удобрениях.

Изложенные данные по характеристике структуры почвенного покрова низовий Сырдарьи по некоторым факторам эффективного и потенциального плодородия почв, полученные в результате математической обработки, в известной степени помогают раскрыть главные и второстепенные особенности почвенного покрова этих территорий.

Результаты обработки статистическими методами данных почвенных анализов могут быть весьма полезными при составлении различных карт районирования, так как помогают выснить индивидуально региональные особенности почв территории.

ЛИТЕРАТУРА

Боровский В. М., Погребинский М. А. и др. Древняя дельта Сырдарьи и Северные Кызылкумы. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, т. I, 1958, т. II, 1959.

СТРУКТУРА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПЕРВОЙ НАДПОЙМЕННОЙ ТЕРРАСЫ ПРИПЯТИ

Г. А. Ржеутская

Нижняя аккумулятивная терраса р. Припяти характеризуется почти плоским ложбинно-гравистым рельефом и незначительным превышением над поймой. По данным З. А. Горелик (1965), пойменная терраса в верхнем и среднем течении возвышается над меженным уровнем воды на 0,5—1,0 м, нижняя надпойменная терраса возвышается в верхнем течении на 1—2 м, в среднем — на 3—4 м. Местами уступ нижней надпойменной террасы сильно сnivelирован, и ее переход к пойме имеет вид весьма плоских сильно растянутых склонов (Цапенко, 1961).

Будучи генетически связанным с поймой, характер почвенного покрова первой надпойменной террасы в значительной степени обусловлен особенностями эрозионно-аккумулятивной деятельности Припяти на разных ее участках и свойствами аллювия, приносимого ее многочисленными притоками.

В соответствии с формами староаллювиального мезорельефа на крупномасштабных картах почвенный покров нижней Припятской террасы изображается: 1) в виде сочетаний почв вытянутых грав и более или менее широких извилистых ложбин и 2) в припойменной части в виде сочетаний островов надпойменной террасы с почвами поймы. Повторяясь в пространстве с некоторыми вариациями, которые обусловлены главным образом различными относительными высотами грав, различным характером и длиной склонов и неоднородным механическим составом слагающего их аллювия, эти сочетания создают довольно сложный характер почвенного покрова.

Изучение структуры почвенного покрова первой надпойменной террасы Припяти проводилось в междуречье ее правых притоков Ствиги и Горыни на территории колхоза «17 Сентября» Столинского района Брестской области путем детального картирования в масштабе 1 : 2000 ключевого участка площадью около 100 га с характерным ложбинно-гравистым рельефом.

В результате детального картирования на исследованном участке было выделено 80 контуров, принадлежащих 14 почвенно-классификационным единицам, которые представляют собой в основном разновидности почв дерново-болотного типа, и лишь в некоторых ложбинах выделяются контуры иловато-болотных почв. Большинство выделов имело площадь менее 1 га, из них 25% — менее 0,01 га. Такие площади занимают главным образом контуры гидроморфных почв ложбинообразных понижений. Самые крупные контуры, более 5 га, принадлежат дерновым оподзоленным связнопесчаным почвам, оглееным внизу и слабоглееватым, приуроченным к вершинам и верхним частям склонов грав, нередко характеризующихся довольно однородным почвенным покровом (рисунок). Средний размер контура на участке составляет 1,19 га при минимальном 0,01 га и максимальном 7,2 га.

Подобная пестрота почвенного покрова обусловлена прежде всего неоднородностью механического состава почвообразующих пород, свойственной аллювиальным отложениям, которые здесь представлены аллювиальными песками, супесями и суглинками. В соответствии с фациальным распределением аллювия механический состав почвообразующих пород от вершины гравы до дна ложбины изменяется от связных песков до легких пылеватых суглинков. Содержание физической глины (частиц меньше 0,01 мм) увеличивается от 8,17—13,2 (в связнопесчаных и супесчаных почвах грав и их склонов) до 21,11—24,5% (в легкосуглинистых почвах ложбин).

Структура почвенного покрова участка первой надпойменной террасы р. Припяти

1 — староаллювиальные дерновые оподзоленные с оглеением внизу связнопесчаные почвы; 2 — староаллювиальные дерновые оподзоленные с оглеением внизу рыхлосупесчаные почвы; 3 — староаллювиальные дерновые оподзоленные, вскипающие с глуб. 80—100 см; 4 — староаллювиальные дерновые оподзоленные слабogleеватые рыхлосупесчаные почвы; 5 — староаллювиальные дерновые слабogleеватые связносупесчаные почвы; 6 — староаллювиальные дерновые слабogleеватые легкосуглинистые почвы; 7 — староаллювиальные дерновые слабogleеватые легкосуглинистые почвы; 8 — те же, с железистым горизонтом; 9 — староаллювиальные перегнойно-карбонатные слабogleеватые легкосуглинистые почвы; 10 — староаллювиальные перегнойно-карбонатные слабogleеватые легкосуглинистые почвы; 11 — иловато-глеевые на легкосуглинистом аллювии; 12 — те же, с погребенным перегнойным горизонтом; 13 — почвы, занесенные песком

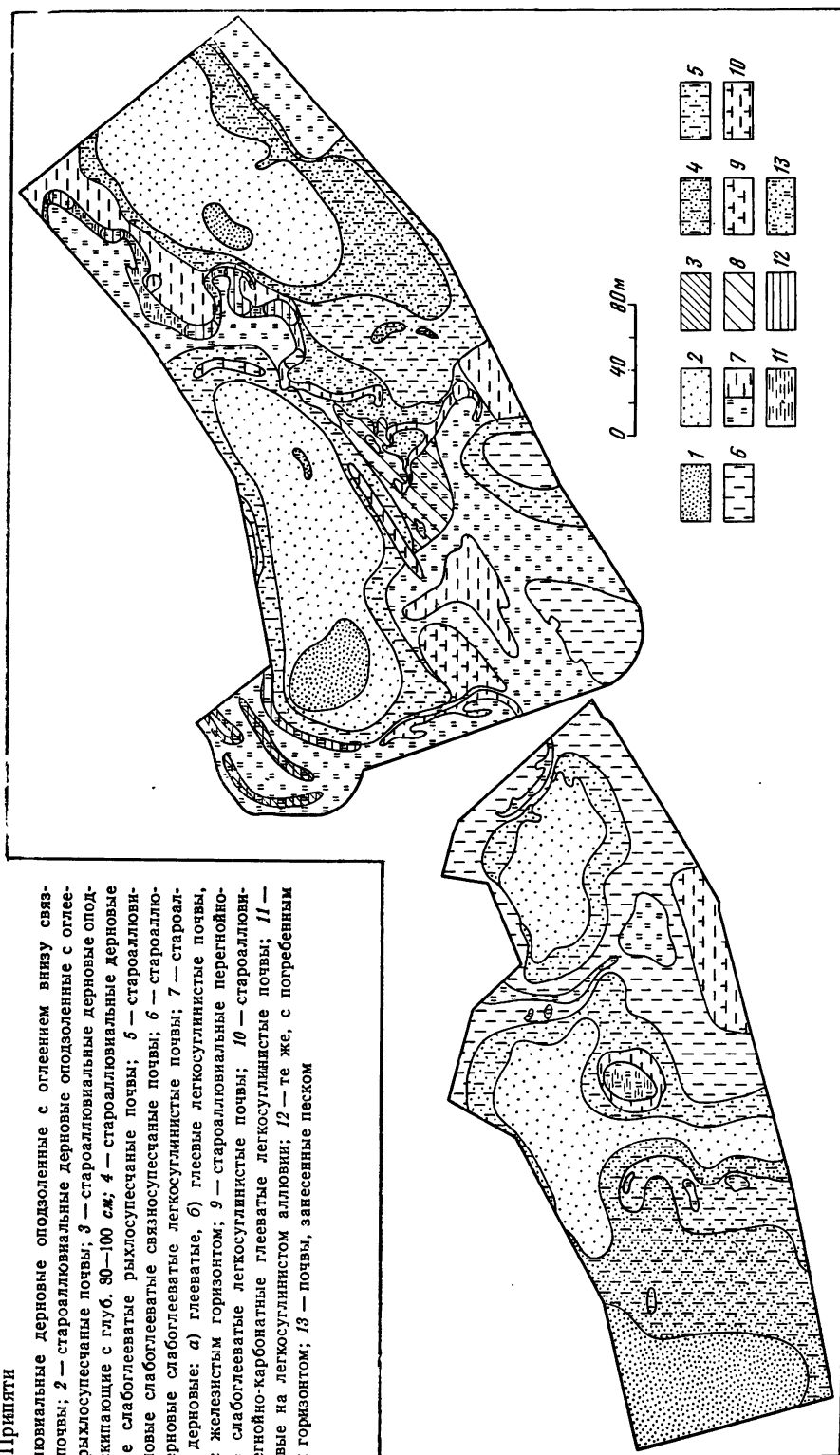


Таблица 1

Распространение почв по элементам рельефа на участке первой надпойменной террасы

Элементы рельефа	№ на карте	Название почвенных разновидностей	Площадь, га	Процент от общей площади	Свойства	
					мощность перегнойного горизонта, см	содержание фракции <0,01 мм, %
Плоские гряды	1	Староаллювиальные глубоко- и среднедерновые, оподзоленные с оглеением внизу связнопесчаные почвы	5,92	6,2	63—90	8,2—9,5
	2	Староаллювиальные средне- и глубокодерновые оподзоленные с оглеением внизу рыхлосупесчаные почвы	22,58	23,9	58—70	11,6—12,8
	4	Староаллювиальные среднедерновые оподзоленные слабogleеватые рыхлосупесчаные почвы	12,72	13,5	50—56	12,4—13,2
Пологие склоны гряд	5	Староаллювиальные среднедерновые слабogleеватые связносупесчаные почвы	13,82	14,5	36—50	16,5—16,7
	6	Староаллювиальные среднедерновые слабogleеватые легкосуглинистые почвы	6,64	6,9	29—35	22,4
Плоские ложбины и их склоны	7а	Староаллювиальные перегнойно-глееватые легкосуглинистые почвы	18,94	19,7	37—35	21,1—22,0
	7б	Староаллювиальные перегнойно-глееватые легкосуглинистые почвы	3,07	3,2	32—35	Не опр.
	9а	Староаллювиальные перегнойно-карбонатные слабogleеватые легкосуглинистые почвы	2,62	2,7	33—53	21,3—24,5
	9б	Староаллювиальные перегнойно-карбонатные глееватые легкосуглинистые почвы	6,04	6,2	35—50	Не опр.
Замкнутые впадины	7а	Староаллювиальные перегнойно-аллювиальные легкосуглинистые почвы	0,6	0,6	13—49	2,1—22,0
	7б	Староаллювиальные перегнойно-глееватые легкосуглинистые почвы	0,19	0,2	Не опр.	Не опр.

Близкий уровень почвенно-грунтовых вод в условиях ложбинно-грядистого рельефа создает большую изменчивость почв по степени грунтового увлажнения, что наиболее характерно для относительно пониженных местоположений с хорошо выраженными западинными формами микрорельефа.

В условиях преимущественного грунтового увлажнения почв существенное влияние на характер почвенного покрова оказывает неоднородность минерального состава почвенно-грунтовых вод, в зависимости от которой, при прочих равных условиях, могут развиваться или не насыщенные, иногда оподзоленные дерново-болотные, или высокоплодородные полугидроморфные перегнойно-карбонатные почвы. Исследование минерального состава почвенно-грунтовых вод на участке показало, что наибольшее содержание Са и Mg (соответственно 94,3 и 17,6 мг/л) имеют почвенно-грунтовые воды склонов, к которым и приурочены вытянутые контуры перегнойно-карбонатных почв. В замкнутых западинах общая жесткость почвенно-грунтовых вод значительно снижается (содержание Са до 25,0 мг/л, Mg — 2,7 мг/л), что объясняется опресняющим влиянием застаивающихся здесь атмосферных

почв (горизонты A₁, A_n)

pH _{KCl}	H, мг-экв на 100 г почвы	S, мг-экв на 100 г почвы	V, %	гумус, %	P ₂ O ₅ , мг на 100 г почвы	K ₂ O, мг на 100 г почвы
4,25—4,75	2,09—2,73	1,24—2,08	32—48	0,60—1,10	10,0—16,0	13,0—26,0
4,15—4,65	1,51—2,69	1,04—2,34	32—51	0,65—2,10	11,6—15,0	9,2—17,5
4,25—4,95	2,25—2,95	1,76—4,21	35—55	0,85—2,50	8,4	7,7—11,2
5,10—5,70	1,27—1,82	6,24—19,5	62—72	1,28—1,35	7,4—19,0	6,6—20,0
5,20—6,15	2,00—3,27	15,34—17,57	82—87	4,10	12,4—18,2	6,1—9,8
5,60—6,00	2,45—2,95	17,00—21,68	84—88	4,17—6,00	10,6—19,7	83—93
Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.
7,00	0,49—0,54	51,18—55,41	98—99	7,59	14,2—16,0	7,2—22,3
Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.
5,10—5,30	2,82—3,00	6,24—7,80	58—69	» »	» »	» »
Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	» »	» »	» »

осадков. Это явление определило изменчивость химических свойств почв одной разновидности в зависимости от их местоположения в рельефе. Так, перегнойно-глеевые и глееватые почвы замкнутых западин имеют pH солевой суспензии 5,1—5,3, сумму поглощенных оснований 6,24—7,80 мг-экв на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями 58—69%; те же почвы на пологих склонах ложбин имеют pH 5,6—6,0; сумму поглощенных оснований 17,05—21,68 и степень насыщенности основаниями 84—88% (таблица).

Детальное картирование позволило также выявить характер границ и форму контуров. Резкие переходы имеют только почвы, занимающие резко выраженные в рельефе местоположения, как, например, старичные котловины (илогато-болотные почвы), замкнутые западины (глееватые и глеевые легкосуглинистые почвы), образующие замкнутые контуры на фоне рыхло- и связносупесчаных слабogleеватых почв. В соответствии с формами мезо- и микрорельефа почвенные контуры чаще имеют вытянутую, или линейную форму. Такая форма контуров наиболее характерна для перегнойно-глеевых и глееватых почв ложбин и перегнойно-карбонатных почв их склонов. Почвы грив (дерно-

вые оподзоленные рыхло- и связносупесчаные, оглеенные внизу, или слабogleеватые) имеют более округлые слабо расчлененные контуры.

Важнейшими показателями, характеризующими структуру почвенного покрова, является соотношение компонентов почвенного покрова и их контрастность (Фридланд, 1965).

Различие почв, составляющих комбинации, по содержанию частиц физической глины, сумме поглощенных оснований (S), степени насыщенности основаниями (V), реакции среды (pH KCl), содержанию гумуса и питательных веществ позволяет судить об их контрастности (см. таблицу). Наибольшая контрастность химических свойств отмечается при сравнении дерновых оподзоленных с оглеением внизу связно-песчаных почв (pH — 4,25—4,75; S — 1,24—2,08; V — 32—48%, содержание гумуса — 0,6—1,1%) и перегнойно-карбонатных почв (pH около 7,0, S — 51,18—55,41, V — 98—99%, содержание гумуса — 7,59).

Вместе с тем постепенный характер перехода почв в соответствии с утяжелением механического состава почвообразующих пород и снижением уровня почвенно-грунтовых вод от вершины гривы к ложбине стирает резкие грани и создает строгую дифференциацию свойств почв по элементам рельефа.

Так, почвы плоских грив, развивающихся в условиях относительно низких уровней почвенно-грунтовых вод и легкого механического состава почвообразующих пород, наиболее подверженные выщелачиванию и оподзоливанию, имеют кислую реакцию среды (pH_{KCl} — 4,25), низкую степень насыщенности основаниями (V — 32—48%) и небольшое содержание гумуса в перегнойном горизонте (0,6—1,1%). Они занимают 30% территории и являются неперменным компонентом рассматриваемой структуры (см. таблицу).

К пологим склонам грив приурочены рыхло- и связносупесчаные слабogleеватые почвы с более благоприятными химическими и водно-физическими свойствами (pH_{KCl} — 4,95—5,70, V — 55—62%, гумуса — 1,28—1,35%). Площадь их распространения составляет 28% территории. Они являются переходными от выщелоченных почв грив к насыщенным перегнойно-глеевым и глееватым и перегнойно-карбонатным почвам ложбин, занимающим 38% территории участка. Высокое потенциальное плодородие последних несколько снижается неблагоприятными водно-физическими свойствами, затрудняющими их использование под пашню.

Подобный характер изменения химических и водно-физических свойств почв в соответствии с их местоположением в рельефе необходимо учитывать при размещении сельскохозяйственных угодий и проведении агротехнических мелиораций.

ЛИТЕРАТУРА

- Горелик З. А. О времени и причинах формирования Полесской низменности.— Докл. АН БССР, 1965, т. IX, № 2.
Фридланд В. М. О структуре (строении) почвенного покрова.— Почвоведение, 1965, № 4.
Цапенко М. М. Рельеф Белоруссии и некоторые особенности его формирования.— Материалы по антропогену Белоруссии. Минск, 1961.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОТДЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ

ВАРЬИРОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ В ПРЕДЕЛАХ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ПОЧВЕННЫХ АРЕАЛОВ И КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ГРУПП¹

В. П. Белобров

В любых почвенных исследованиях, в том числе проводимых с целью выявления варьирования почвенных свойств, необходимо в первую очередь различать истинную изменчивость почв и наблюдаемую. Истинная изменчивость свойств почв может варьировать в очень широких пределах в зависимости от условий почвообразования. Чем контрастнее эти условия, чем сложнее история развития почвенного покрова, тем чаще происходит смена ЭПА и тем больше амплитуда изменчивости свойств почв в пределах изучаемой территории. Полное представление об истинной изменчивости свойств почв получить практически невозможно, сведения о ней черпаются в наблюдаемой изменчивости, которая лишь с большей или меньшей вероятностью приближается к истинной. Степень этого «приближения» зависит уже главным образом не от характера почвенного покрова, а от методов исследования, обычно включающих крупномасштабное и детальное почвенное картирование, рандомизированный отбор проб и т. д. Чем детальнее проведены исследования, тем полнее вскрываются объективные закономерности изменчивости свойств почв, тем ближе наблюдаемое варьирование к истинному.

Таким образом, наблюдаемая изменчивость почвенных свойств раскрывает сущность истинной изменчивости неполно. Вместе с тем изменчивость, наблюдаемая в процессе почвенных исследований, вскрывает реальные закономерности изменения свойств почв. Однако отдельные наблюдаемые значения свойств почв испытывают случайные отклонения от величин, определяемых указанными закономерностями. Это вызывает необходимость выделять два вида изменчивости: случайную и закономерную (тренд), которые, проявляясь совместно, накладываются друг на друга.

Закономерная изменчивость проявляется в плавных изменениях значений свойств почв и постоянстве знака приращения его на протяжении полупериода каждого колебания. Очень часто наблюдаемая закономерная изменчивость свойств почв оказывается очень сложной, трудно распознаваемой, и выразить ее аналитически в виде детерминированной функции не всегда удается.

Случайная изменчивость характеризуется варьированием свойств почв, при котором они имеют характер случайных колебаний (в пределах изучаемой площади элементарного почвенного ареала, контура, профиля и др.) и редко сохраняют постоянство.

Для математического описания случайной изменчивости свойств почв в пределах территорий, где закономерные изменения не выявляются, и

¹ Работа выполнена под руководством В. М. Фридланда.

для получения показателей, характеризующих изменчивость этих свойств в пространстве, используются методы математической статистики. Так, для установления необходимого количества опробований, которое обеспечивает заданную точность вычисления средних величин свойств почв, используются, в частности, такие показатели случайной изменчивости, как дисперсия и коэффициент вариации.

Задача настоящей работы — рассмотреть случайную изменчивость свойств почв и вскрыть закономерности их распределения в пределах элементарных почвенных ареалов (ЭПА) — почвенно-географических единиц наиболее низкого таксономического ранга, а также в пределах классификационных единиц низкого ранга. Это важно для решения нескольких задач:

1) выявления степени устойчивости в пространстве различных свойств почв и получения количественных критериев для оценки изменчивости свойств почв в исследуемом почвенно-географическом пространстве;

2) получения показателей для установления степени контрастности почв в пределах определенных структур почвенного покрова;

3) прогнозирования изменений свойств почв как в пределах ЭПА и почвенного покрова участка, района и т. д., так и в пределах классификационных групп почв различного ранга.

Указанные задачи имеют не только теоретическое, но и практическое значение.

Описываемые почвенные исследования проводились в Демидовском районе Смоленской области на моренной равнине Валдайского времени в подзоне дерново-подзолистых почв. Были выбраны два участка в двух километрах один от другого, каждый площадью около 25 га. Первый участок, с плоским рельефом, в настоящее время распахан, а второй, с пологоволнистым рельефом, представляет собой залежь. На участках были проведены топографическая съемка в масштабе 1 : 2000 с сечением горизонталей через 0,5 м и детальное почвенное картирование, которое позволило выделить гомогенные (Фридланд, 1969) элементарные почвенные ареалы дерново-подзолистых почв разной степени оподзоленности и оглеения. В пределах ЭПА дерново-слабо-, средне- и сильноподзолистых почв проводился рандомизированный отбор проб из гумусовых горизонтов таким образом, чтобы охватить всю площадь ЭПА в целом. Для пахотных почв отбор велся с глубины 0—20 см, а залежных — 0—5 и 5—10 см. В большинстве ЭПА брались образцы в 50 точках, а в некоторых — в 10. Это определялось задачами исследования, в которые, в частности, входила проверка существующих выводов различных авторов о количестве опробований, необходимых для достижения заданной точности при определении свойств почв.

Все рассматриваемые свойства почв (содержание гумуса, pH водный, pH солевой, мощность горизонтов A_1 и A_2) были обработаны вариационно-статистическими методами (Плохинский, 1961). Были вычерчены полигоны распределений свойств почв (рис. 1—3) и рассчитаны следующие параметры: средняя арифметическая M , ошибка средней арифметической m , среднее квадратическое отклонение σ , пределы возможных колебаний изучаемого свойства $M \pm \theta_{0,95}\sigma$ (Дмитриев, 1969), коэффициент вариации v , показатель относительной вероятной погрешности P_p ($P = 0,95$), необходимое число повторностей для получения заданной точности n' при $P = 0,95$ и $P_p = 10\%$ (Дмитриев, 1970) и критерий достоверности различий эмпирического и теоретического распределения χ^2 .

Из данных, полученных при обработке выборки из 50 опробований (табл. 1), следует, что число повторностей для получения заданной точности определения ($P_{0,59} = 10\%$) средних величин содержания гумуса, pH_{H_2O} , pH_{KCl} и мощности горизонтов A_1 и A_2 в пределах ЭПА

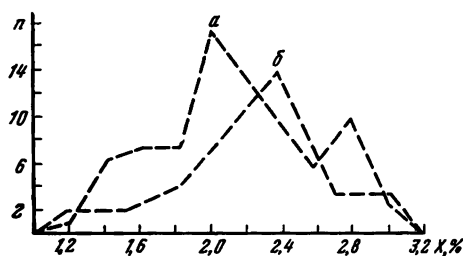
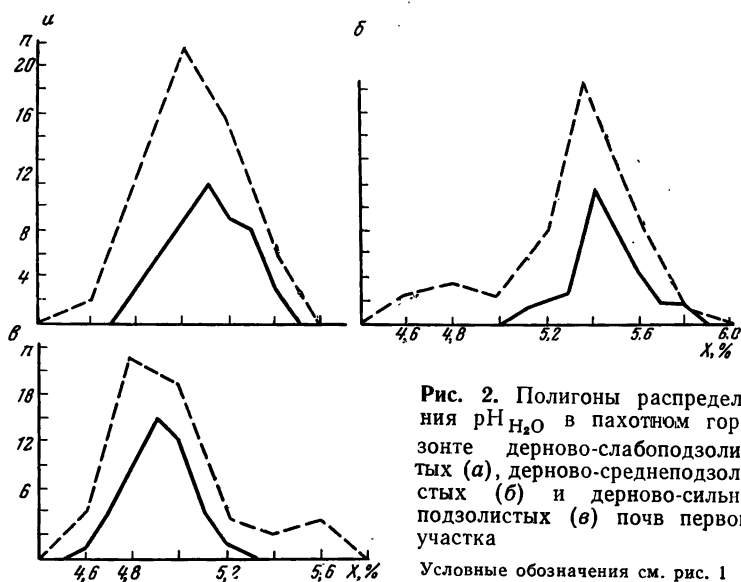
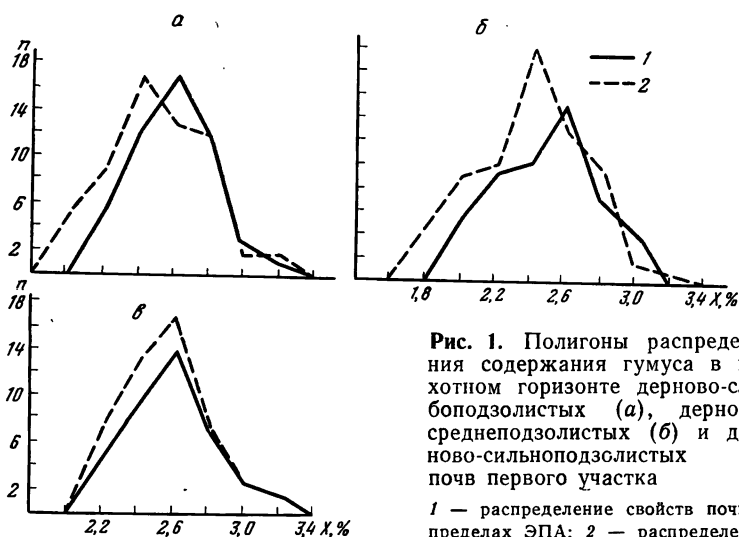


Таблица 1

Результаты статистической обработки химических и морфологических свойств пахотных дерново-подзолистых почв

Свойства почв	Индекс почвы	n	$M \pm m$	σ	$M \pm 0,68 \sigma$	v	$P_{0,95}$	n'	$\chi^2 *$
В пределах отдельных ЭПА									
Содержание гумуса	P_1^A	50	$2,20 \pm 0,034$	0,24	1,71—2,69	10,9	3,1	7	3,6~
		10	$1,70 \pm 0,061$	0,18	1,27—2,13	10,6	7,3	7	Не опр.
	P_2^A	50	$2,30 \pm 0,039$	0,28	1,73—2,89	12,2	3,4	8	3,2~
		10	$2,80 \pm 0,066$	0,21	2,30—3,30	7,5	5,2	5	Не опр.
	P_3^A	40	$2,60 \pm 0,041$	0,26	2,07—3,13	10,0	3,1	7	2,5~
		10	$2,44 \pm 0,062$	0,19	1,99—2,89	7,8	5,4	5	Не опр.
pH_{H_2O}	P_1^A	50	$5,30 \pm 0,023$	0,16	4,98—5,62	3,0	0,9	3	2,7~
		10	$5,04 \pm 0,038$	0,12	4,76—5,32	2,4	1,7	3	Не опр.
	P_2^A	50	$5,45 \pm 0,022$	0,15	5,15—5,75	2,8	0,8	3	6,0~
		10	$5,29 \pm 0,063$	0,20	4,82—5,76	3,8	2,7	4	Не опр.
	P_3^A	40	$4,90 \pm 0,021$	0,13	4,63—5,17	2,7	0,8	3	0,3~
		10	$4,55 \pm 0,044$	0,14	4,22—4,88	3,1	2,2	3	Не опр.
pH_{KCl}	P_1^A	50	$4,30 \pm 0,020$	0,14	4,02—4,58	3,3	0,9	3	4,4~
	P_2^A	50	$4,38 \pm 0,020$	0,14	4,10—4,66	3,2	0,9	3	4,0~
	P_3^A	40	$3,90 \pm 0,034$	0,21	3,47—4,33	5,4	1,7	4	5,3~
Мощность A_1	P_1^A	50	$15,0 \pm 0,56$	3,96	16,96—33,04	15,8	4,4	12	5,4~
	P_2^A	50	$24,5 \pm 0,38$	2,70	19,02—29,98	11,0	3,1	8	4,0~
	P_3^A	50	$24,5 \pm 0,44$	2,80	28,79—30,21	11,4	3,6	8	2,7~
Мощность A_2	P_2^A	50	$12,7 \pm 0,59$	4,20	4,17—21,23	33,0	9,3	54	10,2~
	P_3^A	40	$22,0 \pm 0,36$	2,26	17,39—26,61	10,3	3,2	7	2,1~
В пределах классификационных групп									
Содержание гумуса	P_1^A	60	$2,10 \pm 0,037$	0,29	1,51—2,69	13,8	3,4	10	3,5~
	P_2^A	70	$2,40 \pm 0,038$	0,32	1,76—3,04	13,4	3,3	10	4,0~
	P_3^A	50	$2,57 \pm 0,035$	0,25	2,06—3,08	9,7	2,8	7	1,5~
	P_4^A	40	$3,57 \pm 0,130$	0,85	1,84—5,30	23,8	7,3	25	4,2~
pH_{H_2O}	P_1^A	60	$5,25 \pm 0,023$	0,18	4,89—5,61	3,3	0,9	3	1,9~
	P_2^A	70	$5,30 \pm 0,035$	0,29	4,72—5,88	5,5	1,3	4	21,4 ***
	P_3^A	50	$5,05 \pm 0,048$	0,34	4,36—5,74	6,8	1,9	4	19,4 ***
	P_4^A	40	$4,95 \pm 0,036$	0,24	4,76—5,44	4,9	1,5	4	12,2 *
pH_{KCl}	P_1^A	60	$4,30 \pm 0,021$	0,16	3,98—4,62	3,8	1,0	4	5,5~
	P_2^A	70	$4,30 \pm 0,024$	0,20	3,90—4,70	4,7	1,1	4	13,4 *
	P_3^A	50	$4,00 \pm 0,047$	0,34	3,31—4,69	8,4	2,4	5	7,5~
	P_4^A	40	$4,14 \pm 0,034$	0,22	3,69—4,59	5,3	1,6	4	7,8 *
Мощность A_1	P_2^A	70	$25,0 \pm 0,38$	3,20	18,57—31,43	12,8	3,0	9	3,3~
	P_4^A	40	$25,5 \pm 0,87$	5,62	14,04—36,96	22,0	6,8	20	5,2~
Мощность A_2	P_2^A	70	$12,0 \pm 0,47$	4,00	3,96—20,04	33,0	7,9	55	13,9 *
	P_4^A	40	$15,5 \pm 0,79$	5,10	5,10—25,90	33,0	10,1	53	18,9 ***

~ Вероятность отличия фактического распределения частот от теоретического $P < 0,95$.

* То же, $0,95 \leq P < 0,99$.

** То же, $0,99 \leq P < 0,999$.

*** То же, $P \geq 0,999$.

пахотных дерново-подзолистых почв не превышает 10. Сходные данные по содержанию гумуса при выборке из 50 опробований были также получены Д. С. Орловым (1969). С целью проверки этого вывода нами были обработаны выборки из 10 точек опробований в пределах отдельных ЭПА и вычислены повторности, необходимые для достижения заданной точности, которые также оказались ниже 10. Из этого следует, что для характеристики случайной изменчивости изученных свойств почв в пределах ЭПА дерново-подзолистых почв, формирующихся в условиях плоского рельефа моренной равнины, достаточна выборка из 10 повторностей.

Учитывая это, мы отобрали в пределах каждого ЭПА с помощью таблицы случайных чисел из 50 опробований по 10 и, объединив их для одноименных ЭПА, получили выборки, характеризующие классификационные группы. Для классификационной группы дерново-слабо-подзолистых почв выборка составила 70 опробований (7 ЭПА), для дерново-среднеподзолистых — 60 опробований (6 ЭПА) и дерново-сильно-подзолистых почв — 50 опробований (5 ЭПА). Как мы видим, число необходимых повторностей и для классификационных групп также не превышает 10 (табл. 1).

Таким образом, и отдельные ЭПА, и классификационные группы пахотных дерново-подзолистых почв наиболее низкого таксономического ранга в данных физико-географических условиях требуют для своей характеристики почти одинаковой повторности взятия образцов, не превышающей 10. Правда, следует отметить, что при уменьшении $P_{0,95}$ до 5%, т. е. увеличении точности опыта в 2 раза, число необходимых повторностей увеличивается в 2—3 раза в зависимости от величины коэффициента вариации; чем он выше, тем требуется большее число повторностей для достижения заданной точности.

Несколько иные результаты получены для залежных почв второго участка (табл. 2). Повторность определения свойств почв при $P_{0,95} = 10\%$, равняя 10 у пахотных почв, для залежных почв недостаточна. Так, например, для оценки содержания гумуса в пределах ЭПА и классификационных групп залежных почв требуется повторность от 15 до 20. Для более окультуренных почв характерна меньшая вариабельность свойств почв как внутри территориальных почвенных единиц (ЭПА), так и классификационных групп. Это, по-видимому, объясняется тем обстоятельством, что неравномерность распределения корневых систем, ее мощность и продуктивность, создающие изменчивость содержания гумуса в почве, в значительной степени снивелирована ежегодной вспашкой, что и приводит к значительному уменьшению вариабельности содержания гумуса в пахотных почвах первого участка. Поэтому при характеристике изменчивости содержания гумуса в дерново-подзолистых почвах важно знать степень их окультуренности (Григорьев, Фридланд, 1964) и соответственно увеличивать число опробований в менее окультуренных почвах. Это обстоятельство важно также учитывать при прогнозировании изменчивости почвенных свойств в пределах ЭПА и классификационных групп. По-видимому, более высокая изменчивость залежных почв по сравнению с пахотными, при прочих равных условиях, дает основание для выделения в почвенном покрове меньших по размеру элементарных почвенных единиц, что в свою очередь указывает на более высокую контрастность данных почв по анализируемому свойству в пределах изучаемого почвенного покрова.

Важный аспект исследований — также выявление степени варьирования свойств почв в ЭПА пахотных дерново-подзолистых почв по сравнению с их изменчивостью в пределах классификационных почвенных групп, к которым они относятся, т. е. сопоставление характера случайной изменчивости в пределах территориальных и классификационных почвенных единиц. В общем изменчивость как химических, так и

морфологических свойств почв в ЭПА меньше, чем в классификационных группах (см. табл. 1). Тем не менее разница в коэффициентах вариации не столь велика (за исключением почвенной кислотности), чтобы говорить о существенных различиях в степени варьирования свойств почв в пределах ЭПА по сравнению с классификационными группами. По-видимому, это, как и вообще низкие показатели варьирования почвенных свойств участка, объясняется однородностью условий почвообразования в данном районе. Действительно, все почвы участка характеризуются однородным механическим составом почв, почвообразующими породами и мезорельефом, в то время как микрорельеф

Таблица 2

Результаты статистической обработки содержания гумуса в гумусовом горизонте залежных дерново-подзолистых почв (в пределах отдельных ЭПА)

Индекс почвы	Глубина горизонта, см	n	$M \pm m$	σ	$M \pm \theta_{0,95}\sigma$	v	$P_{0,95}$	n'
$П_1^A$	0—5	10	$3,71 \pm 0,20$	0,66	$2,15—5,27$	18,0	13,2	15
	5—10	10	$2,36 \pm 0,26$	0,43	$1,34—3,38$	18,0	13,2	15
$П_2^A$	0—5	10	$4,52 \pm 0,25$	0,79	$2,65—6,39$	17,6	12,8	15
	5—10	10	$2,37 \pm 0,15$	0,48	$1,23—3,51$	20,0	14,7	18

выражен слабо, а влияние растительности по существу снимается вспашкой. Поэтому в классификационных группах, образующихся из одноименных ЭПА, на каждый из которых почвообразующие факторы действуют более или менее одинаково, наблюдаемая изменчивость свойств почв мало отличается от изменчивости в элементарных почвенных ареалах. Нетрудно представить себе, что, если бы в классификационные группы входили ЭПА в разной степени окультуренные и неоднородные по механическому составу и почвообразующим породам, варьирование свойств почв в пределах классификационных групп в этом случае было бы более значительным.

С целью проверки этого предположения был проведен следующий анализ. Из некоторых опубликованных данных (Кучинский, 1935, 1950; Маймусов, 1963, и др.) была сделана выборка величин содержания гумуса в пахотном слое дерново-средне- и сильподзолистых почв Смоленской области и проведен статистический анализ (табл. 3, рис. 3). В каждую классификационную группу вошли почвы различного механического состава на разных почвообразующих породах (лёссовидные суглинки карбонатные и бескарбонатные, моренные и покровные суглинки и супеси) и в разной степени окультуренные (окультуренность устанавливалась из суммарной мощности горизонтов A_1 и A_2 , Майму-

Таблица 3

Результаты статистической обработки содержания гумуса в пахотном горизонте дерново-средне- и сильноподзолистых почв Смоленской области (в пределах классификационных групп)

Индекс почвы	n	$M \pm m$	σ	$M \pm \theta_{0,95}\sigma$	v	$P_{0,95}$	n'	χ^2
$П_2^A$	80	$2,15 \pm 0,049$	0,44	$1,26—3,04$	20,4	4,6	19	11,8
$П_3^A$	40	$2,20 \pm 0,071$	0,45	$1,28—3,12$	20,5	6,4	19	9,3

сов, 1963). Как видно из табл. 3, варьирование содержания гумуса в классификационных группах пахотных почв Смоленской области в 1,5—2 раза превышает варьирование в пределах тех же классификационных групп, но на ограниченном по территории и однообразном по условиям почвообразования регионе (первый участок). Распределение содержания гумуса (см. рис. 3) в пахотных дерново-средне- и сильно-подзолистых почвах Смоленской области следует нормальному закону.

Таким образом, при исследованиях с целью изучения варьирования свойств почв нужно, вероятно, различать варьирование в пределах классификационной группы в целом и в пределах отдельных ее частей, связанных с определенными условиями почвообразования. Это позволит выяснить влияние различных почвообразующих факторов на изменчивость того или иного свойства почвы. Для этого необходимо применение корреляционного, дисперсионного и информационно-логического анализов, что позволит понять причины и установить количественно степень варьирования свойств почв не только в пределах ЭПА и классификационных групп, а и всей исследуемой территории в целом, со всей совокупностью развитых на ней классификационных почвенных групп. Тем не менее можно все же сказать, что в нашем случае основное влияние на характер изменчивости свойств почв, в частности на содержание гумуса, оказывает степень окультуренности, что подтверждает высказанные предположения о высокой классификационной значимости степени окультуривания в типе подзолистых почв (Григорьев, Фридланд, 1964). Таким образом, для изменчивости свойств подзолистых почв степень окультуренности более значима, чем степень оподзоленности. Отчасти это можно объяснить тем, что дерново-слабо-, средне- и сильноподзолистые почвы суть почвы, возникающие в результате двух процессов почвообразования — подзолообразовательного и дернового, каждый из которых приводит к естественному варьированию свойств почв. При добавлении к этим двум ведущим процессам третьего — оглеения, т. е. при смене увлажнения, вариабельность содержания гумуса в дерново-подзолисто-глееватых почвах резко увеличивается (см. табл. 1). То же самое, по-видимому, происходит и при окультуривании почв. Окультуривание — еще один мощный фактор, действующий далеко не однозначно даже в одинаковых природных условиях, приводит к большей изменчивости свойств почв в пределах классификационных групп.

Таким образом, для целей изучения варьирования свойств почв зачастую гораздо важнее знать степень окультуренности почв, нежели степень оподзоленности.

Как уже было сказано выше, для почвенных свойств определенных ЭПА и классификационных групп были вычерчены полигоны распределения (см. рис. 1—3). В пределах ЭПА анализируемые свойства почв, судя по критерию χ^2 , следуют закону нормального распределения, что указывает на однородность каждого из выделенных ЭПА по анализируемым признакам. Напротив, в отдельных классификационных группах некоторые свойства почв, например почвенная кислотность, не следуют нормальному закону распределения (см. рис. 2). Следовательно, из характера пространственного варьирования свойств почв в пределах ЭПА по сравнению с классификационными группами можно сделать вывод, что почвенная кислотность является более динамичным свойством по сравнению, например, с содержанием гумуса и поэтому наиболее строгим для выделения однородных классификационных групп дерново-подзолистых почв.

Таким образом распределения изучавшихся свойств почв во всех проанализированных ЭПА следуют закону нормального распределения, что, вероятно, является общим правилом для всех гомогенных элементарных почвенных ареалов и их отличительной особенностью. Для бо-

лее обоснованного суждения относительно высказанного выше тезиса необходимы самые обширные данные о варьировании свойств почв в пределах ЭПА классификационных почвенных единиц других почвенных зон и подзон СССР. В литературе имеются сведения (Важенин, 1963; Дубиковский, 1969, и др.) о варьировании свойств в пределах классификационных групп почв различного таксономического ранга, но не элементарных почвенных ареалов.

При анализе коэффициентов вариации и сопоставлении эмпирических и теоретических распределений почвенных свойств в пределах ЭПА и классификационных групп выяснилось, что наиболее устойчивыми свойствами почв являются содержание гумуса и мощность гумусового гор. A_1 , а наиболее варьирующими — почвенная кислотность (Важенин, 1957, 1963; Орлов, 1969; Сорочкин, 1968, и др.) и мощность гор. A_2 . Это вполне понятно. Накопление гумуса — вековой процесс, проявляющий известный консерватизм в ходе эволюции почв. Почвенная же кислотность более динамична при тех же изменениях условий почвообразования, а значит, и более вариабельна. Поэтому для хорошо детерминированной системы «почва — почвообразующие факторы» вариабельность содержания гумуса и мощности гумусового гор. A_1 в пределах изученных классификационных групп вполне достоверно можно характеризовать опробованием в пределах одного или нескольких относящихся к ним элементарных почвенных ареалов. Варьирование же почвенной кислотности и мощности подзолистого горизонта в пределах классификационных групп характеризовать изменчивостью только в ограниченном числе ЭПА недостаточно, так как это может привести к получению неверных выводов.

В пределах классификационной группы дерново-подзолисто-глееватых почв, включающих несколько ЭПА, не разделенных по степени окультуренности, распределения почвенной кислотности и мощности подзолистого горизонта не следуют нормальному закону распределения. Поэтому при анализе однородности классификационных групп почв также необходимо учитывать степень окультуренности исследуемых почв.

Как было отмечено выше, изучение варьирования свойств почв в пределах ЭПА и классификационных групп может быть использовано для установления степени контрастности изучаемых почв в пределах выделенных структур почвенного покрова. Степень контрастности обычно устанавливается по наиболее резко различающимся свойствам почв (Фридланд, 1965). При этом неизбежно возникает вопрос о том, каким способом оценивать наиболее различающиеся свойства почв. Их можно оценить и по средней арифметической из многочисленных выборок, можно и по данным двух точек (разрезов) опробования (что мало достоверно) для элементарных почвенных ареалов или классификационных групп. В каждом конкретном случае это, несомненно, определяется задачами исследований и точностью их выполнения. Повидимому, при детальных и крупномасштабных почвенных исследованиях контрастность целесообразно вычислять по данным опробований в пределах контуров почв или ЭПА, если они выделяются в данном масштабе, с необходимым числом повторностей для получения заданной точности, причем первоначально надо оценивать с помощью средних вариабельность в пределах классификационных групп, а затем контрастность почвенных свойств между группами. При средне- и мелко масштабных почвенных исследованиях контрастность устанавливается только по средним арифметическим для классификационных групп, так как ЭПА в таких масштабах не выделяются. Таким образом, в первом случае контрастность включает и различия между одноименными ЭПА, а во втором — только между классификационными группами.

Из всего этого следует, что чем больше вариабельность одного или нескольких свойств всей суммы почв рассматриваемой территории, тем

большей можно считать контрастность сравниваемых почв. Поэтому показатель варьирования может быть использован в качестве дополнительного критерия для характеристики контрастности почвенного покрова.

ЛИТЕРАТУРА

- Важенин И. Г.* Агрохимическая характеристика дерново-подзолистых почв различной степени окультуренности Калининградской области.— Почвоведение, 1957, № 6.
- Важенин И. Г.* Применение метода вариационной статистики в почвенно-агрохимических исследованиях.— Почвоведение, 1963, № 2.
- Григорьев Г. И., Фридланд В. М.* О классификации почв по степени окультуренности.— Почвоведение, 1964, № 5.
- Дмитриев Е. А.* О доверительных границах случайной величины.— Научн. докл. высшей школы, Биол. науки, 1969, № 9.
- Дмитриев Е. А.* Об оценке достаточного объема выборочных наблюдений.— В сб.: Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. М., «Наука», 1970.
- Дубиковский Г. П.* Функции распределения агрохимических показателей в дерново-подзолистых почвах БССР.— Почвоведение, 1969, № 11.
- Кучинский П. А.* Агропочвенная характеристика района Смоленской МТС.— В сб.: Почвоведение, сб. 1, Смоленск, 1935.
- Кучинский П. А.* Почвы Смоленской области. Смоленск, 1950.
- Маймусов Д. Ф.* Почвы Смоленской области, их улучшение и использование. Смоленск, 1963.
- Орлов Д. С.* Варьирование содержания органического вещества и окислительно-восстановительного потенциала в пахотном горизонте дерново-среднеподзолистой почвы.— Научн. докл. высшей школы, Биол. науки, 1969, № 3.
- Плохинский Н. А.* Биометрия. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1961.
- Сорочкин В. М.* Варьирование свойств дерново-подзолистых почв в лесу.— Почвоведение, 1968, № 9.
- Фридланд В. М.* О структуре (строении) почвенного покрова.— Почвоведение, 1965, № 4.
- Фридланд В. М.* Задачи и методы изучения структуры почвенного покрова.— Тезисы докладов на симпозиуме «Структура почвенного покрова, почвенные комбинации, их классификация и методы изучения». М., 1969.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОЧВЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ И ЕЕ СВЯЗЬ СО СТРУКТУРОЙ ЛЕСНОГО БИОГЕОЦЕНОЗА

Н. А. Взнуздаев

Варьирование величины влажности почв для одного срока наблюдения установлено многими исследователями, начиная с А. А. Измаильского (1894). Величина этого варьирования (коэффициент вариации v) значительно колеблется. По данным П. А. Некрасова (1928), для дерново-подзолистой суглинистой почвы коэффициент вариации для слоя 0—20 см колеблется в пределах 13—25%. И. С. Васильев (1939, 1950) приводит значения коэффициента вариации для слоя 0—55 см песчаной среднеподзолистой почвы в пределах 13—27%, для более глубоких слоев — 4—8%. По данным того же автора, в суглинистой дерново-подзолистой почве в ельнике коэффициент вариации для слоя 0—25 см равен 14—20%, для слоя 25—55 см — 9—10%, глубже — 14—19%.

Для темно-каштановых суглинистых почв Акмолинской обл. А. Д. Копыт и Д. П. Анистратенко (1959) определили коэффициент вариации равным 25—30%. Для сероземов Средней Азии В. Б. Гус-

сак, Н. Зухуров, И. Ахмеджанов и А. Раджанов (1967) получили коэффициент вариации от 5 до 25%. По их данным, коэффициент вариации меняется в зависимости от площади: от 1,4% на монолитах в лабораторных условиях до 6—14% при площади участка 4 м² и 6—18% при площади 400 м² и больше.

Для черноземов Украины коэффициент вариации колеблется в пределах 18—25% для слоя 0—25 см и 2—10% в более глубоких слоях почвы (Уваров, 1965). По данным А. К. Кондакова (1969), коэффициент вариации для черноземов колеблется в пределах 8—17%.

Очень большое варьирование влажности для луговых почв поймы р. Белой отметили В. М. Миркин и Г. В. Попова (1969): в зависимости от горизонта и растительности коэффициент вариации изменяется от 27 до 67%.

Таким образом, характер варьирования почвенной влажности установлен. Однако причины этого варьирования, хотя и указаны, но в ряде случаев не доказаны.

Оценка бурового метода исследования почвенной влажности

Известно, что для исследования почвенной влажности и сейчас наиболее широко применяется буровой метод. Как отмечает А. А. Роде (1969), принципиальным недостатком этого метода является его невоспроизводимость, т. е. невозможность «вернуться» с буром в ту же самую точку, чем вносится элемент неопределенности в измерение почвенной влажности. Однако отбор образцов из бура также может создать некоторую неопределенность в величине влажности почвы. Обычно объем бура достигает значительной величины (более 150 см³), и образцы почвы отбираются на значительном протяжении почвенного профиля: 5, 10 и даже 20 см. По данным В. Г. Ротмистрова (1904), значительные колебания влажности по вертикальному профилю почв обусловлены именно протяженностью взятого образца почв. Отбирая образцы почв из каждого сантиметрового слоя почвы, Ротмистров получил очень плавное изменение величины влажности. Основываясь на указанных фактах и используя данные В. А. Алабушева, Н. А. Гринько, И. И. Безручко (1968), работавших на приазовских черноземах, Н. С. Орешкиной (личное сообщение) для дерново-подзолистых почв стационара МГУ и данные Волгоградской экспедиции МГУ для светло-каштановых и лугово-каштановых почв, нами был составлен статистический паспорт (Дмитриев, 1964) бурового метода (табл. 1). Как видно из таблицы, расхождения между определениями влажности для двух проб, взятых из одного бурового образца (m_{dv}), достигают значительной величины; поэтому минимальная разность между двумя показателями влажности ($d v_{min}$), чтобы быть достоверной, должна дости-

Таблица 1

Статистический паспорт бурового метода определения влажности суглинистых и тяжелосуглинистых почв

Почва	Дата	σ	m_{dv}	$d v_{min}$ для Р		
				0,90	0,95	0,99
Светло-каштановая	Август 1969 г.	0,76	1,06	1,64	2,08	2,73
Приазовский чернозем	Май — июнь 1967 г.	1,10	1,54	2,56	3,04	3,96
Дерново-подзолистая	Октябрь 1969 г.	1,27	1,77	2,94	3,50	4,03

гать значительных величин (так для дерново-подзолистой почвы она должна составлять 3%, чтобы быть достоверной с вероятностью 0,90).

Причина такого разброса данных по влажности, как показали наши исследования и обработка данных В. А. Алабушева, Н. А. Гринько и И. И. Безручко, состоит в том, что почва из верхней части бура, как правило, суше почвы из нижней части. Иными словами, несмотря на характер изменчивости влажности по профилю почвы, в буре влажность почвы закономерно уменьшается сверху вниз. Таким образом, отбор проб почвы на влажность буром характеризуется определенной систематической ошибкой. Чтобы повысить сравнительную ценность наблюдений, необходимо придерживаться однообразия в отборе проб из бура. Но и в этом случае величина влажности почвы будет значительно варьировать, что связано с пространственной изменчивостью почв.

Пространственная неоднородность почвенного покрова в лесу

Водный режим дерново-подзолистых почв изучен достаточно подробно многими исследователями (И. С. Васильев, 1950, 1954, 1959; И. И. Судницин, 1966; С. В. Зонн и Е. А. Кузьмина, 1964).

Установлено, что для дерново-подзолистых почв характерен промывной тип водного режима с основным промачиванием в весенний период и в отдельные годы в летние месяцы. Зная основные закономерности водного режима дерново-подзолистых почв, в своих исследованиях мы ставили задачу изучить лишь различия во влажности почв в зависимости от структуры лесного биогеоценоза. Определения влажности почвы проводили в течение 1963—1965 гг. в дубо-ельнике волосистоосоковым. Для данного типа леса характерна пятнистость суглинистых дерново-подзолистых почв разной степени «дерновости» и «оподзоленности» на покровном суглинке, подстилаемом опесчаненной мореной. Для сравнения были выбраны две парцеллы: дубово-медуничная и елово-волосистоосоковая. Исследование показало, что в этих парцеллах наблюдаются различия в динамике влажности почвы. Для почвы еловой парцеллы характерно более интенсивное иссушение в летние месяцы, начинающееся раньше и охватывающее большую толщу по сравнению с почвой дубовой парцеллы (рис. 1). Осенью (1964 г.) запасы влаги в слое 0—45 см почвы дубовой парцеллы на 18% превышают запасы влаги в этом же слое почвы еловой парцеллы. В более глубоких слоях (45—105 см) разница уменьшается, составляя 11%. Аналогичные различия наблюдались в течение всех трех лет наблюдений.

Статистическая обработка полученного материала (табл. 2) показала, что различия во влажности в большинстве случаев недостоверны. Если даже не учитывать высокую вариабельность влажности нижней толщи почвы (слой 75—95 см), которая обусловлена чередованием в почве на этой глубине покровного суглинка и морены, то варьирование значений влажности в остальной толще почв обеих парцелл все равно достигает значительной величины. Варьирование значений влажности для данного типа леса в целом не отличается от варьирования величины влажности по парцеллам. Очевидно, это связано с какими-то дополнительными факторами, определяющими варьирование значений влажности в пределах парцеллы.

Нами проверена возможность корреляции между выпадением осадков в разных парцеллах и влажностью почвы каждой парцеллы. Действительно, в парцеллах, сформированных елью, снежный покров заметно меньше; так, в малоснежную зиму 1963/64 г. под елью запасы воды в снежном покрове измерялись 55 мм, под дубом — 85 мм, в многоснежную зиму 1966/67 г. соответственно 114 и 126 мм. Однако в

Таблица 2

Варьирование влажности почвы в различных парцеллах дуба-ельника волосистоосокового

Глубина, см	Парцелла						Дубо-ельник волосисто-осоковый в целом		
	елово-волосистоосоковая			дубово-медуничная					
	М	σ	v	М	σ	v	М	σ	v
24 мая 1964 г.									
2	99	37	38	71	39	55	85	37	44
5	46	1,4	3	49	2,9	6	48	2,4	5
15	30	6,8	22	30	3,3	11	30	4,8	16
25	24	3,2	13	22	1,8	8	23	2,8	12
35	21	0,4	2	21	0,4	2	21	0,4	2
45	20	2,0	10	21	0,7	3	21	1,2	6
55	20	0,8	4	21	0,8	4	21	0,7	4
65	21	0,6	3	21	2,2	10	21	1,1	5
75	22	0,8	4	18	0,6	3	20	2,6	13
85	20	1,2	6	18	3,7	20	19	3,2	17
95	20	5,6	28	16	3,8	23	18	4,4	24
105	22	3,3	15	18	4,9	27	20	4,9	25
25 июля 1964 г.									
2	16	3,9	24	18	6,5	37	17	5,0	29
5	16	2,2	14	20	2,0	10	18	3,2	17
15	12	1,6	13	16	3,2	20	14	2,8	20
25	12	0,6	5	14	1,8	13	13	1,5	12
35	13	3,8	30	16	1,2	8	14	3,2	22
45	15	2,8	19	17	0,8	5	16	2,4	15
55	17	1,4	8	18	0,7	4	17	1,1	7
65	17	1,4	8	16	3,5	22	16	2,4	15
75	14	2,0	14	16	5,0	30	15	3,5	23
85	16	1,9	12	17	3,9	23	17	2,7	16
95	15	2,6	17	17	1,6	9	16	2,1	13
105	15	2,4	16	15	0,9	6	15	1,8	12

* В этой и последующих таблицах М — среднее арифметическое, σ — среднее квадратическое отклонение, v — коэффициент вариации.

весенний период запасы воды в слое 0—105 см еловой парцеллы (1964 г.) были выше, чем в почве дубовой парцеллы, т. е. разница в запасах снега не определяет различие во влажности почвы в весенний период. В течение летнего сезона количество осадков, поступающих в почву под елью, значительно меньше, чем в почву под дубом (за вегетационный период 1964 г. соответственно 58 и 210 мм). Однако эта сумма осадков распределена во времени, и каждый дождь промачивал почву не глубже, чем на 10 см. Таким образом, только осадками эти различия трудно объяснить.

Для выявления возможных факторов, влияющих на влажность почв, в 1968 г. было проведено специальное исследование: в ельнике волосистоосоковом было заложено 50 скважин в июне и 75 в сентябре, что позволило построить топоизоплеты влажности почвы. Влажность определялась до глубины 1 м послойно по 10-сантиметровым слоям. Для каждой скважины отмечалось: превышение (была проведена нивелировка), состав и густота травяного покрова, мощность подстилки, удаление от ствола дерева, проекция крон (рис. 2).

Сравнение влажности почв отдельных парцелл (табл. 3) подтвердило выводы предыдущих лет: хотя влажность почвы по парцеллам

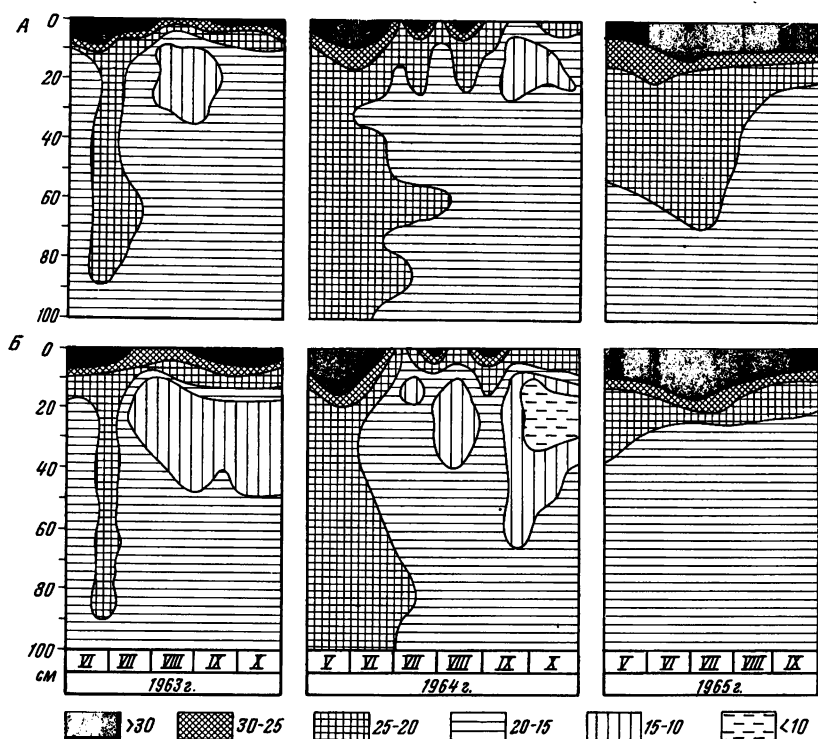


Рис. 1. Хроноизоплеты влажности почв (% на абсолютно сухую навеску) дубовой (А) и еловой (Б) парцелл

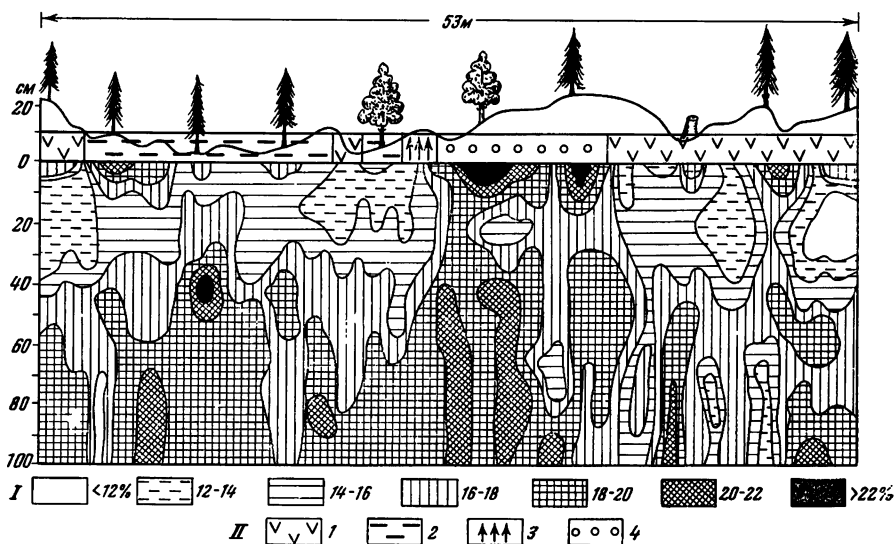


Рис. 2. Топоизоплеты влажности почв

I — влажность почвы, % на абсолютно сухую навеску; II — парцеллы: 1 — озовая, 2 — мертв-
псковная, 3 — еловая (возобновление), 4 — моховая

может существенно различаться, эти различия, как правило, статистически недостоверны. Варьирование значений влажности почвы очень велико (коэффициент вариации колеблется от 7 до 23%) и лишь в редких случаях снижается до 4—5%. Также отмечается высокое варьирование в нижних горизонтах (80—100 см), обусловленное чередованием покровного суглинка и морены.

Таблица 3

Варьирование влажности почв по парцеллам ельника волосистоосокового, сентябрь 1968 г.

Глубина, см	Парцелла											
	елово-мшистая			возобновление ели в окне			елово-осоковая			елово-мертво- покровная		
	М	σ	ν	М	σ	ν	М	σ	ν	М	σ	ν
10	22	3,1	13	17	3,7	23	16	3,2	21	16	2,5	16
20	17	1,9	11	15	2,1	14	15	2,7	19	15	1,7	11
30	16	2,2	13	15	2,3	16	14	2,1	15	14	2,1	15
40	19	2,3	13	17	1,8	11	16	2,2	14	17	1,7	10
50	19	2,1	11	19	1,3	7	18	2,0	11	18	1,6	9
60	19	0,8	4	19	2,1	11	18	2,1	11	18	1,4	8
70	19	2,2	11	19	1,0	5	18	1,6	9	18	1,2	7
80	20	2,0	10	19	0,9	5	18	2,9	16	19	1,7	9
90	20	1,4	7	18	2,5	14	17	3,8	22	19	2,0	11
100	20	1,4	7	18	2,3	13	18	3,0	17	19	2,1	11

В настоящее время имеется ряд данных (Травникова, 1961; Douglass, 1960), указывающих, что влажность почв закономерно изменяется по мере удаления от ствола дерева. В связи с этим нами все скважины были распределены в шести зонах по мере удаления их от дерева (табл. 4). Как показывают данные, в ряде случаев влажность по этим зонам существенно различается, особенно в верхней 50-сантиметровой толще, но статистически эти различия недостоверны. В пределах выделенных зон имеются заметные различия в варьировании влажности: так, для слоя 20—40 см наименьшие колебания влажности выделяются вблизи от ствола (0,2 м) и в зоне 1,0—1,5 м, т. е. намечается некоторое выравнивание влажности в пределах зоны. Однако в этом случае не учитывается влияние других факторов, вносящих разнообразие в значения влажности почв. Кроме того, размеры описанных зон могут меняться в зависимости от характера парцеллы и особенностей дерева. В этом случае увеличение разнообразия возможно в результате неправильного отнесения скважины в ту или иную зону.

Таким образом, статистическая обработка не дала четкого результата. В то же время графическое изображение влажности почв (в весовых процентах) показывает периодичность в ее изменении. Для сравнительной оценки влияния различных факторов на влажность почвы можно привлечь информационно-логический метод анализа, разработанный Г. Кастлером (1960) и Ю. Г. Пузаченко (Пузаченко, Мошкин, 1968).

Для удобства применения информационно-логического анализа нами было проведено объединение отдельных почвенных слоев в гидрологические горизонты: 0—30; 30—40; 50—60; 70—90; 90—100 см. Такое объединение не приводит к уменьшению информации, получаемой с данными по влажности почвы, определяемой в послойно взятых образцах.

Таблица 4

Варьирование влажности почв в различных по удалению от ствола дерева зонах

Зона удаления, м	Повторность, n	Параметр	Глубина, см									
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0,2	14	М	18	15	14	16	18	19	18	19	19	19
		σ	3,9	1,4	1,5	2,3	2,3	1,0	1,2	1,6	2,5	3,4
		υ	21	9	11	14	13	5	6	6	13	19
0,5	11	М	16	15	14	16	18	18	18	18	18	19
		σ	3,3	1,8	2,8	2,4	1,4	1,7	0,8	1,1	2,6	1,5
		υ	20	12	19	15	7	10	5	6	15	8
1,0	13	М	16	13	14	17	18	19	18	19	19	19
		σ	2,5	2,5	2,6	2,7	1,7	1,1	1,3	0,6	1,6	2,9
		υ	16	19	19	16	10	6	7	3	9	16
1,5	12	М	16	16	16	17	19	19	18	19	19	18
		σ	3,2	1,8	1,3	1,3	1,8	1,7	2,2	1,8	2,1	2,4
		υ	19	11	8	8	9	9	12	10	11	13
2,0	11	М	17	15	16	17	18	18	18	18	18	18
		σ	5,0	2,5	1,7	1,5	1,6	1,4	2,1	3,7	3,2	2,8
		υ	29	16	11	9	9	8	11	20	18	16
2,5	14	М	17	16	15	17	18	18	18	18	17	18
		σ	3,6	2,7	3,0	1,4	2,1	2,6	2,6	2,9	4,2	2,8
		υ	22	17	20	9	12	14	14	16	24	15

Анализ эффективности канала связи между влажностью почв и отдельными факторами (табл. 5) показал, что влажность дерново-подзолистых суглинистых почв в середине и конце вегетационного периода в первую очередь определяется глубиной взятия образца или горизонтом почвы ($K = 0,221$) и затем составом травостоя, т. е. типом парцеллы (состав травянистой растительности определяет принадлеж-

Таблица 5

Степень зависимости (эффективность канала связи) влажности почв от различных факторов

Фактор	Т	К	Фактор	Т	К
Глубина взятия образца	0,4790	0,221	Проектное покрытие крои	0,0677	0,039
Состав травостоя	0,1041	0,110	Густота травостоя	0,0101	0,012
Удаление от ствола дерева	0,1433	0,067	Микрорельеф	0,0043	0,002
Степень развития мохового покрова	0,0496	0,052			

Т — информативность фактора в битах.

К — коэффициент эффективности приема информации.

ность участка к той или иной парцелле). Это показывает, что парцеллярная структура — один из первых факторов, определяющих пестроту влажности почв. Затем идут факторы, обуславливающие варьирование влажности в пределах одной парцеллы. В этом случае на первом месте стоит расстояние от ствола дерева, иными словами, положение скважины в зависимости от эдификаторного центра парцеллы. Затем по эффективности связи идут степень развития мохового покрова, проективное покрытие крон, густота травостоя. Практически никакого влияния не оказывает в этот период микрорельеф. Таким образом, информационный анализ показал, что в лесных биогеоценозах варьирование почвенной влажности в первую очередь определяется типом парцеллы, одним из компонентов которой, как указывает Л. О. Карпачевский, является почвенный индивидуум — педон (Карпачевский и др., 1968), а внутри парцеллы — местоположением скважины относительно эдификаторного центра парцеллы — ствола дерева, а в окне — положением относительно его геометрического центра.

ЛИТЕРАТУРА

- Алабушев В. А., Гринько Н. И., Безручко И. И. Уточнение методики определения объемного веса и влажности почвы.— Почвоведение, 1968, № 7.
- Васильев И. С. К методике изучения влажности почв.— Пробл. сов. почв, сб. 9. М., Изд-во АН СССР, 1939.
- Васильев И. С. Водный режим дерново-подзолистых почв.— Труды Почв. ин-та им. В. В. Докучаева, т. XXXII, М.— Л., Изд-во АН СССР, 1950.
- Васильев И. С. О водном режиме подзолистых почв.— Труды Ин-та леса АН СССР, т. XXII, 1954.
- Васильев И. С. Водный режим дерново-подзолистых почв под лесом и пашней.— В сб.: Современные почвенные процессы в лесной зоне Европейской части СССР, М., Изд-во АН СССР, 1959.
- Гусак В. Б., Зухуров Н., Ахмеджанов И., Раджанов А. Опыт исследования варьированности влажности сероземов.— Почвоведение, 1967, № 4.
- Дмитриев Е. А. О возможности статистической оценки точности результатов анализов, проводимых без повторностей.— Науч. докл. высшей школы, Биол. науки, 1964, № 4.
- Зонн С. В., Кузьмина Е. А. Материалы к сопряженной характеристике водного режима и физико-химических свойств дерново-подзолистых почв под дубовыми, еловыми и липовыми лесами.— В сб.: Стационарные биогеоценоотические исследования в южной подзоне тайги. М., «Наука», 1964.
- Измайловский Л. А. Влажность почвы и грунтовая вода. Полтава, 1894.
- Карпачевский Л. О., Киселева Н. К., Попова С. И. Пестрота почвенного покрова под широколиственно-еловым лесом.— Почвоведение, 1968, № 1.
- Кастлер Г. Алфавит теории информации.— В сб.: Теория информации. М., ИЛ, 1960.
- Копыт А. Д., Анистратенко Д. П. К вопросу о числе повторностей при определении влажности почвы.— Труды Казахского н.-и. гидрометеорологического ин-та, вып. 13, М., 1959.
- Кондаков А. К. К методике оценки влажности пахотного слоя чернозема.— Почвоведение, 1969, № 4.
- Миркин Б. М., Попова Т. В. Выборочно-статистический метод анализа водного режима почв.— Почвоведение, 1969, № 9.
- Некрасов Н. А. Изучение пестроты скважности, влажности и содержания нитратов в почве по способу наименьших квадратов. Сообщение 2-е. Влажность.— Науч. агрономический журнал, 1928, т. 5, № 4.
- Пузаченко Ю. Г., Мошкин А. В. Информационный метод изучения распространения заболеваний.— Итоги науки, серия мед. геогр., М., Изд. ВИНТИ, 1968.
- Роде А. А. Основы учения о почвенной влаге, т. II. Гидрометиздат, 1969.
- Ротмистров В. Г. Передвижение воды в почвах Одесского опытного поля.— Журн. опытно. агроном., т. V, СПб., 1904.
- Судницын И. И. Новые методы оценки водно-физических свойств почв и влагообеспеченности леса. М., «Наука», 1966.
- Травникова Л. С. О неоднородности почвенного покрова и методике взятия образцов почв в лесу для химического анализа.— Труды Воронежского гос. заповедника, вып. XIII, 1961.
- Уваров Л. А. К вопросу об определении влажности почвы методом смешанного образца.— 5 научн. конф. аспирантов и молодых ученых УССР ИИЛХА (тезисы докл.). Харьков, 1965.
- Douglass S. E. Soil moisture distribution between trees in a thinned loblolly pine plantation.— Journal of forestry, 1960, N 3, v. 58.

ВАРЬИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБМЕННЫХ КАЛЬЦИЯ МАГНИЯ И АЛЮМИНИЯ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ШИРОКОЛИСТВЕННО-ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ

Н. К. Киселева

Содержание обменных оснований (Ca, Mg, Al, Na) так же, как многие другие свойства почв, характеризуется значительным пространственным варьированием. По данным В. Ф. Иванова (1969), в солонцеватых почвах Присивашья коэффициент вариации для Ca равен 10—33%, Mg—19—85%, Na—5—50%. В дерново-подзолистых почвах коэффициент вариации для Ca составляет 13%, Mg—23%, Al—30% (Карпачевский, Киселева, Попова, 1968).

В настоящей работе изучался характер варьирования обменных Ca, Mg, Al в дерново-подзолистых почвах Малинского лесничества Московской области.

В ряде типов леса Малинского лесничества были взяты смешанные образцы почв по диаметру парцелл. В каждой из двух-трех одноименных парцелл одного типа леса закладывалось пять-шесть скважин, из которых отдельно по горизонтам образцы смешивались и затем анализировались. Этот материал позволил выявить варьирование содержания обменных Ca, Mg и Al в дерново-подзолистых почвах в зависимости от парцелл. Затем были проведены исследования по изучению варьирования обменных оснований внутри парцеллы. В этом случае в каждой парцелле также закладывалось пять-восемь скважин по ее диаметру, но образцы из каждой скважины анализировались отдельно. Отбор образцов почв внутри парцелл проводили одновременно, но для разных типов леса сроки иногда значительно отличались. В связи с этим на варьирование содержания обменных оснований могла повлиять сезонная динамика, амплитуда которой (по данным Абрамовой, 1947) достигает 2—3 мг-экв на 100 г почвы. В начале работы в лабораторных условиях для вытеснения оснований применялся ацетат аммония. В связи с трудностями технического порядка в полевых условиях ацетат аммония был заменен 1 н раствором NaCl. Предварительно в лаборатории разными аналитиками были проведены параллельные определения обменных оснований обоими методами. Как показало сравнение этих двух методов, для них характерно систематическое различие: ацетат аммония вытесняет больше Ca и Mg, чем раствор NaCl, но характер изменения содержания обменных оснований по профилю остается идентичным. Сравнение данных, полученных разными аналитиками, также обнаружило систематические различия между результатами определений. В связи с этим был составлен паспорт метода (Дмитриев, 1964), который показал, что в ряде случаев различия достигают существенных величин (табл. 1).

Определение подвижного Al по Соколову основано на однократной обработке почв раствором KCl, поэтому полученные результаты лишь условно можно сравнить с суммой обменных Ca и Mg. Нами было проведено определение обменного Al одновременно с определением обменных Ca и Mg при полном вытеснении этих катионов 1 н раствором NaCl (Киселева, 1968).

Анализ распределения обменных оснований по профилю почв выявил некоторые особенности поведения этих элементов. Для Ca и Mg характерны два максимума: первый в гор. A₁ и второй — в гор. BC—C (на глубине 160—170 см). Минимум их содержания приходится на горизонты A₁A₂, A₂ и A₂B. Таким образом, процессами выщелачивания Ca и Mg затронута достаточно мощная толща почвы. Для обменного Al характер

распределения по профилю почвы иной: два минимума в горизонтах A_1 и C и максимумы — в горизонтах от A_1A_2 до B .

Сравнение содержания обменных оснований в почвах парцелл, образованных одними и теми же древесными породами, показало, что варьирование количества обменных оснований достигает существенных величин (табл. 2). Для Ca оно достигает 10—48%, для Mg — 17—110%, для Al — 13—140% (в зависимости от горизонта).

Таблица 1

Статистический паспорт метода вытеснения обменных Ca , Mg и Al раствором $NaCl$ (разные аналитики)

Катион	σ_{Σ}	m_{dv}	d_{vmin} при P		
			0,90	0,95	0,99
Ca	0,9	1,3	2,1	2,6	3,4
Mg	0,7	0,9	1,5	1,8	2,3
Al	0,3	0,4	0,9	0,9	1,2

Таким образом, на почвах парцелл сказывается принадлежность ее к тому или иному типу леса, т. е. внутри группы парцелл, образованных одной и той же породой и иногда с одним и тем же травянистым покровом, наблюдаются четкие различия по типам леса. Однако, несмотря на такое большое разнообразие свойств дерново-подзолистых почв внутри парцелл одной группы, отмечаются также и достоверные различия по содержанию обменных оснований между почвами различных групп парцелл (табл. 3). По Ca для разных почвенных горизонтов достоверность этих различий неодинакова. Так, для гор. A_1A_2 различия недостоверны, а для остальных — достоверны (для A_1 и A_2 с вероятностью $P = 0,95$, для A_2B и B — с $P = 0,99$). По Mg различия достоверны лишь для гор. A_1A_2 , по Al — различия недостоверны.

Таким образом, анализ парцеллярных различий показал, что почвы дубовых парцелл отличаются по содержанию обменного Ca от почв еловых парцелл. Этим косвенно подтверждена роль эдификатора (древесной породы) парцеллы в формировании ее почвы. Однако столь большое варьирование свойств почв по парцеллам заставило обратить внимание на характер изменчивости свойств в пределах одной парцеллы. Если эдификатор определяет различия по содержанию обменных оснований в почвах различных парцелл, то теоретически следует ожидать, что в пределах одной парцеллы расстояние от эдификатора может оказать существенное влияние на свойства почвы. Такие наблюдения были сделаны для серых лесных почв (Травникова, 1961; Винокуров и др., 1964), для бурых лесных (Zinke, 1962), для дерново-подзолистых (Карпачевский, Киселева, Попова, 1968). При этом отмечается закономерное изменение по мере удаления от ствола запасов подстилки, опада, а также количества осадков. По наблюдениям В. Н. Миной (1967), закономерное изменение свойств в гор. A_1 по радиусу парцеллы восстанавливается уже через два года после перемешивания верхнего горизонта почв. Таким образом, закономерное изменение свойств почв по радиусу парцеллы — объективно наблюдаемое явление. Данное положение можно проиллюстрировать результатами исследования почв дубо-ельника волосистоосокового (табл. 4). В почве дубово-медуничной парцеллы наблюдается следующее закономерное изменение содержания обменных оснований: от ствола (1 зона) к средней части кроны (2 зона) содержание обменного Ca в большинстве горизонтов возрастает и затем снова

Таблица 2

Среднее содержание и варьирование обменных Са, Mg, Al в дерново-подзолистых почвах разных групп парцелл, *мг-экв* на 100 г почвы *

Горизонт	Са			Mg			Al			n
	М	σ	ν	М	σ	ν	М	σ	ν	
Еловые										
A ₁	9,0	2,5	27	2,2	0,7	34	1,3	1,5	120	7
A ₁ A ₂	3,3	1,5	47	1,1	1,1	100	3,4	1,4	41	6
A ₂	2,3	0,4	26	1,0	0,5	50	2,7	1,3	48	9
A ₂ B	4,4	1,6	37	2,2	1,2	55	3,5	0,9	25	8
B ₁	7,0	0,7	10	4,4	1,5	35	5,2	1,7	42	4
B ₂	11,7	1,3	11	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	5
BC	13,3	3,8	29	5,2	2,6	40	1,4	1,9	140	5
C	11,0	3,9	35	5,8	1,9	33	0,9	0,9	100	5
Липовые										
A ₁	7,6	1,8	24	2,9	1,6	55	0,9	0,7	89	5
A ₁ A ₂	2,4	0,4	17	1,4	0,6	43	3,0	0,7	23	4
A ₂	2,0	0,6	30	1,7	0,8	50	3,5	1,9	54	5
A ₂ B	3,5	0,7	20	2,6	0,8	31	3,7	1,7	45	5
B	7,3	1,3	18	4,7	1,9	40	5,5	3,0	55	5
Дубовые										
A ₁	4,7	1,7	37	1,3	0,4	30	0,8	0,8	100	4
A ₁ A ₂	2,1	1,0	48	1,3	1,1	89	2,4	1,3	54	4
A ₂ B'	2,4	0,8	33	1,2	0,8	67	1,6	0,3	20	4
A ₂ B''	7,9	2,2	27	3,1	1,3	42	3,7	2,0	54	4
B	11,3	2,6	23	5,6	1,5	27	4,1	1,5	37	4
BC	13,3	1,8	16	7,5	2,1	28	2,6	1,3	50	3
C	15,8	4,3	27	8,7	1,6	19	0,9	0,4	45	3
Березовые										
A ₁	7,7	1,6	21	1,9	0,3	17	1,1	0,9	88	5
A ₁ A ₂	3,0	1,3	43	1,6	0,6	38	3,1	0,8	26	4
A ₂	3,2	0,9	30	1,6	1,8	110	3,1	0,4	13	3
A ₂ B	5,0	1,7	34	2,2	0,7	32	5,7	1,6	28	4
B	6,2	1,3	21	3,2	0,8	25	7,0	1,8	26	4

* М — среднее арифметическое, σ — среднее квадратическое отклонение, ν — коэффициент вариации, n — повторность

падает к периферии кроны (3 зона). В то же время в почве елово-волосистоосоковой парцеллы распределение обменного Са иное — наибольшее его содержание в поглощающем комплексе наблюдается около ствола дерева, в почве под средней частью кроны наблюдается заметное снижение его количества. На периферии кроны (70—170 см от ствола) обычно количество обменного Са в почве снова возрастает. Поведение обменного Al противоположно поведению обменного Са. Анализ распределения обменного магния определенных закономерностей не выявил.

Необходимо отметить, что более детальные исследования дают основания для более дробного деления на зоны и, в частности, для выделения зон вблизи самого ствола (0—20 см) и у самой периферии кроны. Поэтому встречающиеся отклонения от отмеченных выше зако-

номерностей, возможно, связаны с неточной привязкой скважин внутри выделенных зон.

Сравнение степени варьирования содержания обменных оснований в почвах групп парцелл и по зонам одной парцеллы (см. табл. 4) показывает, что в последнем случае варьирование меньше. В ряде случаев наблюдается уменьшение варьирования исследуемых свойств и в отдельных зонах по сравнению с парцеллой в целом.

Таблица 3

Достоверность различия содержания обменных оснований в дерново-подзолистых почвах разных парцелл

Горизонт	Ca		Mg		Al	
	общее среднее содержание, мг-экв на 100 г почвы	F	общее среднее содержание, мг-экв на 100 г почвы	F	общее среднее содержание, мг-экв на 100 г почвы	F
A ₁	7,5	3,3 **	2,0	2,5 *	1,0	0,3 *
A ₁ A ₂	2,8	0,7 *	1,3	3,5 **	3,0	0,5 *
A ₂	2,5	2,8 **	1,4	1,1 *	2,8	1,6 *
A ₂ B	5,1	4,3 ***	2,6	0,7 *	4,2	2,2 *
B	7,9	5,3 ***	4,3	1,7 *	5,5	1,1 *

* — Различия недостоверны ($P < 0,95$).

** — Различия достоверны с $P = 0,95$.

*** — Различия достоверны с $P = 0,99$.

F — Критерий Фишера.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что степень варьирования содержания обменных оснований в почве в первую очередь определяется типом леса, затем парцеллой, а в пределах парцеллы — микрозоной ее или удалением от эдификатора парцеллы. При оценке влияния типа леса на почву необходимо указать, что в пределах одного типа леса контрастные эдификаторы (например, дуб и ель, ель и ель, ель и дуб и т. д.) обуславливают и контрастные по различиям почвы. Поэтому почвы одноименных парцелл разных типов леса часто ближе между собой, чем почвы контрастных эдификаторов одного типа леса. Но и почвы одноименных парцелл несут на себе следы влияния того биогеоценоза, к которому они относятся, что подтверждается большим варьированием свойств почв внутри группы одноименных парцелл.

Различия как между свойствами почв разных парцелл, так и между свойствами почвы внутри парцеллы обусловлены различными сочетаниями компонентов среды. Для выявления зависимости химических свойств почв — содержания обменных Ca, Mg, Al — от состава древостоя, напочвенного травяного покрова, направленности и степени выраженности почвообразовательного процесса мы применили информационно-логический анализ в варианте, предложенном Ю. Г. Пузаченко и А. В. Мошкиным (1969). При обработке материала данным методом была установлена степень воздействия отдельных факторов на изучаемые свойства системы (табл. 5). Так, для содержания обменного Ca, как и для всего поглощающего комплекса, определяющим является генетический горизонт, степень его выраженности. Информативность этого фактора составляет 0,468 бита. Следующими по значимости являются древесная порода и травяной покров и значительно слабее влияет расстояние от ствола. В то же время для содержания обменного Al первые три фактора примерно равнозначны и доля их информативности меньше, чем для Ca. Четвертый же фактор — расстояние от ствола, —

Таблица 4

Содержание обменных оснований в разных зонах некоторых парцелл дубо-ельника водосистоосокового, *МК-ЭКв* на 100 г почвы

Горизонт	Катион	1 зона			2 зона			3 зона			В целом		
		М	σ	ν	М	σ	ν	М	σ	ν	М	σ	ν
Дубово-медуничная													
A ₁	Ca	6,8	0,8	11	7,0	0,5	6	6,2	0,9	15	6,6	0,7	10
	Mg	2,9	1,2	41	2,4	1,7	70	2,6	0,3	10	2,6	1,1	41
	Al	1,0	0,4	44	0,9	0,1	10	1,8	1,0	57	1,2	0,7	58
A ₁ A ₂	Ca	3,1	0,8	19	3,6	1,9	53	2,3	0,5	24	3,0	1,3	44
	Mg	1,5	0,7	46	1,6	1,2	75	1,4	0,2	14	1,5	0,8	53
	Al	2,4	0,7	29	2,5	0,9	36	2,4	0,6	24	2,4	0,7	29
A ₂	Ca	1,8	0,3	16	2,0	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	1,9	0,1	5
	Mg	1,6	0,4	25	2,0	»	»	»	»	»	1,7	0,4	23
	Al	1,7	0,6	38	1,9	»	»	»	»	»	1,8	0,4	24
A ₂ B	Ca	4,4	1,3	31	4,4	1,6	36	4,7	2,2	48	4,5	1,6	36
	Mg	2,6	0,1	4	2,1	0,6	30	3,3	2,7	82	2,6	1,6	60
	Al	3,4	0,9	26	2,9	0,4	15	3,9	1,3	32	3,2	1,3	41
B	Ca	6,7	0,9	14	7,3	1,7	24	6,8	1,2	18	7,0	1,6	23
	Mg	3,7	0,7	17	3,4	0,8	25	4,4	1,8	40	3,8	1,2	32
	Al	5,7	1,4	25	4,6	0,8	17	5,5	1,2	22	5,2	2,0	38
Елово-волосистоосоковая													
A ₁	Ca	10,3	0,7	7	8,4	3,0	36	8,2	1,8	22	9,2	2,0	22
	Mg	2,8	0,9	32	2,9	0,5	17	3,2	1,9	60	2,9	1,0	34
	Al	1,6	0,4	25	2,2	0,2	5	1,9	1,0	53	1,9	0,7	27
A ₁ A ₂	Ca	3,5	0,9	26	3,1	0,4	13	4,0	2,3	58	3,6	1,3	33
	Mg	2,0	0,9	45	1,7	0,8	46	2,0	1,1	55	1,9	0,8	42
	Al	2,2	0,7	33	2,7	0,9	33	2,6	1,4	56	2,6	1,0	40
A ₂	Ca	2,8	0,6	22	2,6	0,6	23	3,2	0,1	3	3,1	0,7	23
	Mg	1,4	0,7	50	2,0	0,5	25	1,9	0,2	11	1,7	0,6	36
	Al	3,7	1,9	51	4,5	Не опр.	Не опр.	2,8	1,8	63	3,5	1,5	43
A ₂ B	Ca	4,5	2,2	50	4,2	1,3	30	4,4	2,5	57	4,4	1,7	40
	Mg	2,0	0,7	35	2,9	0,3	10	2,1	0,5	24	2,0	0,5	25
	Al	3,6	2,2	61	4,8	0,3	7	3,0	1,1	37	3,7	1,4	38
B	Ca	9,6	0,7	7	7,2	1,1	15	7,1	2,4	33	7,8	2,3	30
	Mg	3,1	0,9	29	4,1	0,0	0	3,7	0,9	25	3,8	0,8	23
	Al	4,0	0,6	15	3,9	0,4	13	4,0	0,9	23	4,0	0,6	15

хотя и обладает наименьшей информативностью, все же в три раза выше, чем для Са. Минимальная информативность фактора (в данном случае расстояния от ствола) ни в коем случае не говорит о незначительности его влияния на изучаемые свойства. Коэффициент К показывает эффективность воздействия исследуемых компонентов на содержание обменных катионов. Сопоставление этих коэффициентов показывает, что генетический горизонт определяет лишь содержание обменного Са, на содержание же обменного Al в почвах все факторы оказывают приблизительно равнозначное влияние.

Таблица 5

Информативность и эффективность канала связи между Са и Al и различными факторами

Фактор	Са		Al	
	Т	К	Т	К
Горизонт почвы	0,4675	0,212	0,1026	0,045
Порода дерева	0,1637	0,059	0,1147	0,042
Травяной покров	0,1367	0,061	0,1009	0,045
Расстояние от ствола	0,0291	0,019	0,0789	0,035

Т — информативность фактора в битах.

К — коэффициент эффективности приема информации.

В результате применения информационно-логического анализа были установлены количества обменных Са и Al, обуславливаемые тем или иным фактором, так называемые специфические отношения состояний явлений и факторов (табл. 6). Так, например, каждый генетический горизонт обуславливает различные количества (классы) обменных катионов в почвах: гор. А₁ — наивысшее содержание Са и наименьшее Al и т. д. В свою очередь остальные факторы также воздействуют на химические свойства почв, и при различных сочетаниях условий мы будем находить различные конкретные данные. Парцеллярность биогеоценоза обуславливает бесконечное разнообразие сочетаний различных условий, следствием чего и является неравномерность свойств почв.

Примененный метод позволяет не только выявить действенность каждого из составляющих систему фактора, но и вывести логические функции, описывающие процесс. Они выглядят так:

$$Ca = \Gamma \boxtimes (B \boxtimes \boxtimes P \boxtimes Al).$$

$$Al = \Gamma \boxtimes B \boxtimes \boxtimes P \boxtimes R.$$

Эти формулы показывают, что на содержание обменных Са и Al одни и те же факторы влияют по-разному. Если для обменного Al воздействие всех факторов разнозначно, то для обменного Са определяющим является генетический горизонт, другие факторы имеют меньшее значение, причем в их число дополнительно включается и содержание обменного Al. Эти логические высказывания были проверены на материалах, полученных в том же районе; получена высокая сходимость результатов. Несовпадения могут объясняться в какой-то мере сезонной динамикой (так как образцы отбирались в течение всего полевого сезона) и смешением иногда горизонтов при отборе проб буром. Дальнейшие исследования, вероятно, помогут уточнить и усовершенствовать применение данного метода.

Таблица 6

Специфические отношения состояний явлений и факторов

Фактор	Градация фактора	Са		Al	
		класс	содержание мг-экв на 100 г почвы	класс	содержание мг-экв на 100 г почвы
Эдификатор (Э)	Окно	III	4—6	I	<2
	Ель	VI	>14	I—II	<5
	Липа	III—IV	4—10	II	2—5
	Сосна	II	1—3	II	2—5
	Осина	III	4—6	III	6—7
	Дуб	II—III	1—6	IV	8—10
	Береза	I	<1	V	>10
Горизонт (Г)	A ₁	VI	>14	I	<2
	A ₁ A ₂	II	1—3	II	2—5
	A ₂	I	<1	III	6—7
	A ₂ B	II—III	1—6	IV	8—10
	B	IV	7—10	V	>10
Напочвенный покров (П)	Осоковый	I—II	<3	I	<2
	Разнотравный	II—III	1—6	II	2—5
	Хвощево-медуничный	III	4—6	II	2—5
	Мертвопокровный	V—VI	>11	III	6—7
	Осоково-мшистый	IV—V	7—14	III	6—7
	Мшистый	V	11—14	V	>10
Положение у дерева (Р)	Ствол	I	<1	IV—V	>8
	Середина кроны	V	11—14	I	<2
	Граница кроны	II—III	1—6	I	<2
Возраст (В), лет	70	III	4—6	I	<2
	50	II	1—3	IV—V	>8
	30	I	<1	II	2—5
	10	V—VI	>11	II	2—5
Содержание алюминия (Al), мг-экв на 100 г почвы	<2	VI	>14		
	2—5	V	11—14		
	6—7	III	4—6		
	8—10	II	1—3		
	>10	I	<1		

ЛИТЕРАТУРА

- Абрамова М. М. Сезонная изменчивость некоторых химических свойств лесной подзолистой почвы.— Генезис и география почв, т. XXV, 1947.
- Винокуров М. А., Миронов Н. П., Шакиров К. И. О пестроте химических свойств дерново-подзолистых почв в лесу.— В сб. Взаимодействие леса с почвой, 1964.
- Дмитриев Е. А. О возможности статистической оценки точности результатов анализа, проводимых без повторностей.— Науч. докл. высшей школы, Биол. науки, 1964, № 4.

- Иванов В. Ф. Варьирование содержания гумуса, N, P, K, поглощенных оснований и ионов водной вытяжки солонца и засоленных почв Присивашья.— Почвоведение, 1969, № 1.
- Карпачевский Л. О., Киселева Н. К., Попова С. И. Пестрота почвенного покрова под широколиственно-еловым лесом.— Почвоведение, 1968, № 1.
- Киселева Н. К. Al как диагностический признак дерново-подзолистых почв.— Тезисы докладов Первого регионального совещания почвоведов северо- и среднетаежной подзон Европейской части СССР. Петрозаводск, 1968.
- Мина В. Н. Влияние осадков, стекающих по стволам деревьев на почву.— Почвоведение, 1967, № 10.
- Пузаченко Ю. Г., Мошкин А. В. Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях.— Итоги науки, серия мед. геогр. вып. 3. М., Изд. ВИНТИ, 1969.
- Травникова Л. С. О неоднородности почвенного покрова и методике взятия образцов почв для химического анализа.— Труды Воронежского заповедника, т. XIII, 1961.
- Zinke P. The pattern of influence of individual forests trees on Soil.— Ecology, 1962, v. 43, N 1.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ СВОЙСТВ ПОЧВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТРУКТУРЫ БИОГЕОЦЕНОЗА

Л. О. Карпачевский

Детальное изучение почв, проведенное рядом исследователей (Травникова, 1961; Zinke, 1962; Самойлова, 1965; Карпачевский, Киселева, Попова, 1968, и др.), показало, что в пределах одного биогеоценоза (БГЦ) свойства почв значительно варьируют. Степень этого варьирования для многих почв чрезвычайно высока (табл. 1). И это несмотря на то, что, по Н. В. Тимофееву-Рессовскому (1961), в БГЦ нельзя провести

Таблица 1

Варьирование некоторых свойств почвы в пределах биогеоценоза *

Свойство	Средняя величина, М	Коэффициент вариации, v, %	Свойство	Средняя величина, М	Коэффициент вариации, v, %
Опад, т/га	3,2	20	Подвижный К, мг на 100 г почвы	40	50
Подстилка, т/га	9,2	45	Валовая **		
Выделение CO ₂ , кг/га·час	10	45	SiO ₂ %	74—81	1—8
Гумус, %	3,3	17	Al ₂ O ₃ %	8—13	3—29
Гуминовые кислоты, %	0,9	27	Fe ₂ O ₃ %	2,5—5,3	3—42
Фульвокислоты, %	1,4	16	CaO, %	0,6—0,7	9—26
Обменный Са, мг-экв (A ₁)	7,5	22	MgO, %	0,3—0,5	8—69
Обменный Mg, мг-экв (A ₁)	2,0	27	Ил, % < 0,001 мм (A ₁)	10	24
Обменный Al, мг-экв (A ₁)	1,0	48	(A ₂)	4,6	9
Влажность почвы, % (A ₁)	12—24	5—30	(A ₂ B)	24	13
			Фракция 0,25—0,05 мм **, %	7—14	11—37

* В скобках — генетический горизонт.

** Для почвы в целом.

ни одной существенной границы. Однако работы последних лет (Дылис, Уткин, Успенская, 1964) показали, что для лесных биогеоценозов характерна внутренняя неоднородность, парцеллярная структура. Она выражается в дроблении БГЦ на ряд, отличающихся на всю толщу БГЦ, горизонтальных структур, для которых характерны индивидуальные эдификаторы и доминанты растительного покрова.

Расселение растений в историческом плане, безусловно, связано с почвенно-грунтовыми условиями. Но в пределах одного БГЦ исходная неоднородность перекрывается неоднородностью, созданной самим БГЦ. Это подтверждается данными по дифференциации почвенного покрова в культурных насаждениях (Jamison, 1942). Очевидно, в открытой системе почва — растение свойства системы определяются обоими ее компонентами (рис. 1). Действительно, минералогический состав почвы одного БГЦ, как правило, однороден. Он определяет при данном гидротермическом режиме содержание в почве и в почвенном растворе подвижных, доступных для растений веществ. Совокупность первичных минералов можно оценить как мотиватор (M_1), определяющий наличие в почве различных элементов и вторичных минералов (M_2). Последний в свою очередь определяет содержание в почве питательных элементов. Растение как «мотивируемое на данной почве явление» воспринимает «сигналы» почвы и посылает «сообщение» в почву. Устройством, передающим это сообщение, можно считать потенциал на корнях растений, который в свою очередь регулирует концентрацию химических элементов в почве. Сигнал поступает непосредственно в мотиватор-2, а через него — в мотиватор-1, куда он поступает и непосредственно. На химический потенциал почвы влияют также растворы, прошедшие сквозь полог растений, и гетеротрофы, разрушающие растительный материал. Таким образом, три сигнала прямо или косвенно связаны с растением. Для описанной системы характерен «шум» — привнос вещества из атмосферы, со стоком и т. п. Как следует из этой схемы, именно различия в потенциале вызывают и различия в свойствах верхних горизонтов почв (количественные и качественные). Различия в мотиваторах также обуславливают различия в почвообразовании, но для платкорных условий средней полосы СССР смена механического состава и почвообразующих пород в пределах одного БГЦ — явление крайне редкое.

Создающиеся различия в почвообразовании могут сохраняться очень долго, так как почве свойственна анизотропность (Иенни, 1948): неодинаковая скорость передачи воздействия в горизонтальном и вертикальном направлении. В верхних горизонтах почв горизонтальная скорость передачи воздействия какого-либо фактора, как правило, мала. Анализ различных свойств почвы, в частности содержания обменных оснований в почве, показал, что каждой парцелле свойственно свое распределение величин этих свойств. Так, если для гор. A_1 дерново-подзолистых почв всего Малинского лесничества с наибольшей вероятностью встречаются значения содержания обменного Ca 7—10 мг-экв на 100 г почвы, то для этого же горизонта почвы елово-липовой парцел-

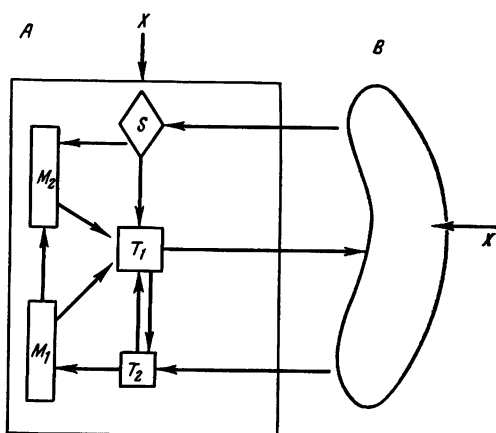


Рис. 1. Схема связей в системе почва — растение

А — почва, В — растение, X — шум, совокупность минералов: M_1 — первичных, M_2 — вторичных, химический потенциал: S — корней, T_1 — почвы, T_2 — поступающих в почву растворов

лы — 6 мг-экв. Таким образом, каждая парцелла характеризуется своим разнообразием свойств почвы.

Наши исследования показали (Карпачевский, Киселева, Попова, 1968; Иванушкина, Карпачевский, 1969), что изменчивость таких свойств почвы, как содержание гумуса, количество обменных оснований, влажность — закономерна в пространстве. В лесных БГЦ каждый индивидуальный эдификатор является центром фитогенного поля (Уранов, 1965). И по радиусу этого поля изменяются многие свойства почвы. Однако причины этой изменчивости требуют своего выявления.

Применение информационно-логического анализа (Пузаченко, Мокшин, 1969) позволило вскрыть зависимость влажности почвы от расстояния от дерева, травяного покрова, мощности подстилки (Пузаченко, Карпачевский, Взмуждаев, 1970). Аналогичная обработка данных выявила существование связи между содержанием в почве обменных Са, Al и такими факторами, как состав травяного покрова, удаление

Таблица 2

Влияние перемещения опада на содержание обменных оснований в гор. А₁ дерново-подзолистой почвы в липо-ельнике волосистоосоковом

Катион	Параметр	Осиново-сныветая парцелла		Елово-волосистоосоковая парцелла	
		без А ₀	с А ₀	без А ₀ осины	с А ₀ осины
Са	М	16,1	16,4	11,0	13,3
	σ	2,6	4,4	3,6	2,9
	v	16	27	33	22
Mg	М	6,2	4,7	3,7	4,1
	σ	1,5	1,4	0,7	0,3
	v	25	30	19	8
Al	М	3,5	3,2	10,2	5,4
	σ	0,9	0,8	1,9	0,6
	v	27	25	19	12

от ствола дерева, породы дерева (Киселева, Карпачевский, Корецкая, 1969). Анализ природной ситуации в широколиственно-еловых лесах заставил поставить ряд долговременных опытов с переносом опада, окapyиванием площадок и т. п. для выявления специфичности воздействия отдельных компонентов БГЦ на почву.

В исследованных лесах была заложена серия опытов (совместно с геоботаниками и зоологами) по изменению естественных условий почвообразования. Сюда включались опыты с переносом опада из одних парцелл в другие, удаление А₀, постоянное выкашивание травяного покрова, окопка участков на 0,6 м для снятия влияния корневых систем деревьев.

В 1963 г. опад и подстилка из осиново-сныветой парцеллы липо-ельника зеленчуково-волосистоосокового перенесли в елово-волосистоосоковую парцеллу этого же типа леса. Затем каждый год эту операцию повторяли. В октябре 1967 г. почва обеих парцелл была отобрана на анализ в пяти повторностях. В результате четырехлетнего переноса осинового опада в еловую парцеллу в гор. А₁ дерново-подзолистой почвы еловой парцеллы резко возросло количество обменного Al (табл. 2). По данным таблицы отмечается некоторое недостоверное снижение в

этой почве содержания обменных Са и Mg, при этом не компенсирующее увеличение количества Al. Очевидно, Al под влиянием фильтратов из листьев осины освобождается из кристаллической решетки алюмосиликатов или из «старых» гелей. Увеличение содержания Al коррелирует с естественным распределением Al в некоторых почвах осиновых парцелл. Многолетнее отсутствие подстилки в осиновой парцелле привело к выравниванию основного фона, особенно по Са (коэффициент вариации v с 27% уменьшился до 16%). Других изменений не отмечалось.

В 1966 г. была заложена вторая серия опытов с переносом опада. В елово-волосистоосоковую парцеллу дубо-ельника волосистоосокового, достаточно удаленную от парцелл, образованных листовыми породами, вносился опад дуба, березы и ветви березы в течение трех лет. В октябре 1968 г. с каждой площадки были отобраны образцы почв в пятикратной повторности. Аналогичные опыты с внесением хвои ели были поставлены в липняке волосистоосоковым и липо-дубняке волосистоосоковым (в основных парцеллах этих типов леса). Во всех случаях вносилась двойная-тройная годовая норма опада. Часть площадок в обоих опытах выкашивалась (для выявления влияния травяного покрова).

В результате воздействия чужеродного опада в почвах опытных участков отмечались заметные изменения в содержании обменных оснований (табл. 3). Так, в гор. A₁ почвы еловой парцеллы под воздейст-

Таблица 3

Содержание обменных оснований в гор. A₁ дерново-подзолистой почвы в зависимости от условий опыта, мг на 100 г почвы

Вариант	Са				Mg				Al			
	М	σ	v	ΔM	М	σ	v	ΔM	М	σ	v	ΔM

Дубо-ельник волосистоосоковый, елово-волосистоосоковая парцелла

Внесены листья дуба	6,2	1,8	30	—0,7	2,3	0,5	21	0,5	3,8	0,7	19	—0,2
То же, удалена трава	7,2	1,2	17	0,4	2,6	0,8	29	0,8	4,3	2,0	46	0,3
Внесены листья березы	7,5	1,0	13	0,6	2,8	1,1	39	1,0	2,1	0,7	34	—1,9
То же, удалена трава	11,3	3,2	29	4,4	2,5	0,7	28	0,7	3,8	1,0	27	—0,2
Внесены ветки березы	12,6	3,3	26	5,7	2,7	1,3	49	0,9	5,0	1,9	38	1,0
То же, удалена трава	8,0	1,5	19	1,1	2,5	1,3	53	0,7	1,6	0,6	38	—2,4
Контроль	6,9	1,0	14	0	1,8	0,2	11	0	4,0	2,2	56	0
То же, удалена трава	7,9	1,5	18	1,0	3,1	0,8	22	1,3	3,5	1,0	29	—0,5

Липняк волосистоосоковый, липово-волосистоосоковая парцелла

Внесена хвоя ели	9,1	1,3	14	0,3	1,4	0,2	13	—1,1	1,2	0,3	24	0,3
То же	8,6	1,2	14	—0,2	2,2	0,3	14	—0,3	1,3	0,2	14	0,4
То же, удалена трава	7,3	0,9	12	—1,5	2,9	0,5	16	0,4	1,0	0,4	34	0,1
Контроль	8,8	1,5	18	0	2,5	0,5	19	0	0,9	0,2	19	0

Липо-дубняк волосистоосоковый, дубово-волосистоосоковая парцелла

Внесена хвоя ели	10,3	2,3	22	0,1	2,4	0,6	24	—0,6	2,2	0,8	38	0,2
То же	11,0	2,4	22	1,0	2,9	0,7	23	—0,1	3,2	0,7	22	1,2
То же, удалена трава	11,5	0,8	7	1,5	2,4	0,7	29	—0,6	1,2	0	0	—0,8
Контроль	10,2	1,8	18	0	3,2	0,5	14	0	1,8	0,2	12	0
Контроль	9,8	3,0	30	0	2,8	0,9	32	0	2,2	0,2	10	0

вием дубового опада уменьшается содержание обменного Са, Al и возрастает количество Mg. Листья березы вызывают резкое уменьшение содержания в гор. A₁ Al и увеличение Mg и Са. Ветки березы вызвали резкое увеличение содержания всех обменных оснований на гор. A₁, что свидетельствует об интенсивном их воздействии на минеральную часть почвы. Возможно, такое воздействие связано со специфическими органическими веществами, содержащимися в коре березы, что подтверждается в некоторой степени данными по осадкам, стекающим по стволу березы. В отдельные сроки pH этих растворов падает до 3.

Статистическая обработка показывает недостоверность полученных различий, что обусловлено самой природой явления. Поэтому для выявления характера влияния изучавшихся факторов на почву был применен информационно-логический анализ, который позволил установить специфичность их воздействия (табл. 4). Так, для опада дуба специфично содержание обменного Са в гор. A₁ 4—5 мг-экв на 100 г почвы.

Таблица 4

Специфические уровни Са, Mg, Al (в мг-экв на 100 г почвы) в зависимости от варианта опыта

Вариант	Са	Mg	Al
---------	----	----	----

Дубо-ельник волосистоосоковый, елово-осоковая парцелла

Внесены листья дуба	4—5	2	3—4
То же удалена трава	8—9	3	3
То же	6—7	3	4
Внесены листья березы	6—7	3	2
То же, удалена трава	10—15	3	4
Внесены ветки березы	14—15	3—4	6—7
То же, удалена трава	6—7	2	0—1
Контроль	6—7	1	6 (1)

Липо-дубняк волосистоосоковый, дубово-волосистоосоковая парцелла

Внесена хвоя ели	10—11	2	3
То же, удалена трава	12—13	2	0—1
Контроль	10—15	3—4	1—2

Липняк волосистоосоковый, липово-волосистоосоковая парцелла

Внесена хвоя ели	6—7	2	0
То же, удалена трава	10—11	2	1
Контроль	8—9	2	0

Это согласуется с данными по содержанию обменных оснований в гор. A₁ почв дубовых парцелл: для них характерно среднее содержание 4,7 мг-экв ($\sigma = 1,7$ $v = 37\%$). В то же время для внесенной хвои ели специфичное содержание Са в гор. A₁ 6—7 мг-экв в липняке и 10—11 мг-экв в дубраве, что также согласуется со средним содержанием обменного Са в гор. A₁ еловых парцелл (9 мг-экв на 100 г почвы, $\sigma = 2,5$; $v = 27\%$). Удаление травяного покрова повышает в почве содержание обменного Са в еловой парцелле (может быть, правильно повышает вероятность более высокого содержания Са в гор. A₁). «Расслоение» специфичности содержания Al в контрольной почве связано с

многообразием и равнозначностью факторов, действующих в этих условиях и приводящих к «естественному» вырыванию свойств почв.

Мы не стали рассчитывать логическую функцию между содержанием в почве обменных оснований и различными факторами в связи со сравнительно малым объемом выборки. Кроме того, искусственность опыта снижает ценность такой формулы. Однако другие методы также подтверждают полученные выводы. Так, наблюдения за динамикой Са, К и Fe в почвах (с помощью смолы КУ-2) показали, что внесение дубовых листьев в еловую парцеллу уменьшает амплитуду колебания содержания Са, К и Fe в почве (Карпачевский, Киселева, 1969).

В 1963—1964 гг. в Малинском лесничестве была заложена серия опытов с окапыванием площадок (2×2 м). Площадки окапывались по периметру траншеей на 60 см. Корни деревьев обрубали и траншею снова закапывали. Каждый год корни обрубались на штык лопаты. В 1965 г. на окопанных площадках были отобраны образцы почв из горизонтов A_1 и A_1A_2 (буром, диаметром 2 см; анализировался смешанный из 10 повторностей образец). Окапывание уже через три недели сказалось на состоянии травяного покрова.

Увеличилась обводненность растений, содержание в них азота, калия и улучшилось их состояние и развитие (Дылис, Уткин, 1968).

Результаты почвенных анализов показали (табл. 5—8), что окапывание вызывает снижение содержания NH_4 в гор. A_1 и некоторое его

Таблица 5

Содержание обменного NH_4 (в мг-экв на 100 г почвы) в дерново-подзолистых почвах в зависимости от условий опыта (на посадках двухлетних елей)

Тип леса, парцелла	Окопанный			Неокопанный		
	без травы и A_0	без травы	контроль	без травы и A_0	без травы	контроль
Гор. A_1						
Дубо-ельник волосистоосо- ковый						
елово-волосистоосоковая	0,23	0,28	0,31	0,52	0,22	0,33
елово-кисличная	0,33	0,34	0,36	0,35	0,40	0,52
дубово-медуничная	0,40	0,40	0,73	Не опр.	Не опр.	0,49
осиново-снытевая	0,37	0,35	0,44	0,14	0,29	0,17
Липо-ельник зеленомошно- осоковый						
елово-мшистая	0,62	Не опр.	0,68	0,81	Не опр.	0,78
елово-волосистоосоковая	0,30	0,76	0,61	0,58	0,57	0,55
елово-липовая	0,49	0,84	0,57	0,80	0,94	0,86
Гор. A_1A_2						
Дубо-ельник волосистоосо- ковый						
елово-волосистоосоковая	0,17	0,19	0,20	0,19	0,20	0,30
елово-кисличная	0,21	0,21	0,48	0,27	0,33	0,34
дубово-медуничная	0,38	0,46	0,73	Не опр.	Не опр.	0,49
осиново-снытевая	0,37	0,35	0,44	0,14	0,29	0,17
Липо-ельник зеленомошно- осоковый						
елово-мшистая	0,62	Не опр.	0,68	0,81	Не опр.	0,78
елово-осоковая	0,30	0,76	0,61	0,58	0,57	0,55
елово-липовая	0,49	0,84	0,57	0,80	0,94	0,86

повышение в гор. А₁А₂. Поскольку именно для последнего горизонта характерен максимум древесных корней, логично предположить, что прекращение деятельности этих корней и вызывает заметное возрастание количества обменного NH₄. При окапывании наблюдается также снижение содержания обменного Al и некоторое повышение количества обменного Са.

Удаление травяного покрова вызвало более резкие изменения в содержании NH₄ и Al в гор. А₁А₂ по сравнению с А₁. Столь же интенсивно влияет на содержание всех обменных оснований удаление подстилки.

Таблица 6

Содержание обменного Са (в мг-экв на 100 г почвы) в дерново-подзолистых почвах в зависимости от условий опыта (посадки двухлетних елей)

Тип леса, парцелла	Окопанный			Неокопанный		
	без травы и А ₀	без травы	контроль	без травы и А ₀	без травы	контроль
Гор. А₁						
Дубо-ельник волосистоосо- ковый						
елово-волосистоосоковая	6,95	5,33	9,40	12,30	12,70	10,70
елово-кисличная	6,9	6,5	13,9	5,7	7,8	Не опр.
дубово-медуничная	9,8	9,3	7,8	Не опр.	Не опр.	6,1
осиново-снытевая	2,0	5,6	4,8	3,2	4,0	4,4
Липо-ельник зеленомошно- осоковый						
елово-мшистая	20,0	Не опр.	20,8	24,0	Не опр.	27,6
елово-осоковая	4,8	7,6	4,0	4,4	8,0	6,0
елово-липовая	13,6	Не опр.	14,8	10,4	11,2	9,4
Гор. А₁А₂						
Дубо-ельник волосистоосо- ковый						
елово-волосистоосоковая	2,4	3,3	3,7	5,3	5,3	5,3
елово-кисличная	2,4	2,0	8,2	2,4	3,2	2,4
дубово-медуничная	7,7	6,1	8,1	Не опр.	Не опр.	7,3
осиново-снытевая	1,2	1,2	1,2	2,0	1,6	1,6
Липо-ельник зеленомошно- осоковый						
елово-мшистая	2,8	Не опр.	1,2	2,0	Не опр.	3,6
елово-осоковая	2,0	2,8	1,6	1,2	2,0	2,0
елово-липовая	4,0	2,4	3,2	2,8	2,8	2,4

Не вдаваясь в гипотезы о ярусности корневых систем, о степени устойчивости минералов, одетых гумусовыми пленками в гор. А₁, отметим только, что приведенные данные свидетельствуют о связи между изучаемыми компонентами и свойствами почв. Большое варьирование исходных свойств затрудняет статистическую обработку данных и снижает достоверность полученных различий в содержании обменных оснований в почве по вариантам. Достоверную зависимость от окапывания статистическими методами (дисперсионным анализом) удалось выявить лишь для содержания NH₄ в почвах дубо-ельника волосистоосокового.

Однако проведенный информационный анализ позволил вскрыть некоторые специфичные отношения между изучавшимися факторами и

свойствами почв. Удалось установить, что между всеми факторами и содержанием в горизонтах A_1 и A_1A_2 обменных оснований существует прямая связь и эффективность канала связи (К) достаточна высока (табл. 9). Следовательно, влияние травяного покрова, подстилки, корней деревьев играет значительную роль в варьировании химических свойств почвы. Для изученных компонентов БГЦ характерно специфическое содержание обменных оснований в горизонтах A_1 и A_1A_2 . В табл. 10 показаны наиболее вероятные для каждой градации факторов количества обменных оснований в изучавшихся горизонтах.

Таким образом, влияние растительности проявляется прямо (окопка, удаление травяного покрова показывают роль живого растительного вещества) и косвенно, через варьирование запасов и состава опада и

Таблица 7

Содержание обменного Mg (мг-экв на 100 г почвы) в дерново-подзолистых почвах в зависимости от условий опыта (посадки двухлетних елей)

Тип леса, парцелла	Окопанные			Неокопанные		
	без травы и A_0	без травы	контроль	без травы и A_0	без травы	контроль
<i>Гор. A_1</i>						
Дубо-ельник волосистоосо- ковый						
елово-волосистоосоковая	3,7	4,9	3,3	0,4	4,1	4,5
елово-кисличная	2,1	2,9	2,9	3,3	3,3	2,0
дубово-медуничная	2,9	2,4	3,3	Не опр.	Не опр.	2,0
осиново-снытевая	1,2	0,8	1,2	0,8	2,8	1,6
Липо-ельник зеленомошно- осоковый						
елово-мшистая	5,6	Не опр.	4,0	4,8	Не опр.	3,6
елово-осоковая	2,0	0,8	0,0	1,6	1,2	1,6
елово-липовая	2,8	Не опр.	2,8	2,4	2,4	2,4
<i>Гор. A_1A_2</i>						
Дубо-ельник волосистоосо- ковый						
елово-волосистоосоковая	2,0	2,0	2,0	2,8	2,8	2,0
елово-кисличная	2,4	1,6	2,1	1,2	2,0	2,4
дубово-медуничная	1,6	0,9	0,9	Не опр.	Не опр.	0,8
осиново-снытевая	0,8	0,4	0,4	0,6	0,0	0,8
Липо-ельник зеленомошно- осоковый						
елово-мшистая	1,2	Не опр.	0,8	0,8	Не опр.	1,2
елово-осоковая	0,0	0,8	1,2	0,8	1,6	0,4
елово-липовая	0,0	1,2	0,8	1,2	0,8	0,8

подстилки. Поскольку варьирование запасов опада и подстилки в пространстве закономерно (Карпачевский, Киселева, 1968), то можно ожидать и соответствующего закономерного изменения в пространстве свойств почв, что подтверждается как нашими, так и литературными данными.

На основании всего сказанного можно выделить следующие виды изменчивости почвенного покрова:

1. Биогеоценозная — определяется различиями БГЦ.

Для двух БГЦ характерны различия в комплексах и вариациях почв. Так, например, для липо-ельника зеленомошно-осокового характерен

комплекс подзолистых и дерново-подзолистых почв. Для дубо-ельника волосистоосокового — вариации дерново-подзолистых почв. В ряде случаев для двух БГЦ характерны одинаковые по составу комплексы и вариации почв: например, для дубравы с липой волосистоосоковой и дубо-ельника волосистоосокового — вариации дерново-подзолистых почв. Но эти вариации отличаются количественным составом: в одном преобладают, например, слабоподзолистые, в другом — среднеподзолистые почвы (т. е. меняется соотношение видов почв).

Таблица 8

Содержание А1 (по А. В. Соколову) в дерново-подзолистых почвах в зависимости от условий опыта, мг-экв на 100 г почвы

Тип леса, парцелла	Окопанный			Неокопанный		
	без травы и А ₀	без травы	контроль	без травы и А ₀	без травы	контроль
<i>Гор. А₁</i>						
Дубо-ельник волосистоосоковый						
елово-волосистоосоковая	0,7	0,4	0,6	0,2	0,2	0,4
елово-кисличная	1,9	1,8	1,5	2,2	1,1	1,9
дубово-медуничная	0,1	0,1	0,2	Не опр.	Не опр.	0,3
осиново-снытевая	4,0	2,7	3,6	3,7	4,2	2,4
Липо-ельник зеленомошно-осоковый						
елово-мшистая	4,0	Не опр.	1,4	5,8	Не опр.	2,4
елово-осоковая	3,5	1,8	3,6	3,1	2,3	2,9
елово-липовая	0,7	0,5	0,4	1,4	1,0	1,7
<i>Гор. А₁А₂</i>						
Дубо-ельник волосистоосоковый						
елово-волосистоосоковая	2,8	2,8	2,3	1,6	3,1	2,2
елово-кисличная	3,1	4,4	Не опр.	4,1	2,9	3,3
дубово-медуничная	0,2	0,1	0,5	Не опр.	Не опр.	0,9
осиново-снытевая	4,0	3,6	3,4	5,1	4,2	4,9
Липо-ельник зеленомошно-осоковый						
елово-мшистая	6,0	Не опр.	3,4	6,0	Не опр.	4,8
елово-волосистоосоковая	4,6	4,0	4,6	5,1	3,9	4,5
елово-липовая	5,7	7,0	6,2	5,8	6,0	3,4

2. В пределах одного БГЦ также наблюдается изменчивость, которую можно назвать парцеллярной. Для каждого БГЦ характерен свой набор парцелл, а для каждой парцеллы — свой вид почвы. Так, для дубово-медуничной парцеллы дубо-ельника волосистоосокового — среднедерново-слабоподзолистая почва, для елово-волосистоосоковой парцеллы того же типа леса — слабодерново-среднеподзолистая.

Таким образом, почвенный компонент парцеллы совпадает с полипедоном (Johnson, 1963) или с элементарным почвенным ареалом (Фридланд, 1965). В последнем случае это совпадение наблюдается при изучении почвенного покрова на низшем таксономическом уровне.

3. Однако и внутри парцеллы почвенный покров неоднороден. Не касаясь даже таких факторов, как кротовины, валеж, муравейники и т. п., мы можем отметить периодичность в изменении свойств почв. Эта периодичность в лесу определяется особенностями его формирования и

Таблица 9

Информативность (Т) и эффективность (К) канала связи между содержанием в почве обменных оснований и некоторыми факторами

Катион	Горизонт	Показатель	Травяной покров	Подстилка, A_0	Окопка	Травяной покров, A_0	Травяной покров, окопка, A_0
NH_4^+	A_1	Т	0,1452	0,0889	0,1128	0,1578	0,3698
		К	0,146	0,089	0,113	0,100	0,144
	A_1A_2	Т	0,1343	0,1363	0,1155	0,1499	0,4527
		К	0,135	0,136	0,116	0,095	0,1767
Ca^{++}	A_1	Т	0,0196	0,1612	0,1185	0,1769	0,5228
		К	0,020	0,162	0,119	0,112	0,195
	A_1A_2	Т	0,0823	0,0199	0,0940	0,0963	0,1497
		К	0,083	0,020	0,094	0,061	0,058
Mg^{++}	A_1	Т	0,0146	0,1689	0,0458	0,1336	0,2480
		К	0,014	0,170	0,046	0,085	0,096
	A_1A_2	Т	0,0440	0,0711	0,0583	0,0970	0,1923
		К	0,044	0,071	0,059	0,061	0,075
Al^{+++}	A_1	Т	0,1166	0,0696	0,0747	0,1208	0,2200
		К	0,118	0,070	0,075	0,077	0,075
	A_1A_2	Т	0,0724	0,1125	0,0582	0,1448	0,4068
		К	0,073	0,113	0,061	0,092	0,158

периодичностью фитогенного поля в лесу. Другими словами, по мере удаления от ствола меняется поступление опада, мощность подстилки и даже густота и состав травостоя. Вместе с этими факторами меняется заселенность почв фауной и микрофлорой. Такое изменение в напряженности фитогенного поля приводит к закономерному варьированию свойств почв и появлению в почве зон со специфичными свойствами. Но так как эти зоны связаны, их целесообразно рассматривать как единое целое — педон, или почвенный индивидуум. Таким образом,

Таблица 10

Специфичность уровня обменных оснований (в мг-экв на 100 г почвы) в зависимости от условий опыта

Вариант опыта	NH_4^+		Ca^{++}		Mg^{++}		Al^{+++}	
	A_1	A_1A_2	A_1	A_1A_2	A_1	A_1A_2	A_1	A_1A_2
Окопка	0,3	0,4	6—7	6—9	2	2	0—1	2
Удаление травы	0—0,2	0—0,2	7—9	2—3	1	2	1	1
То же и A_0	0,2—0,3	0—0,1	4—5	4—5	2—4	1—2	2—4	2—4
Удаление A_0	0,4	0,1	4—5	4—5	3—5	1	3	4
Контроль	0,5	0,1	10—11	2—3 6—9	1	2	2	3—4

в лесу можно выделить объем почвы, обладающий типичным для данной парцеллы водным, газовым, тепловым и питательным режимами, круговоротом веществ и характером варьирования различных свойств. В пространстве педон ограничивается сферой влияния индивидуального эдификатора.

Педоны могут быть симметричными и асимметричными, гетероморфными и мономорфными (Карпачевский и др., 1968), но во всех случаях они занимают минимальный объем, в котором проявляются все свойства почвенного покрова данной парцеллы.

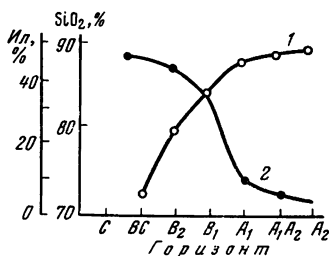


Рис. 2. «Предельные содержания» в почве SiO_2 (1) и ила (2).

В заключение необходимо остановиться на двух взаимосвязанных качествах почв: варьировании и предельности величины многих свойств почвы. Если сравнить разные педоны, также и разные виды одного и того же рода почв, то можно увидеть, что для разных педонов характерен один и тот же набор значений различных свойств почв, но повторяющихся с разной вероятностью. Например, в слабо- и среднеподзолистых почвах иногда в гор. А₁ можно наблюдать содержание подвижного Al, равное 0,5 мг-экв, но вероятность этого события для среднеподзолистых почв равна 0,07, в то время как для слабоподзолистых почв — 0,50.

Аналогично обстоит дело и с количеством обменных оснований. Для гор. А₁ наблюдались (для всех парцелл) колебания содержания обменного Са от 13 до 2 мг-экв на 100 г почвы, но вероятность появления разных рангов содержания Са была различной для почв разных парцелл (для разных педонов). Таким образом, наиболее правильно характеризовать почву распределением значений данного свойства по установленным его рангам.

Такое сходство в абсолютных значениях величины различных свойств объясняет трудности статистической обработки результатов и получающиеся в ряде случаев недостоверные различия между заведомо отличными объектами.

Объясняется это сходство тем, что для каждой гидротермической зоны района и в конечном итоге БГЦ для данных почвообразующих пород характерен предел, к которому стремится данный процесс.

Это хорошо иллюстрируется характером изменения в содержании SiO_2 в почвенных горизонтах (рис. 2), ила и гумуса. В первом случае количество SiO_2 возрастает (в суглинистых почвах на покровных суглинках) до 86%; по многим данным (например, Липкиной, 1969), где-то на грани 86—88% эта величина и остается (в типичном гор. А₂). Количество ила в подзолистом горизонте стремится к пределу, равному 4—5%. Накопление гумуса в дерново-подзолистых почвах также имеет свой предел — где-то около 5—6%. Такая ограниченность, наличие верхнего и нижнего предела свойств почв (это касается и мощности горизонтов и многих других свойств) и обуславливают наличие всех возможных рангов свойства с той или иной вероятностью у всех видов почв данного рода. Но отдельные педоны, как и полагается индивидуумам, могут обладать ограниченной степенью варьирования, не включать всех рангов исследуемых свойств данного вида почв.

ЛИТЕРАТУРА

- Дылис Н. В., Уткин А. И., Успенская И. М. О горизонтальной структуре лесных биогеоценозов.— Бюл. МОИП, отд. биол., 1964, № 4.
- Дылис Н. В., Уткин А. И. Экспериментальный метод в изучении природы широколиственно-еловых лесов.— Проблемы ботаники, X. «Наука», 1968.
- Иванушкина К. Б., Карпачевский Л. О. Изменчивость содержания и состава гумуса дерново-подзолистых почв в пределах биогеоценоза.— Почвоведение, 1969, № 2.
- Иенни Г. Факторы почвообразования. М., ИЛ, 1948.
- Карпачевский Л. О., Киселева Н. К. Некоторые особенности учета опада и подстилки.— Лесоведение, 1968, № 3.
- Карпачевский Л. О., Киселева Н. К. Изучение динамики некоторых веществ в дерново-подзолистой почве с помощью КУ-2.— Агрохимия, 1969, № 7.
- Карпачевский Л. О., Киселева Н. К., Попова С. И. Пестрота почвенного покрова под широколиственно-еловыми лесами.— Почвоведение, 1968, № 1.
- Киселева Н. К., Карпачевский Л. О., Корецкая Л. Б. Влияние структуры биогеоценоза на состав обменного комплекса в почвах.— Количественные методы анализа растительности. Тарту, ТГУ, 1969.
- Липкина Г. С. Свойства дерново-подзолистых почв на моренных и покровных суглинках.— Почвоведение, 1969, № 1.
- Пузаченко Ю. Г., Карпачевский Л. О., Взнуздаев Н. А. Возможности применения информационно-логического анализа при изучении почвы на примере ее влажности.— В сб. Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. М., «Наука», 1970.
- Пузаченко Ю. Г., Мошкин А. В. Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях.— Итоги науки, серия мед. геогр., вып. 3. М., Изд. ВИНТИ, 1969.
- Самойлова Е. М. О влиянии липы на лесорастительные свойства почвы.— Почвоведение, 1962, № 5.
- Тимофеев-Ресовский Н. В. О некоторых принципах классификации биохорологических единиц.— Труды Ин-та биологии. Уральский Фил. АН СССР, вып. 27, 1961.
- Травникова Л. С. О неоднородности почвенного покрова и методике взятия образцов почв в лесу для химического анализа.— Труды Воронежского гос. заповедника, т. XIII, 1961.
- Уранов А. А. Фитогенное поле.— В сб.: Проблемы совр. ботаники, т. I. «Наука», 1965.
- Фридланд В. М. О структуре почвенного покрова.— Почвоведение, 1965, № 4.
- Jamison V. S. The slow reversible drying of sand surface soils.— Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 1942, N 7.
- Johnson W. M. The Pedon and Polypedon — Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 1963, v. 27, N 2.
- Zinke P. J. The pattern of influence of individual forest trees on soil properties.— Ecology, 1962, v. 43, N 1.

СТРУКТУРА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И РЕШЕНИЕ НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗАДАЧ

ОПЫТ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ЛИТОВСКОЙ ССР

Ю. К. Юодис

Сравнительно небольшая территория Литовской ССР отличается довольно разнообразными природно-почвенными условиями. Это разнообразие вызывается не климатическими, но геоморфологическими и литологическими особенностями, а также хозяйственной деятельностью человека.

В сложных условиях рельефа и почвообразующих пород на небольших площадях резко меняется характер почвообразования, и поэтому структура почвенного покрова Литовской ССР весьма неоднородна.

При изучении структуры почвенного покрова особый интерес приобретают его пестрота и контрастность. При установлении этих свойств возникает необходимость определения первичного компонента почвенного покрова или элементарного почвенного ареала (Фридланд, 1965). На наш взгляд, характер и содержание элементарного почвенного ареала в значительной степени зависят от масштаба изучения структуры почвенного покрова.

Для изучения микроструктуры почвенного покрова элементарные почвенные ареалы отображаются на почвенных картах очень крупного масштаба или на специальных схемах. Первичные компоненты мезоструктуры почвенного покрова отображены на крупномасштабных почвенных картах колхозов и совхозов, а макроструктуры — на сводных картах областей, республик, а очень часто и районов. Для характеристики и типологии сельскохозяйственных земель Литовской ССР самое большое значение имеет мезоструктура почвенного покрова, и поэтому последняя изучалась наиболее детально.

Пестрота почвенного покрова в основном характеризуется средней величиной контура разновидностей почв (ЭПА). Она определяется делением общей площади, занятой определенными разновидностями почв, на число контуров этих разновидностей почв.

В условиях Литовской ССР в объеме хозяйства или его производственного подразделения эта величина колеблется в пределах 1—20 га. Почвенный покров Литовской ССР по пестроте подразделен на 5 групп (Юодис, 1967). Однако показатель средней величины контура не дает полной характеристики пестроты почвенного покрова. Важно также определение частей территории, относящихся к контурам разной величины.

На территории Литовской ССР отмечены следующие характерные случаи:

а) подавляющее число контуров мелкие и очень мелкие, и основная площадь территории приходится именно на такие контуры (рис. 1, а);

б) подавляющее число почвенных контуров мелкие и очень мелкие, однако площадь территории более или менее равно распределена между контурами разной величины (рис. 1, в);

в) большинство контуров мелкие и очень мелкие, однако основная часть территории приходится на крупные и очень крупные контуры (рис. 1, б).

Контрастность почвенного покрова, которая определена по выработанной методике (Юодис, 1967), в разных частях республики довольно различна и по величине коэффициента контрастности земли Литовской ССР делятся на 5 групп.

Контрастность и пестрота почвенного покрова тесно связаны с геоморфологическим характером рельефа, свойствами почвообразующих пород и другими факторами.

На рис. 2 показано, как распределяется почвенный покров разной пестроты и контрастности на территории Литовской ССР.

Из него мы видим, что наиболее пестрый и контрастный почвенный покров развит на Балтийской и Жемайтйской возвышенностях, а наименее пестрый и наименее контрастный — на Среднелитовской низменности.

На территории Литовской ССР выделено 22 основных типа сельскохозяйственных земель (Юодис, 1968). Основным критерием выделения типов земель является структура почвенного покрова. Каждый тип сельскохозяйственных земель имеет своеобразный почвенный покров, характеризующийся определенными почвенными комбинациями.

По данным экономической оценки земель (Малишаускас, Вайтекунас, 1963), бонитет почв республики (по генетическим группам) оценен 37 баллами. Все другие условия (рельеф, каменистость, мелкоконтурность, географическое положение и др.) бонитет почв уменьшают на

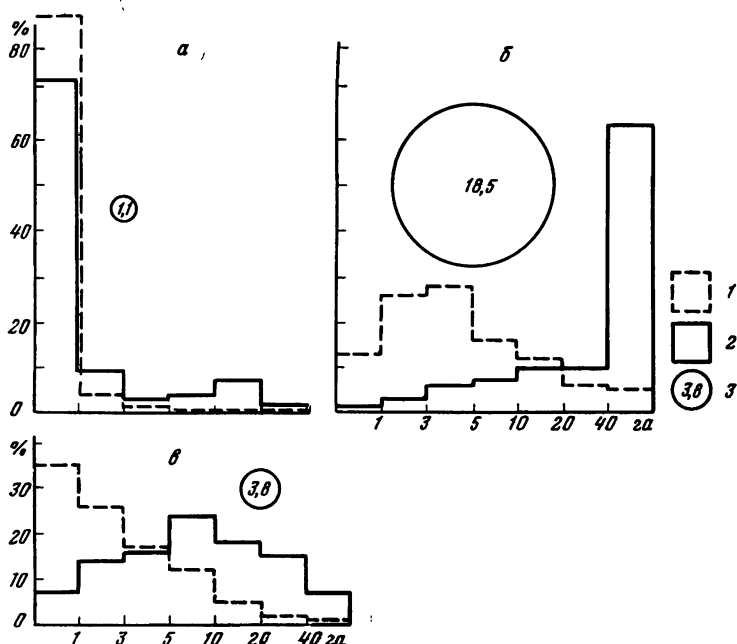


Рис. 1. Распределение контуров различной площади

а — эродируемые тяжелые земли (колхоз «Лелюнай» Утенского района); б — малооподзоленные среднетяжелые земли (колхоз «Леванишкис» Аникийского района); в — карбонатные тяжелые земли (колхоз им. Чапаева Ионишкского района)
1 — число контуров; 2 — площадь; 3 — средняя величина контура почв, га

4 балла, и балл экономической оценки сельскохозяйственных земель Литовской ССР равен 33. Так как баллы оценки земель выражают все природные и экономические условия, имеющие решающее значение для сельскохозяйственного производства, то из этого следует, что основным фактором, определяющим характер сельскохозяйственных земель в условиях Литовской ССР, являются свойства почв, значение которых относится к значению всех других условий по меньшей мере как 8:1.

Так как характер почвенного покрова тесно связан с характером рельефа, почвообразующих пород, увлажнением и другими свойствами территории, то выделенные типы сельскохозяйственных земель раскрывают весь комплекс природных условий, которые имеют решающее значение в сельскохозяйственном производстве.

Ниже приводится краткая характеристика только двух наиболее распространенных на территории Литовской ССР, но между собой рез-

Рис. 2. Схема пестроты и контрастности почвенного покрова Литовской ССР



Рис. 3. Карбонатные переувлажненные тяжелые земли моренных равнин. Экспериментальное хозяйство Литовского НИИ земледелия в Кедайняйском районе

ко отличающихся структурой почвенного покрова, а также агропроизводственными свойствами, типов сельскохозяйственных земель.

Тип *карбонатных переувлажненных тяжелых земель моренных и озерно-ледниковых равнин* занимает более 14% всей сельскохозяйственной территории республики. Основные их площади расположены на Среднелитовской низменности.

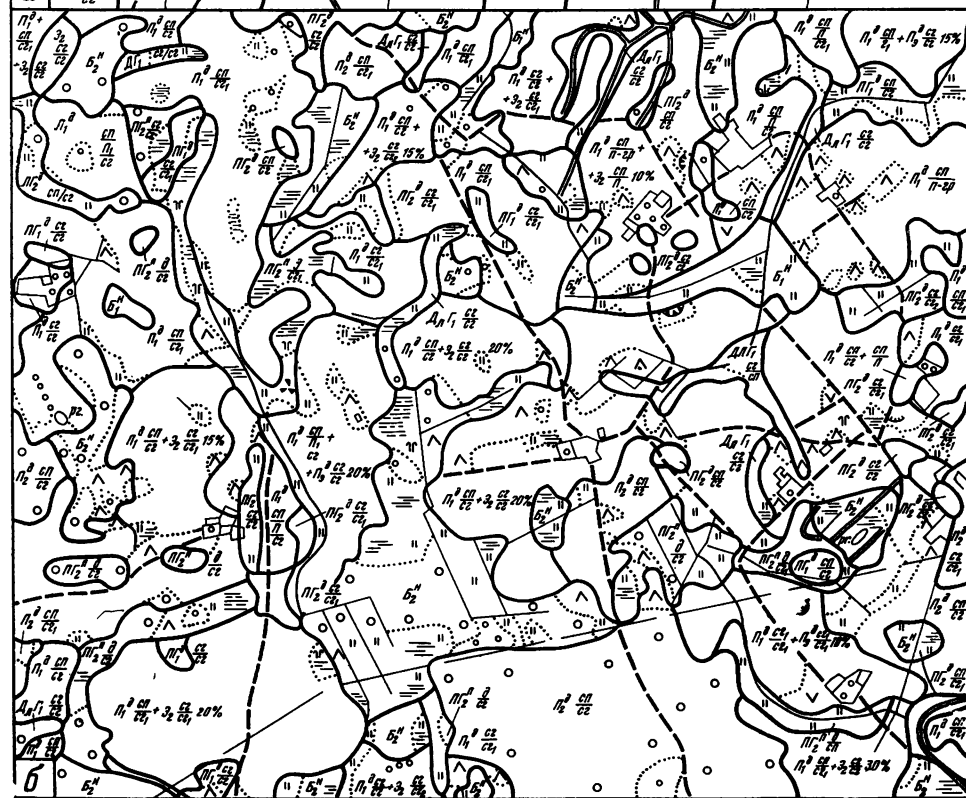
Эти земли характеризуются равнинным рельефом, часто пересеченным долинами малых рек (рис. 3).

Почвообразующие породы, в большинстве богатые карбонатами, — скелетные моренные суглинки и реже супеси. Часть почвообразующих пород — озерно-ледниковые суглинки. Характерная их черта это более тяжелый механический состав глубоких слоев почвенного профиля.

Почвенный покров отличается небольшой сложностью (рис. 4, а). Около половины (49%) общей площади этих земель и 51% пахотной занимают дерново-глееватые (карбонатные) суглинистые почвы. Значительно менее — 11% общей площади и 12% пахотной — составляют дерново-глееватые супесчаные почвы. Мало распространены дерново-глеевые легкосуглинистые (8 и 4%), дерново-карбонатные легкосуглинистые (7 и 9%), дерново-карбонатные супесчаные (4 и 5%), дерново-глеевые супесчаные (5 и 3%), перегнойно-глеевые (3%), дерново-подзолистые слабо оподзоленные (3%). Незначительные площади занимают дерново-подзолисто-глееватые супесчаные, аллювиальные и делювиальные почвы разного механического состава и др.

Почвенный покров отличается малой пестротой (рис. 1, в). Характерная черта этих земель — однородность механического состава почвенного покрова. Очень часто в ареале типа карбонатных переувлажненных тяжелых земель легкоглинистые почвы занимают более 90% общей площади. Большая часть (81%) имеет повышенную степень увлажнения и требует осушения. Эти свойства и обуславливают малую контрастность почвенного покрова ($K = 3.9$).

Карбонатные переувлажненные тяжелые земли моренных и озерно-ледниковых равнин отличаются очень высокой степенью освоения. Здесь



сельскохозяйственные угодья занимают более 90%, а пахотные — 74% общей площади. Площади лугов и пастбищ невелики (по 8%), и они в основном расположены на аллювиальных, делювиальных, дерново-глеевых, перегнойно-глеевых почвах. Мало также лесов и кустарников, которые занимают почвы более интенсивного увлажнения.

Агропроизводственные свойства карбонатных переувлажненных тяжелых земель очень высокие, и их экономическая оценка составляет 40—60 баллов. После проведения мелиорации, закрытого дренажа, качественная оценка их повышается на 15—20 баллов. На этих землях при благоприятных условиях погоды хороший урожай дают все ценные сельскохозяйственные культуры: пшеница, рожь, сахарная и кормовая свекла, клевер, ячмень и др. На дренированных землях урожаи сельскохозяйственных культур независимо от погодных условий устойчивые и высокие.

Основное мероприятие для улучшения этих земель — осушение почв системным закрытым дренажем. Осушительные работы на этих землях должны проводиться в первую очередь, так как их эффективность здесь очень велика. Следует отметить, что эти земли благодаря слабокислой и щелочной реакции (рН 6,0—7,5), сравнительно высокой гумусности (2,5—3,0% гумуса), малой оподзоленности почв и хорошим условиям территории легко поддаются окультуриванию.

Второй тип — *эродируемые среднетяжелые земли сильнохолмистых площадей* — занимают 13,5% сельскохозяйственной территории республики. Своей структурой почвенного покрова, а также агропроизводственными свойствами они резко отличаются от вышеописанного типа земель.

Основные площади эродируемых среднетяжелых земель расположены преимущественно на Балтийской и Жемайтской возвышенностях. Рельеф этих земель холмистый или сильнохолмистый, отличающийся мелкими формами и тем самым мелкоконтурностью, большой раздробленностью полей (рис. 5). Часть этих земель встречается в приречных зонах на эрозионном рельефе.

Почвообразующие породы эродируемых среднетяжелых земель в большинстве скелетные, карбонатные (10—15% CaCO_3) легкие суглинки, перекрытые супесями. Кроме этих пород, небольшими площадями встречаются и флювиогляциальные пески, перекрытые супесями.

Почвенный покров эродируемых среднетяжелых земель характеризуется рис. 4, б. На этих землях преобладают дерново-подзолистые слабо оподзоленные супеси, занимающие 24% общей площади и 35% пахотной. Менее распространены дерново-подзолистые слабо оподзоленные пески (9 и 10%), легкие суглинки (5 и 8%). Имеются значительные площади (13 и 18%) дерново-подзолистых средне оподзоленных супесчаных, а также смытых (14 и 23%) почв. На самых пони-

Рис. 4. Почвенный покров карбонатных переувлажненных тяжелых земель моренных равнин (а) и эродируемых среднетяжелых земель сильнохолмистых площадей (б)

Индексы почв: П_{1-2д} — дерново-подзолистые — от слабо (1) до средне (2); ПГ_{1д} — дерново-подзолисто-глееватые; ПГ_{2д} — дерново-подзолисто-глеевые; ПГ_{2п} — перегнойно-подзолисто-глеевые; ДК — дерново-карбонатные типичные; ДК^в — дерново-карбонатные выщелоченные; ДК^{оп} — дерново-карбонатные оподзоленные; ДГ₁ — дерново-глееватые типичные (карбонатные); ДГ₁^в — дерново-глееватые выщелоченные; ДГ₁^{оп} — дерново-глееватые оподзоленные; ДГ₂ — дерново-глеевые типичные (карбонатные); ДГ₂^в — дерново-глеевые выщелоченные; Б_{1-2п} — болотные низинные мелкие (1) и глубокие (2); ДЛГ₁ — делювиально-глееватые; П_{эд} — дерново-подзолистые слабосмытые; Э₂₋₃ — средние и сильносмытые (подзолистые и карбонатные)

Индексы механического состава: гр — гравий; п — крупнозернистый песок; п₁ — тонкозернистый песок; сп — супесь; сг — легкий суглинок; сг₁ — средний суглинок; д — перегнойная дернина; например: сп/сг₁ — супесь на среднем суглинке



Рис. 5. Эродируемые среднетяжелые земли сильнохолмистых площадей. Колхоз «Неровой», Лаздийский район

женных местах распространены болотные, в большинстве низинного типа, почвы, которые составляют 20% общей площади. Около 30% общей площади занимают переувлажненные почвы, однако на пахотных угодьях процент их незначителен (1%).

Почвенный покров отличается большой пестротой. Большинство почвенных контуров очень мелкие (до 1 га), и на них приходится основная часть территории. Распределение площадей по контурам разной величины на этих землях близко распределению, показанному на рис. 1, а. Почвенный покров эродируемых среднетяжелых земель отличается также и большой контрастностью ($K = 10,5$).

Освоение этих земель невелико. Сельскохозяйственные угодья составляют 74% общей площади. Пахотные угодья занимают 55%, луга — 14%, пастбища — 5% общей площади.

Качественная оценка этих земель сравнительно невысокая; бонитет почв оценен в 31 балл, а экономическая оценка земель составляет 23 балла.

Сравнительно большое различие между баллами бонитета почв и экономической оценки земель определяется неблагоприятными условиями территории: холмистым рельефом, мелкоконтурностью, каменистостью, большой пестротой и контрастностью почвенного покрова. Перспективная оценка этих земель также невысокая — около 30 баллов.

Сложная структура почвенного покрова этих земель неблагоприятно влияет на сельскохозяйственное производство. Пестрота почвенного покрова здесь выражается не только чередующимися мелкими площадями контрастных своими свойствами почв, но также и неодинаковыми агрохимическими, физическими и другими свойствами почв одного и того же классификационного наименования. Большинство подзолистых почв этих земель кислые, и основная часть их имеет рН 4,0—5,5. Однако определенная часть подзолистых почв, разбросанных мелкими площадями, имеет и слабокислую или близкую к нейтральной реакцию.

Смытые же почвы — в большинстве нейтральной или слабокислой реакции (рН 6,0—7,5).

Ведение сельского хозяйства на этих землях очень сложное, и все мероприятия должны быть направлены на улучшение и выравнивание свойств почвенного покрова.

Одно из основных мероприятий на этих землях — борьба с эрозией почв. Здесь следует ввести противоэрозионные севообороты, подобрать соответствующие сельскохозяйственные культуры, облесить и залужить крутые, со смытыми почвами, склоны. Другое мероприятие это осушение межхолмовых заболоченных площадей и проведение на них культуртехнических работ, удаление камней, массивизация полей. Так как значительная часть почв кислая, следует их известковать. Однако известкование полей можно проводить только выборочно, так как здесь очень часто меняются почвы с кислой и слабокислой или нейтральной реакцией.

Обработка этих земель, в связи с характером структуры почвенного покрова, имеет много особенностей. Пестрый и контрастный почвенный покров в неодинаковой степени поддается разным мероприятиям, так как на малых площадях сроки спелости и тем самым обработки почв различные, неодинаковые агрохимические, агрофизические и другие свойства почв.

Например, очень часто смытые суглинистые вершины холмов на этих землях пересыхают, не поддаются обработке, а в то же время нижние части склонов бывают еще переувлажнены.

На эродировемых среднетяжелых землях выращиваются рожь, ячмень, овес, а на выборочных площадях — картофель, кукуруза, клевер и другие сельскохозяйственные культуры.

При изучении почвенного покрова разных типов сельскохозяйственных земель Литовской ССР выяснилось, что свойства почв тесно связаны с структурой всего почвенного покрова. Очень часто почвы определенных классификационных групп в различных структурах почвенного покрова имеют различные свойства, обусловленные соседствующими почвенными ареалами, а также рельефом, грунтовыми водами, эрозией, аккумуляцией и другими условиями. Например, дерново-слабоподзолистые супесчаные почвы на суглинках в оподзоленных среднетяжелых землях сильноволнистых моренных равнин имеют рН 4,0—4,5, на оподзоленных частично переувлажненных среднетяжелых землях редкохолмистых или волнистых площадей, а также на оподзоленных переувлажненных среднетяжелых равнинных землях — рН 4,0—5,0. Совсем другой характер рН, а также и другие агрохимические свойства этих почв на мало оподзоленных переувлажненных среднетяжелых землях моренных равнин, где показатель рН колеблется в пределах 4,0—7,0. Приблизительно такое же распределение вышеупомянутых почв по показателю рН и на эродировемых среднетяжелых землях сильнохолмистых площадей.

ЛИТЕРАТУРА

- Малишаускас В. И., Вайтекунас И. Ю. Экономическая оценка земли и ее применение. Вильнюс (на лит. яз., резюме на русском), 1963.
- Фридланд В. М. О структуре (строении) почвенного покрова. — Почвоведение, 1965, № 4.
- Юодис Ю. К. О структуре почвенного покрова Литовской ССР. — Почвоведение, 1967, № 11.
- Юодис Ю. К. Типология сельскохозяйственных земель Литовской ССР. В кн.: Химия, генезис и картография почв, «Наука», 1968.

СОСТАВЛЕНИЕ РАЙОННОЙ ПОЧВЕННОЙ КАРТЫ МЕТОДОМ ИЗОБРАЖЕНИЯ СТРУКТУР ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ПРИМЕРЕ КЛИНСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ¹

Л. П. Ильина

Минимальные площади почвенных контуров, которые могут быть изображены на карте, определяются ее масштабом. Площади элементарных почвенных ареалов (ЭПА) очень разнообразны (Фридланд, 1965, 1967) и колеблются от 1 м² (например, в комплексах болотно-подзолистых почв на песчаных плоских равнинах Верхневолжской низины) до сотен гектар в сочетаниях дерново-подзолистых почв на покровных суглинках Клинско-Дмитровской гряды и нескольких тысяч гектар в сочетаниях черноземов на Средне-Русской возвышенности. Поэтому даже на картах крупных масштабов часто невозможно изобразить элементарные почвенные ареалы, и составление крупномасштабных почвенных карт ведется путем их генерализации.

В. М. Фридланд (1968) отмечает три возможных метода генерализации: по преобладающей почве, по компонентному составу и по структуре почвенного покрова.

При генерализации методом преобладающей почвы в единый контур объединяются территории с преобладанием почв близкого классификационного состава. Наименование контура дается по преобладающей почве. Другие компоненты в наименовании контура не участвуют.

При генерализации методом компонентного состава в единый контур объединяются территории, сходные не только по преобладающим почвам, но имеющие также близкий состав второстепенных компонентов, которые могут отстоять от преобладающей почвы в классификационном отношении достаточно далеко. Наличие дополнительных почв в этом случае изображается значками на фоне окраски, характеризующей основную почву. Значки нередко содержат количественные характеристики.

При генерализации методом изображения структуры почвенного покрова в единый контур объединяются территории, обладающие единым составом компонентов и определенным характером взаимосвязей между ними. Такие контуры характеризуются близкой сложностью и контрастностью почвенного покрова. Так же, как и в предыдущем случае, входящие в комбинацию компоненты могут отстоять как угодно далеко в классификационном отношении.

Информация о характере взаимосвязи компонентов вносится в легенду, где указывается приуроченность компонентов почвенного покрова к элементам мезо- и микрорельефа или к определенным почвообразующим породам. Такой метод был применен впервые С. С. Неустроевым (1926) при составлении почвенной карты хлопковых районов Туркестана. Для Московской области М. М. Филатовым (1923) была составлена почвенная карта, изображающая комбинации почвенного покрова.

При выборе метода генерализации определяющими факторами должны быть особенности строения почвенного покрова территории и масштаб карты. Например, при небольшой степени сложности почвенного покрова, а следовательно, больших размерах элементарных почвенных ареалов и низкой контрастности почв, образующих их, по-видимому,

¹ Работа выполнена под руководством В. М. Фридланда.

предпочтение надо отдать методу преобладающей почвы. Большая сложность (мелкоконтурность) делает невозможным без существенных искажений использовать метод преобладающей почвы. В этом случае следует применять методы компонентного состава или изображения структур почвенного покрова.

Нами проведена методическая работа по составлению районной почвенной карты в масштабе 1 : 50 000 с использованием метода изображения структур почвенного покрова. Был выбран Клинский район как один из наиболее сложных и контрастных по природным условиям в Московской области.

Северная часть его лежит в пределах Верхне-Волжской низины, южная — на Клинско-Дмитровской гряде.

Карта составлялась лишь на сельскохозяйственные территории с использованием крупномасштабных почвенных карт совхозов и колхозов; в процессе работ автором были проведены контрольные полевые маршруты.

На картах хозяйств масштаба 1 : 10 000 различаются два типа контуров: однородный почвенный покров и комплексы. Дополнительные полевые исследования выявили, что контуры, обозначающие территории с однородным почвенным покровом, могут представлять собой элементарные почвенные ареалы или пятнистости почв. Низкая контрастность почв, образующих пятнистости, позволила условно принять каждый почвенный контур, изображающий однородный почвенный ареал на карте масштаба 1 : 10 000, за элементарный почвенный ареал.

При выполнении данной работы нами были приняты те классификационные наименования почв, которые существуют на картах масштаба 1 : 10 000. Лишь дерново-подзолистые почвы грунтового и поверхностного увлажнения при генерализации были объединены в дерново-подзолистые слабogleеватые.

Работа по составлению районной почвенной карты состояла из нескольких этапов.

А. Выделение на крупномасштабных почвенных картах почвенных структур. Принципы выделения: а) постоянство состава и количественных соотношений компонентов комбинаций, образующих структуру, б) постоянство генетических связей компонентов и в) аналогия в морфологии ЭПА. Решающее значение при определении генетических связей компонентов и выделении структур имеет анализ геоморфологии территории, поэтому мы постоянно пользовались крупномасштабными топографическими картами и материалами по геоморфологии территории.

Б. Вычленение на картах масштаба 1 : 10 000 крупных однородных контуров в пределах выделенных структур. Так, в пределах структур выделялись контуры, имеющие большое значение при планировании в районе мероприятий по улучшению использования земель, по мелиорации, строительству и т. д., например, контуры почв овражно-балочного комплекса и такие крупные и производственно важные однородные контуры, площадь которых превышает на карте 1 см² (25 га в натуре).

В. Составление легенды карты. Комбинации почв, выделенные на картах масштаба 1 : 10 000, группируются по составу, генезису и факторам формирования. Основой составления групп является соотношение типов почв — дерново-подзолистых, болотно-подзолистых и болотных, характер их взаимосвязи и приуроченность к определенным физико-географическим условиям (табл. 1).

Каждая группа разделена на подгруппы по преобладающему подтипу почв (в некоторых случаях виду) или по типу комбинаций, например, комплексы, пятнистости и т. д.

Дальнейшее разделение подгрупп ведется по количественному соотношению второстепенных компонентов почвенного покрова.

Таблица 1

Легенда к почвенной карте Клинского района Московской области масштаба 1 : 50 000

I группа: дерново-подзолистые и дерново-подзолистые слабogleеватые почвы в сочетании с дерновыми почвами овражно-балочного комплекса (иногда с участием болотно-подзолистых) дренированных водоразделов, территорий с холмисто-эрозионным рельефом Клинско-Дмитровской гряды и ее склона к Верхневолжской низине

Подгруппа А: Дерново-подзолистые почвы вершин и склонов холмов и дренированных водоразделов в сочетании с дерново-подзолистыми эродированными покатых склонов, дерново-подзолистыми слабogleеватыми и болотно-подзолистыми понижений на склонах и водоразделах и дерновыми почвами овражно-балочного комплекса

Наименование комбинаций	Индексы *	Сложность	Контрастность	Общая площадь	
				га	%
1. Дерново-средне- и сильноподзолистые почвы в сочетании с дерновыми почвами овражно-балочного комплекса	$\frac{П_{2.3}^A + D_{овр}}{6\% \text{ и более}}$	4	7,1	2685	3,35
2. То же, в сочетании с дерново-подзолистыми эродированными почвами	$\frac{П_{2.3}^A + П_{эр}^A + D_{овр}}{6-30\%}$	5	9,3	2231	2,80
3. Сочетания дерново-подзолистых эродированных почв, дерново-подзолистых и дерновых почв овражно-балочного комплекса	$\frac{П^A + П_{эр}^A + D_{овр}}{30-70\%}$	8	10,1	1365	1,72
4. Дерново-сильно- и среднеподзолистые почвы в сочетании с дерново-подзолистыми слабogleеватыми и болотно-подзолистыми, составляющими не более 10% от площади комбинации, и дерновыми почвами овражно-балочного комплекса	$\frac{П_{2.3}^A + \frac{П_{г}^A + П^B}{6-10\%} + D_{овр}}{6-10\%}$	5	8,2	7503	10,60
5. Сочетания дерново-средне- и сильноподзолистых почв, дерново-подзолистых слабogleеватых, составляющих более 10% от площади комбинации, и дерновых почв овражно-балочного комплекса	$\frac{П^A + П_{г}^A + D_{овр}}{>10\%}$	7	9,0	12942	16,00
6. Сочетания дерново-средне- и сильноподзолистых почв, дерново-подзолистых слабogleеватых, болотно-подзолистых и дерновых почв овражно-балочного комплекса	$\frac{П_{2.3}^A + \frac{П_{г}^A + П^B}{6\% \text{ и более}} + D_{овр}}{>10\%}$	9	5,7	2583	3,20

Подгруппа Б: Дерново-подзолистые слабogleеватые почвы пологих склонов, плоских вершин холмов и плоских водоразделов в сочетании с дерново-подзолистыми повышениями, болотно-подзолистых почвами понижений на водоразделах и склонах и дерновыми почвами овражно-балочного комплекса

Таблица 1 (продолжение)

Наименование комбинаций	Индексы *	Сложность	Контраст-ность	Общая площадь	
				га	%
7. Дерново-подзолистые слабоглееватые почвы в сочетании с дерново-подзолистыми и дерновыми почвами овражно-балочного комплекса	$P_r^A + P^A + D_{\text{овр}}$ $\underbrace{\quad}_{0-40\%}$	6	5,6	2005	2,50
8. То же, в сочетании с болотно-подзолистыми почвами	$P_r^A + P^A + P_6 + D_{\text{овр}}$ $\underbrace{\quad}_{6\% \text{ и более}}$	8	6,9	1932	2,44
II. Группа: дерново-подзолистые и дерново-подзолистые слабоглееватые почвы и их сочетания с болотно-подзолистыми дренированных приречных и плоскохолмистых территорий Верхневолжской низины					
Подгруппа А: дерново-подзолистые почвы вершин и склонов дренированных водоразделов и их сочетания с дерново-подзолистыми слабоглееватыми нижних частей склонов, понижений на водоразделах и склонах и с болотно-подзолистыми плоских ложин и понижений на водоразделах и склонах					
9. Дерново-слабо-, средне- и сильноподзолистые почвы и их вариации	$P_{1, 2, 3}^A$	4	1,8	1028	1,26
10. То же, в сочетании с дерново-подзолистыми слабоглееватыми и болотно-подзолистыми, составляющими 6—10% от площади комбинации	$P^A + P_r^A + P_6$ $\underbrace{\quad}_{6-10\%}$	4	2,4	827	1,00
11. Вариации, иногда пятнистости, дерново-подзолистых (преимущественно средне- и сильно-подзолистых) почв с дерново-подзолистыми слабоглееватыми, составляющими более 10% от площади комбинации	$P^A - P_r^A$ $\underbrace{\quad}_{>10\%}$	5	4,3	2924	3,65
12. Сочетания дерново-подзолистых (преимущественно средне- и сильноподзолистых), дерново-подзолистых слабоглееватых и болотно-подзолистых почв	$P^A + P_r^A + P_6$ $\underbrace{\quad}_{6\% \text{ и более}}$ $\underbrace{\quad}_{>10\%}$	6	4,1	7900	9,92
Подгруппа Б: дерново-подзолистые слабоглееватые почвы пологих склонов, плоских вершин и водоразделов и их сочетания с дерново-подзолистыми повышений на водоразделах и болотно-подзолистыми плоских ложин					
13. Дерново-подзолистые слабоглееватые почвы и их вариации с дерново-подзолистыми, составляющими не более 10% от площади комбинации	$P_r^A - P^A$ $\underbrace{\quad}_{0-10\%}$	3	0,4	2242	2,80
14. То же, но дерново-подзолистые почвы составляют более 10% от площади комбинации	$P_r^A - P^A$ $\underbrace{\quad}_{11\% \text{ и более}}$	8	2,1	452	0,50

Таблица 1 (продолжение)

Наименование комбинаций	Индексы *	Сложность	Контраст-ность	Общая площадь	
				га	%
15. Сочетания дерново-подзолистых слабоглееватых дерново-подзолистых и болотно-подзолистых почв	$\overbrace{П_{\Gamma}^{\text{д}} + П^{\text{д}} + П_6}^{>10\%} \quad \overbrace{6\% \text{ и более}}$	8	3,8	2494	3,10
16. Вариации дерново-подзолистых слабоглееватых и болотно-подзолистых почв	$\overbrace{П_{\Gamma}^{\text{д}} - П_6}^{6\% \text{ и более}}$	7	2,4	1842	2,3
III группа: комплексы и пятнистости дерново-подзолистых слабоглееватых и болотно-подзолистых почв слабо расчлененных волнистых равнин и пологих склонов Верхневолжской низины					
17. Пятнистости дерново-подзолистых (преимущественно сильноподзолистых) слабоглееватых и дерново-подзолисто-сильноглееватых почв	$П_{\Gamma}^{\text{д}} \cdot П_{\Gamma}^{\text{д}}$	Не опр.	2,5	1709	2,10
18. Комплексы дерново-подзолистых слабоглееватых, дерново-подзолисто-сильноглееватых и дерново- (или торфянисто) подзолисто-глеевых почв	$П_{\Gamma}^{\text{д}} П_{\Gamma}^{\text{д}} \cdot П_{\Gamma}^{\text{д}(\tau)}$	Не опр.	5,0	2794	3,50
IV группа: болотно-подзолистые почвы и их сочетания, комплексы и пятнистости понижений на Верхневолжской низине и Клинско-Дмитровской гряде и на слабо расчлененных слабо дренированных водоразделах Верхневолжской низины					
Подгруппа А: дерново-подзолисто-сильноглееватые почвы широких понижений и слабо расчлененных водоразделов в сочетании с дерново-подзолистыми небольшими повышениями и дерново-подзолисто-глеевыми западинами					
19. Дерново-подзолисто-сильноглееватые почвы, иногда в сочетании с дерново-подзолистыми, составляющими не более 10% от площади комбинации	$\overbrace{П_{\Gamma}^{\text{д}} + П^{\text{д}}}^{0-10\%}$	3	0,3	1092	1,35
20. То же, но дерново-подзолистые почвы составляют более 10% от площади комбинации	$\overbrace{П_{\Gamma}^{\text{д}} + П^{\text{д}}}^{11\% \text{ и более}}$	5,6	2,3	1678	0,85
21. Вариации дерново-подзолисто-сильноглееватых и дерново-подзолисто-глеевых почв	$П_{\Gamma}^{\text{д}} - П_{\Gamma}^{\text{д}}$	2	3,0	1262	1,56
22. Сочетания дерново-подзолисто-сильноглееватых, дерново-подзолисто-глеевых и дерново-подзолистых почв	$\overbrace{П_{\Gamma}^{\text{д}} + П_{\Gamma}^{\text{д}} + П^{\text{д}}}^{>5\% \quad >10\%}$	5	4,5	2379	3,00

Подгруппа Б: пятнистости дерново-подзолисто-сильноглееватых и дерново-подзолисто-глеевых почв слабо дренированных водоразделов и понижений, иногда в сочетании с дерново-подзолистыми почвами небольших повышений

Таблица 1 (окончание)

Наименование комбинаций	Индексы *	Сложность	Контраст- но:ть	Общая площадь	
				га	%
23. Пятнистости дерново-подзолисто-сильноглееватых и дерново-подзолисто-глеевых почв, иногда в сочетании с дерново-подзолистыми, составляющими не более 10% от площади комбинации	$P_r^A \cdot P_{r''}^A + \overbrace{P^A}_{0-10\%}$	Не опр.	2,5	2514	3,15
24. То же, но дерново-подзолистые почвы составляют более 10% от площади комбинации	$P_r^A \cdot P_{r''}^A + \overbrace{P^A}_{11\% \text{ и более}}$	Не опр.	4,0	1527	1,90
Подгруппа В: комплексы болотно-подзолистых почв слабо дренированных водоразделов и понижений в сочетании с дерново-подзолистыми и болотными					
25. Комплексы дерново-подзолисто-сильноглееватых, дерново-подзолисто-глеевых и торфянисто-подзолисто-глеевых почв, иногда в сочетании с дерново-подзолистыми, составляющими не более 10% от площади комбинации	$P_r^A \cdot P_{r''}^A \cdot P_{r'''}^T + \overbrace{P^A}_{0-10\%}$	Не опр.	5,0	3047	3,80
26. То же, но дерново-подзолистые почвы составляют более 10% от площади комбинации	$P_r^A \cdot P_{r''}^A \cdot P_{r'''}^T + \overbrace{P^A}_{\geq 10\%}$	Не опр.	6,8	748	0,90
27. То же, в сочетании с торфяно-глеевыми почвами	$P_r^A \cdot P_{r''}^A \cdot P_{r'''}^T + \overbrace{B + P_{r''}^{T''}}_{\geq 10\%}$	Не опр.	7,0	260	0,30
V группа: торфяно-подзолисто-глеевые почвы и их сочетания низин и понижений Верхневолжской низины и Клинско-Дмитровской гряды					
28. Торфянисто- (или дерново)подзолисто-глеевые почвы	$P_{r'''}^{T'}(P_{r''}^A)$	1,6	1,4	1589	2,00
29. Торфяно-подзолисто-глеевые почвы в сочетании с торфяно-глеевыми	$P_{r''}^{T''} + B$	4	1,7	429	0,50
30. Торфяно-глеевые почвы	B	Не опр.	0,0	117	0,15
VI группа: пойменные почвы					
31. Аллювиально-луговые и аллювиально-луговые глееватые почвы и их пятнистости	$A \cdot A_r$	Не опр.	Не опр.	3544	4,40
32. Пятнистости аллювиально-луговых глеевых и аллювиально-луговых торфянисто-глеевых почв	$A_{r''} \cdot A_{r'''}^{T'}$	Не опр.	Не опр.	2722	3,40

* Наименования почв в индексах расположены в порядке убывающего участия в почвенном покрове. Знаки +, — и · означают соответственно сочетания, вариации и пятнистости. Отсутствие знака между индексами соответствует комплексам.

Механический состав почв

- а — песчаные и супесчаные на водно-ледниковых песках и супесях
- б — песчаные и супесчаные на водно-ледниковых песках и супесях, подстилаемые на глубине 50—60 см песчано-суглинистой мореной
- в — супесчаные на песчано-суглинистой морене
- г — супесчаные на супесях, подстилаемых средним суглинком
- д — легкосуглинистые на маломощных покровных суглинках, подстилаемых водно-ледниковыми и аллювиальными песками или супесями и на песках, подстилаемых мореной
- е — легкосуглинистые на покровных средних и легких суглинках

- ж — легкосуглинистые на покровных тяжелых суглинках и средних суглинках, подстилаемых тяжелым суглинком
- з — легкосуглинистые на покровных суглинках, подстилаемых на глубине 60—80 см песчано-суглинистой мореной, и на морене
- и — среднесуглинистые на средних покровных суглинках
- к — среднесуглинистые на покровных тяжелых суглинках
- л — тяжелосуглинистые на слоистом песчано-суглинистом аллювии
- м — тяжело- и среднесуглинистые на суглинистом аллювии
- н — торфяные

Г. Последним этапом в составлении карты является перенесение контуров структур, выделенных на почвенных картах масштаба 1:10 000, на топографическую основу масштаба 1:50 000.

Районная почвенная карта, составленная с использованием метода изображения структур почвенного покрова, имеет ряд преимуществ перед картой, составленной по принципу преобладающей почвы:

1. Она содержит больше материала о почвах, так как при генерализации этим методом не теряются почвы, занимающие относительно небольшие площади, и в то же время на карте показываются и крупные гомогенные контуры почв;

2. Карта дает представление о географо-генетических взаимосвязях почв, указывая на приуроченность компонентов почвенного покрова к определенным элементам мезо- и микрорельефа или определенным почвообразующим породам.

3. Карта содержит ряд количественных характеристик почвенного покрова:

а) процентное соотношение компонентов в каждой выделенной на карте структуре почвенного покрова;

б) площади в гектарах, занятые данными комбинациями, и их процент от площади сельскохозяйственных территорий района;

в) сложность почвенного покрова, которая зависит от величины контура ЭПА или числа их на единицу площади, формы контуров и числа компонентов.

Сложность почвенного покрова нами характеризуется упрощенно, количеством контуров ЭПА на 100 га площади без учета формы контуров и числа компонентов.

Была вычислена сложность всех 500 контуров. Эти данные обработаны статистически, в легенде показатель сложности дан как среднее арифметическое сложности контуров, образованных данной комбинацией почв.

Вычисленная таким образом в соответствии с величиной ЭПА сложность почвенного покрова (табл. 2) может колебаться от 0,0! до 1 000 000.

Такая группировка хорошо показывает разницу в сложности комплексов и пятнистостей, с одной стороны (их покров по этой классификации относится к очень сложным и крайне сложным), и сочетаний и вариаций — с другой (их покров относится к несложным). Однако такая классификация не отражает специфики сочетаний и вариаций отдельных участков района, поскольку все они вошли в одну группу, и их сложность колеблется в узких пределах — от 1 до 9. Несмотря на кажущуюся

щуюся небольшую амплитуду колебаний, индексы сложности в пределах от 1 до 9 хорошо отражают характер отдельных микроучастков района и их положение в общей классификации комбинаций, к рассмотрению чего мы и перейдем.

В каждой группе и подгруппе имеется четкая закономерность в распределении видов комбинаций по их сложности. Увеличение сложности в пределах группы пропорционально количеству компонентов в комбинации и связано с увеличением доли заболоченных почв среди незаболоченных или эродированных среди почв, не затронутых эрозией, в случае дренированных территорий; на недренированных участках, где преобладают гидроморфные и полугидроморфные почвы, сложность увеличивается с увеличением количества автоморфных почв. Так в I группе наименьшей сложностью (4) обладает комбинация № 1, представляющая

Т а б л и ц а 2

Классификация почвенного покрова по сложности

Почвенный покров	Индекс сложности	Площадь контуров, га
Однородный	0,01—1	100 000—100
Несложный	1,01—100	99—1,0
Сложный	101—10 000	0,99—0,01
Очень сложный	10 001—1 000 000	0,0099—0,0001
Крайне сложный	>1 000 000	<0,0001

собой сочетание дерново-подзолистых почв с дерновыми почвами овражно-балочного комплекса. Появление смытых почв и увеличение их доли (комбинации № 2 и 3) ведет к повышению сложности до 8. Участие в почвенном покрове глееватых почв повышает (по сравнению с комбинацией № 1) сложность почвенного покрова вначале до 5 (в случае содержания дерново-подзолистых слабоглееватых почв до 10%), а затем до 7 и 9 (где появляются болотно-подзолистые почвы, и их содержание вместе с дерново-подзолистыми глееватыми превышает 10%). Аналогичная картина в изменении сложности почвенного покрова наблюдается во всех подгруппах I и II групп. Индекс сложности сочетаний слабо дренированных водоразделов Верхневолжской низины и понижений как на Клинско-Дмитровской гряде, так и на Верхневолжской низине пропорционален содержанию незаболоченных почв. Так, комбинация № 20, представляющая собой вариацию дерново-подзолисто-сильноглееватых и дерново-подзолисто-глеевых почв, обладает наименьшей сложностью в подгруппе (2). Появление небольшого содержания (до 10%) дерново-подзолистых почв приводит к небольшому повышению сложности, а при их содержании более 10% сложность покрова возрастает в 2—3 раза.

Эти изменения сложности почвенного покрова непосредственно связаны с характером рельефа. На дренированных территориях рисунок почвенного покрова определяется тремя факторами: развитием овражно-балочной системы, крутизной склонов, значительная величина которой ведет к появлению смытых почв, и наличием понижений на склонах или водоразделах, что приводит к заболачиванию отдельных микроучастков и как следствие этого — увеличению сложности покрова. В обширных понижениях рельефа, а также на плоских водоразделах Верхневолжской низины, где фоновыми почвами являются болотно-подзолистые, увеличение сложности связано с небольшими повышениями или моренными останцами.

При определении контрастности почвенного покрова нами был применен метод, предложенный Ю. К. Юодисом (1967), с некоторыми изменениями. Контрастность вычислялась как суммарный показатель контрастностей почв по следующим свойствам: оподзоленности, глееватости, эродированности, механическому составу почвообразующих пород и оторфованности (Ю. К. Юодис при расчете контрастности принимал во внимание механический состав пахотных горизонтов).

Таблица 3

Степень выраженности отдельных свойств в почвах Клинского района Московской области (модельные таблицы для вычисления контрастности)

Свойства почв и почвообразующих пород	Степень выраженности свойства	Градации почв или механического состава породы
Увлажнение	I	П ^д , П ^д _{эр}
	II	П ^д _г
	III	П ^д _г , Д _{овр}
	IV	П ^д _{г''}
	V	П ^{т'} _г , П ^{т''} _г
	VI	Б
Оподзоленность	I	Д _{овр} , П ^д ₁ , Б
	II	Все остальные почвы
Эродированность	I	Все почвы, не затронутые эрозией
	II	П ^д _{эр}
	VI	Д _{овр}
Механический состав почвообразующих пород	I	Пески
	II	Супеси
	III	Пески и супеси, подстилаемые морской или средним и тяжелым покровным суглинком
	IV	Легкий и средний суглинок
	V	Тяжелый суглинок
	VI	Морена
Торфянистость	I	П ^д , П ^д _г , П ^д _{г''} , П ^{т'} _г , Д _{овр}
	II	П ^{т''} _г , Б

В табл. 3 представлена группировка почв по степени выраженности этих свойств.

Контрастность структур почвенного покрова (отдельных контуров на районной почвенной карте) вычислялась по формуле, предложенной Ю. К. Юодисом (1967) для вычисления контрастности почвенного покрова отдельных хозяйств:

$$K = \frac{ax + by + cz}{20},$$

где K — коэффициент контрастности структуры;

a, b, c — площади почв (в %) от общей площади структуры;

x, y, z — степень контрастности почв по сравнению с доминирующей по площади почвой.

Общая контрастность каждой комбинации почв (см. табл. 1) вычислена как среднее арифметическое контрастностей контуров, образованных одноименной комбинацией.

По степени общей суммарной контрастности структуры почвенного покрова могут быть разделены следующим образом:

Не контрастный	$K < 1$
Слабо контрастный	$K = 1,0-3,0$
Средне контрастный	$K = 3,1-5,0$
Сильно контрастный	$K = 5,1-7,0$
Крайне контрастный	$K > 7,0$

Как видно из табл. 1, сочетания Клинско-Дмитровской гряды и ее склона к Верхневолжской низине (I группа) обладают наиболее высокой контрастностью почвенного покрова, являясь сильно и крайне контрастными. Высокая контрастность территории, несмотря на однообразие почвообразующих пород, обусловлена широким развитием овражно-балочного комплекса и процессов плоскостной эрозии на покатых приводораздельных и крутых приовражных склонах.

Сочетания и вариации дерново-подзолистых почв Верхневолжской низины (II группа) отличаются резким уменьшением контрастности по сравнению с I группой. Почвенный покров их относится к слабо и средне контрастным. Снижение контрастности обусловлено общим равнинным характером поверхности, небольшой амплитудой высот, слабым развитием процессов линейной и плоскостной эрозии.

Наименьшей контрастностью обладают комбинации болотных почв (V группа) (контрастность их колеблется от 0 до 1,7), представляющие собой чаще всего гомогенные ареалы болотных почв понижений.

В пределах групп и подгрупп сочетаний и вариаций контрастность почвенного покрова изменяется аналогично сложности — повышение контрастности пропорционально числу компонентов и доле участия болотно-подзолистых почв или болотных среди дерново-подзолистых на дренированных территориях (I, II группы) и дерново-подзолистых в сочетаниях и вариациях болотно-подзолистых почв в условиях недренированного рельефа (подгруппа «А» в IV группе).

Однако максимально возможная высокая сложность почвенного покрова территорий с комплексами и пятнистостями не влечет за собой высокую их контрастность. Комплексы и пятнистости относятся к слабо и средне контрастным, причем величина коэффициента контрастности комплексов в два раза превышает коэффициент контрастности пятнистостей. Невысокая контрастность микрокомбинаций (особенно пятнистостей) обусловлена развитием их в одном и том же плоском рельефе, где преобладают заболоченные почвы, образующие основной фон почвенного покрова; микрорельеф приводит к незначительному перераспределению влаги и появлению почв различной степени оглеения и оторфованности, а это обуславливает высокую сложность рисунка, но не приводит к резким изменениям свойств почв, а следовательно, и не создает большую контрастность почвенного покрова, что и подтверждается количественными показателями.

На карте, построенной методом изображения структур почвенного покрова, отчетливо видны почвенно-географические особенности разных частей района. Так, на Клинско-Дмитровской гряде, сложенной довольно однородными покровными суглинками, отчетливо выделяются несколько структур почвенного покрова, различия между которыми связаны с характером расчлененности, а следовательно, дренированности территории.

Например, сочетания пятнистостей и гомогенных ареалов дерново-подзолистых слабogleевых почв с дерново-подзолистыми, болотно-подзо-

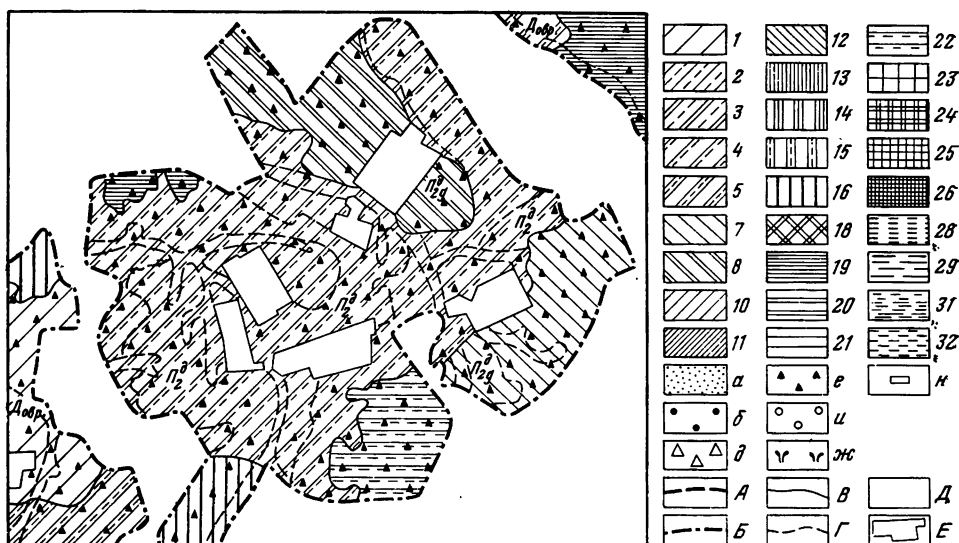


рис. 1. Фрагмент районной почвенной карты. Водораздельный участок Клиньско-Дмитровской гряды

1, 2, ..., 31, 32 — номера комбинаций по табл. 1; а, б, д, е, и, м, н — механический состав почв по табл. 1.

Почвы, образующие крупные однородные контуры: Π_1^{δ} — дерново-слабоподзолистые, Π_2^{δ} — дерново-среднеподзолистые, Π_3^{δ} — дерново-сильноподзолистые, Π_4^{δ} — дерново-подзолистые слабоглееватые, Π_5^{δ} — дерново-подзолистые сильно-глееватые, Π_6^{δ} — дерново-подзолисто-глеевые, Π_7^{δ} — торфянисто-подзолисто-глеевые, Π_8^{δ} — торфяно-подзолисто-глеевые, Б — торфяно-глеевые, Довр — дерновые почвы овражно-балочного комплекса.

А — граница района; Б — граница гослесфонда; В — граница структур почвенного покрова; Г — граница однородных контуров, входящих в состав структуры почвенного покрова; Д — земли гослесфонда; Е — участки постороннего пользования

листами и почвами овражнобалочного комплекса (комбинации 7 и 8, табл. 1) представляют собой многокомпонентную сложную структуру, дифференциацию которой определяют подзолистый, дерновый и болотный процессы. Почвенный покров таких сочетаний обладает сильной контрастностью ($K=5,6-6,9$) и относительно высокой сложностью (6—8). Формирование таких комбинаций обусловлено определенным рельефом — пологоволнистыми слабо расчлененными водоразделами (рис. 1).

Возникновение наиболее однородных комбинаций (дерново-подзолистых почв в сочетании с дерновыми почвами оврагов и балок — комбинация 1, табл. 1) обусловлено развитием эрозионно-холмистого рельефа, где все вершины и склоны холмов покрыты гомогенными ареалами дерново-среднеподзолистых почв. Комбинации, развитые в таких условиях, отличаются низкой сложностью (4) и очень высокой контрастностью ($K=7,1$).

Дальнейшее увеличение расчленения снова приводит к увеличению сложности почвенного покрова, причем возрастает также и контрастность. Так, склон Клиньско-Дмитровской гряды к Верхневолжской низине отличается сложным и крайне контрастным почвенным покровом (сложность 5—8) ($K=9,3-10,1$). Здесь преобладают сочетания почв, состоящие из дерново-подзолистых эродированных, дерново-подзолистых и дерновых почв овражно-балочного комплекса (комбинации 2, 3, табл. 1, рис. 2).

Верхневолжская низина очень разнообразна и сложна по почвенному покрову. Сочетания почв, состоящие из дерново-подзолистых глее-



Рис. 2. Фрагмент районной карты. Склон Клиньско-Дмитровской гряды в Верхневолжской низине с прилегающими участками водораздела Клиньско-Дмитровской гряды и Верхневолжской низины
Условные обозначения см. рис. 1

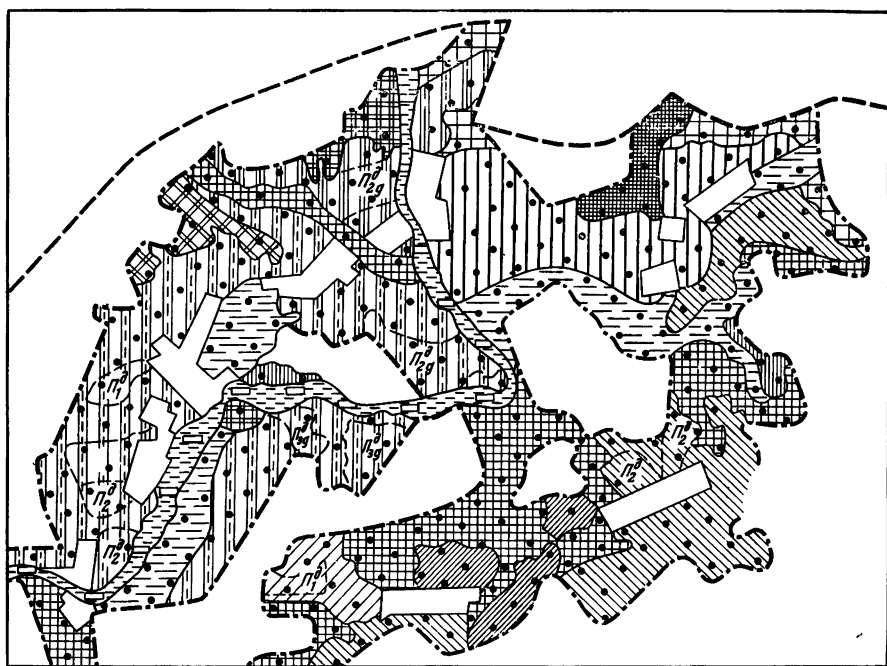


Рис. 3. Фрагмент районной почвенной карты. Верхневолжская низина
Условные обозначения см. рис. 1

ватых почв и болотно-подзолистых почв плоских ложин (комбинации 13—16, табл. 1, рис. 3) характерны для приречных дренированных склонов водоразделов. Почвенный покров таких территорий относится к контрастным и слабо контрастным. Сложность достаточно высокая.

Четко выделяются территории с холмистым рельефом, на которых преобладают сочетания почв дерново-подзолистых, дерново-подзолистых глееватых склонов и вершин с болотно-подзолистыми ложин и с участием почв овражно-балочного комплекса (комбинации 9—12). Такие территории обладают меньшей сложностью почвенного покрова и несколько более высокой контрастностью по сравнению с предыдущим типом территории ($K = 1,8—4,3$). И, наконец, отчетливо видны комбинации с очень сложным мелкоконтурным покровом (сложность близка к 1 000 000) с преобладанием комплексов и пятнистостей болотно-подзолистых и болотных почв, развивающихся на обширных плоских водоразделах и низинах. Почвенный покров таких территорий может быть не контрастным, слабо и средне контрастным, за исключением участков, где встречаются повышения с дерново-подзолистыми почвами или, наоборот, значительные понижения с болотными почвами.

Отчетливость отдельных почвенно-географических микрорайонов на карте, построенной путем изображения структур почвенного покрова, дает основание использовать ее как схему почвенного районирования.

Преимущества карты, изложенные выше, позволяют лучше использовать результаты почвенных обследований колхозов и совхозов для более глубоко обоснованного и правильного решения вопросов развития сельского хозяйства на территории района.

ЛИТЕРАТУРА

- Неуструев С. С., Никитин В. В. Почвы хлопковых районов Туркестана. В сб.: Библ. хлопкового дела. М., Изд. главн. хлопк. ком., 1926.
Филатов М. М. Очерк почв Московской губернии. М., 1923.
Фридланд В. М. О структуре (строении) почвенного покрова.— Почвоведение, 1965, № 4.
Фридланд В. М. О структуре почвенного покрова главных почвенных зон и подзон западной части Советского Союза.— Почвоведение, 1967, № 5.
Фридланд В. М. Изображение почвенного покрова на картах и пути прогноза его изменений.— В кн.: Картографирование динамики географических явлений и составление прогнозных карт. Иркутск, 1968.
Юодис Ю. К. О структуре почвенного покрова Литовской ССР.— Почвоведение, 1967, № 11.

ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПРИ ДРОБНОМ РАЙОНИРОВАНИИ

А. Ф. Урсу, С. И. Маркина

Пространственная изменчивость условий почвообразования, связанная со сменой высотных уровней, почвообразующих пород, форм рельефа, растительных сообществ и т. д., обуславливает неоднородность и пестроту или структуру почвенного покрова. Для Молдавии, с ее сложным и разнообразным почвенным покровом, напряженным земельным балансом, многосторонней специализацией сельского хозяйства, большим набором сельскохозяйственных культур, количественные характеристики структуры почвенного покрова имеют большое значение.

Для более обоснованного решения вопросов порайонной специализации было проведено почвенное районирование и разработаны количественные показатели, характеризующие природные условия (рельеф, климат, соотношение почв) с рекомендациями по трансформации угодий и концентрации отдельных отраслей.

Однако вследствие проявления некоторых специфических географических закономерностей распространения почв выделенные в Молдавии почвенные районы неоднородны. Так, например, при изучении почвенного покрова районов Северомолдавской лесостепной провинции (фрагмент которой показан на рис. 1) выявляется зависимость его неоднородности от сложности системы гипсометрических уровней, формы геоморфологических элементов, характера почвообразующих пород и других условий. Наиболее возвышенные гипсометрические уровни (260—350 м над уровнем моря) заняты серыми лесными почвами и оподзоленными черноземами, самые низкие плакорные (50—150 м) — мицелярно-карбонатными черноземами. Промежуточные высоты (160—250 м), которые преобладают по площади, заняты типичными и выщелоченными черноземами (Крупеников и др., 1961; Урсу, 1961, 1964). Присутствие здесь аналогов почв северных и южных элементов (серых

Таблица 1

Сопоставление средней абсолютной высоты микрорайонов и средней высотной приуроченности почв района

Районы и микрорайоны	Преобладающий класс высот, м	Средняя абсолютная высота, м	Черноземы	Средняя абсолютная высота территории, на которой распространены преобладающие почвы, м
Район IV	160—200	181	Выщелоченные тяжелосуглинистые	208
			Типичные тяжелосуглинистые	193
Цепиловский микрорайон	220—260	235	Оподзоленные тяжелосуглинистые	226
			Темно-серые лесные тяжелосуглинистые	247
Егоровский микрорайон	80—120	109	Карбонатные суглинистые	102
Немировский микрорайон	140—160	111	Обыкновенные суглинистые	144
	40—80		Карбонатные суглинистые	102

лесных и мицелярно-карбонатных черноземов), иногда наблюдаемое на небольшом расстоянии (в пределах 20 км), обусловлено высотной дифференциацией почвенного покрова (Гуменюк и Урсу, 1957) и явлением почвенно-ландшафтных инвазий (Крупеников, 1962). Выраженность высотной дифференциации различна в каждом из почвенно-территориальных подразделений и определяется характером распределения высотных уровней (рис. 2). Преобладающим по площади гипсометрическим уровнем в пределах районов соответствуют самые распространенные почвы (фон); абсолютные высоты, на которых встречаются мало распространенные почвы (аналоги северных и южных элементов), соответствуют модальному классу высот микрорайонов, где эти почвы преобладают (табл. 1).

В Северомолдавской лесостепной провинции наиболее распространены типичные и выщелоченные черноземы (49%), реже встречаются черноземы обыкновенные и карбонатные мицелярного профиля (19,9%),

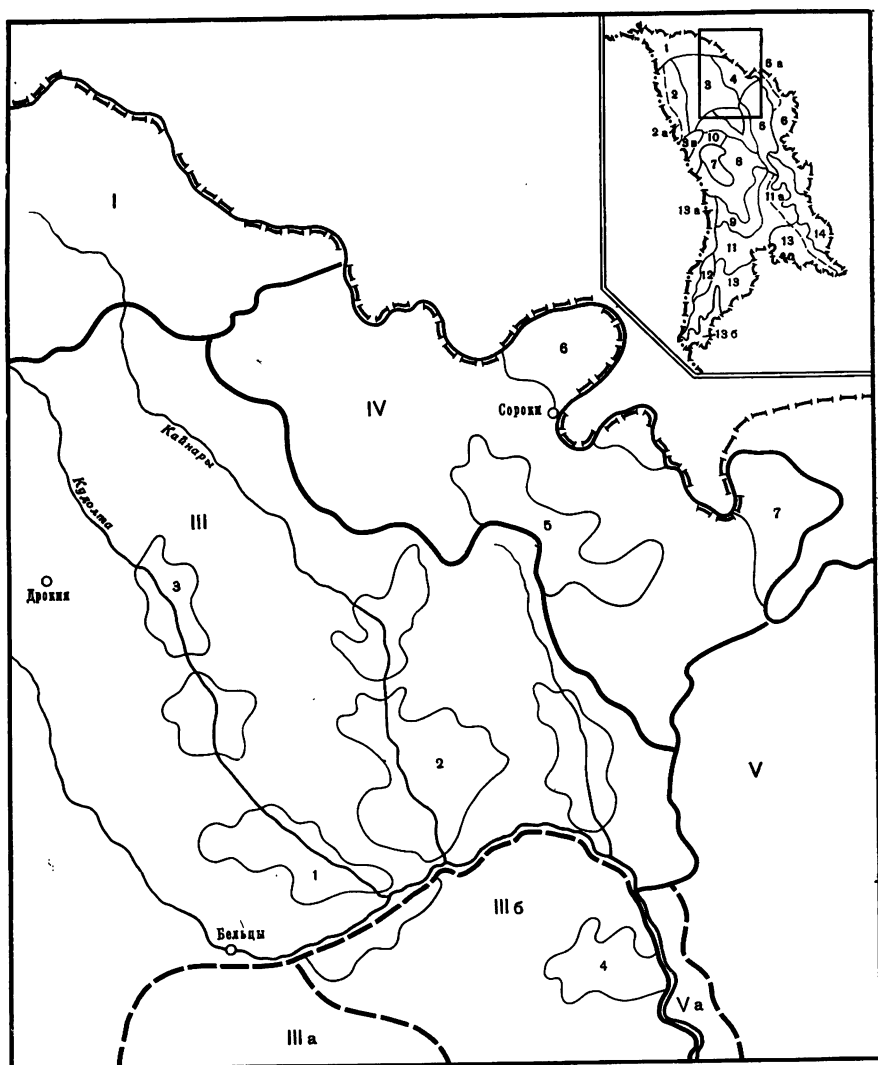


Рис. 1. Схема почвенного районирования восточной части Северомолдавской провинции

I — район оподзоленных и выщелоченных черноземов, серых и темно-серых лесных почв лесостепи Северного Молдавского плато; *III* — район типичных и выщелоченных черноземов луговой степи Бельцкой увалистой равнины: *1* — Асношанский микрорайон полеводства и виноградарства на обыкновенных и карбонатных черноземах; *2* — Гура-Кайнарский микрорайон полеводства и виноградарства на обыкновенных и карбонатных черноземах; *3* — Кегросский микрорайон полеводства и виноградарства на обыкновенных и карбонатных черноземах; *IIIa* — подрайон типичных и обыкновенных черноземов с пятнами солонцов и лугово-черноземных засоленных почв Чулукской холмистой степи;

IIIb — подрайон типичных и выщелоченных черноземов с пятнами черноземов оподзоленных, слитых и темно-серых лесных почв Солонецкой возвышенности: *4* — Чутулештский микрорайон садоводства и табаководства на темно-серых лесных почвах, оподзоленных и выщелоченных черноземах; *IV* — район типичных и выщелоченных черноземов с пятнами оподзоленных черноземов, серых и темно-серых лесных почв лесостепи Сорокской возвышенности: *5* — Цепиловский микрорайон садоводства и табаководства на серых и темно-серых лесных почвах, *6* — Егоровский микрорайон орошаемого земледелия на обыкновенных и карбонатных черноземах, *7* — Немировский микрорайон полеводства и орошаемого земледелия на обыкновенных и карбонатных черноземах;

V — район выщелоченных, типичных и оподзоленных черноземов, серых и темно-серых почв лесостепи Резинской возвышенности;

Va — подрайон обыкновенных и карбонатных черноземов и пойменных луговых засоленных и заболоченных почв долины р. Реут.

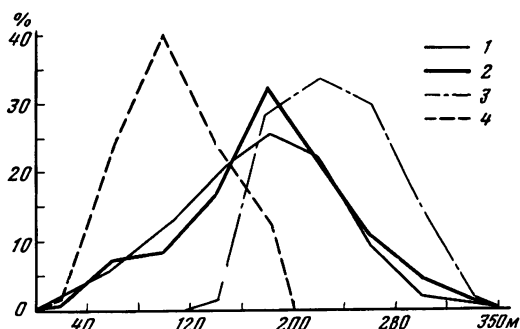
На врезке — положение изучаемого района на территории Молдавской ССР

оподзоленные черноземы (5,9%) и серые лесные почвы (10,5%), перегнойно-карбонатные (3%), пойменные луговые (7,8%) и другие почвы (3,9%). Соотношение различных почв в отдельных частях провинции неравномерное, что обусловило необходимость разделения провинции на почвенные районы и выделения внутри последних агропочвенных микрорайонов.

Для объективного сравнения выделенных микрорайонов с почвенными районами и между собой, а также для их группировки и классификации, нами разработан ряд показателей, характеризующих особенности структуры почвенного покрова территорий микрорайонов.

Рис. 2. Распределение высотных уровней

1 — Северомолдавская лесостепная провинция; 2 — район лесостепи Сорокской возвышенности; 3 — Цепиловский микрорайон; 4 — Егоровский микрорайон



Мы исходили из того, что почвенный район это система, обладающая определенной мерой неоднородности, контрастности и сложности связей первичных компонентов. (За первичный компонент структуры почвенного покрова нами принят контур таксономической единицы почвы наиболее низкого ранга — почвенной разновидности, выделенный на карте масштаба 1 : 10 000). В пределах системы первичные компоненты при определенных условиях могут образовать подсистему (микрорайон) с меньшей мерой неоднородности и контрастности. Следует отметить, что предложенные подходы и критерии характеристики структуры почвенного покрова: размеры и форма ареалов, показатели сложности и контрастности (Фридланд, 1965, 1967, 1969; Годельман, 1969), по нашему мнению, недостаточны для указанной цели. Рассчитанные параметры первичных компонентов (ареалов) почвенного покрова микрорайонов не позволяют четко разграничить последние, в том числе и те, которые по совокупности природных особенностей довольно различны и должны быть отнесены к разным категориям.

Таблица 2

Средние параметры элементарных почвенных ареалов микрорайонов

Микрорайоны	А Средневзвешенный размер ЭПА, га	КР Средневзвешенный коэффициент расчленения	Р Индекс формы ареала	Ид Индекс дробности	Ис Индекс сложности
1. Асношанский	222	2,02	0,35	0,45	0,91
2. Гура-Кайнарский	127	2,00	Не опр.	0,79	1,58
3. Кетросский	192	2,13	»	0,52	1,11
4. Чутулештский	48	1,65	0,41	2,08	3,43
5. Цепиловский	58	1,70	0,44	1,72	2,92
6. Егоровский	194	1,76	0,31	0,51	0,90
7. Немировский	468	1,69	0,33	0,21	0,35

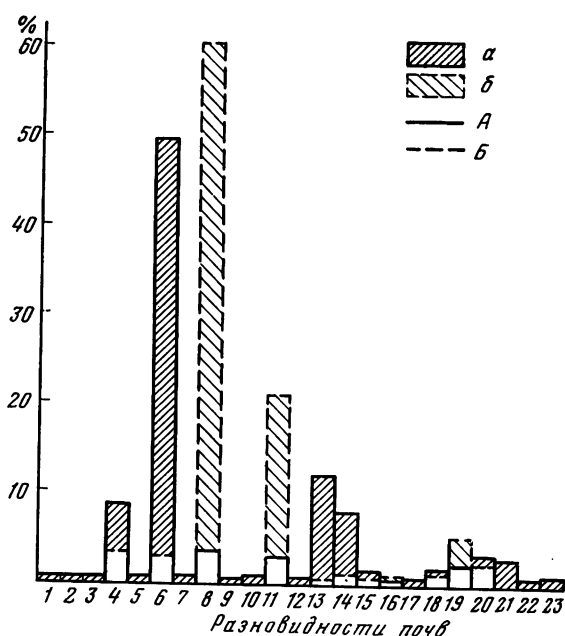


Рис. 3. Гистограмма распределения почв

А — в районе луговой степи Бельцкой увалистой равнины, Б — в Асношанском микрорайоне
 1 — серые лесные легкогоглинистые и тяжелосуглинистые; 2 — темно-серые лесные легкогоглинистые и тяжелосуглинистые; 3 — черноземы оподзоленные мощные легкогоглинистые и тяжелосуглинистые; 4 — черноземы выщелоченные мощные легкогоглинистые и тяжелосуглинистые; 5 — черноземы выщелоченные мощные суглинистые и легкосуглинистые; 6 — черноземы типичные мощные и среднemosные легкогоглинистые и тяжелосуглинистые; 7 — черноземы типичные мощные и среднemosные суглинистые; 8 — черноземы обыкновенные мощные и среднemosные легкогоглинистые и тяжелосуглинистые; 9 — черноземы обыкновенные мощные и среднemosные суглинистые и легкосуглинистые; 10 — черноземы карбонатные мощные и среднemosные легкогоглинистые и тяжелосуглинистые; 11 — черноземы карбонатные мощные и среднemosные суглинистые; 12 — черноземы средне- и сильносмывые различного механического состава; 13 — черноземы смывые глинистые и суглинистые с пятнами солонцов; 14 — черноземы смывые, глинистые и суглинистые, изрезанные оврагами и разрушенные оползнями; 15 — черноземы смывые суглинистые щебенчатые с выходами пород; 16 — черноземы слитые мощные глинистые; 17 — черноземы солонцеватые глинистые; 18 — солонцы степные; 19 — лугово-черноземные солонцеватые солончаковатые глееватые глинистые; 20 — луговые и черноземно-луговые намытые глинистые и суглинистые; 21 — пойменные аллювиально-луговые слоистые солончаковатые суглинистые; 22 — пойменные лугово-болотные солончаковатые глинистые и суглинистые; 23 — пойменные солонцы — солончаки

Р а з н и ц а: α — отрицательная, β — положительная

Так, например, средние размеры первичных компонентов и величины коэффициентов расчленения (Фридланд, 1965), средние значения индекса формы ареалов (Хаггет, 1968) не дают достаточных оснований для выделения данных микрорайонов (табл. 2). Индексы дробности и сложности позволяют выделять лишь три группы микрорайонов.

Кроме того, при дробном районировании важно доказать правомочность выделения каждого микрорайона на основании особенностей его почвенного покрова. Для этого мы постарались выразить связь между компонентами почвенного покрова микрорайонов и районов через такие «показатели географической ассоциации», как «коэффициент подобия» и «индекс локализации» (Хаггет, 1968).

Коэффициент подобия (G) рассчитывался сопоставлением доли участия определенных классификационных групп почв одного генетико-таксономического уровня в двух сравниваемых регионах — районах, микрорайонах и вычислялся по формуле:

$$G = \left\{ \sum_{i=1}^n f_i \right\} / 100,$$

где Σf — сумма различий процентного содержания (на рис. 3 сумма расстояний между сплошной и пунктирной линиями — положительная или отрицательная сумма разностей).

Этот показатель варьирует в пределах от нуля до единицы. Коэффициент подобия, вычисленный для ряда микрорайонов (см. рис. 1), имеет довольно высокие значения: 0,75—0,87 (табл. 3). Это означает, что микрорайоны имеют резко различный полигон распределения почв по сравнению с районами, в пределах которых они выделены. Приближение значения G к нулю указывало бы на сходное распределение почв в

Таблица 3

Характеристики почвенного покрова микрорайонов

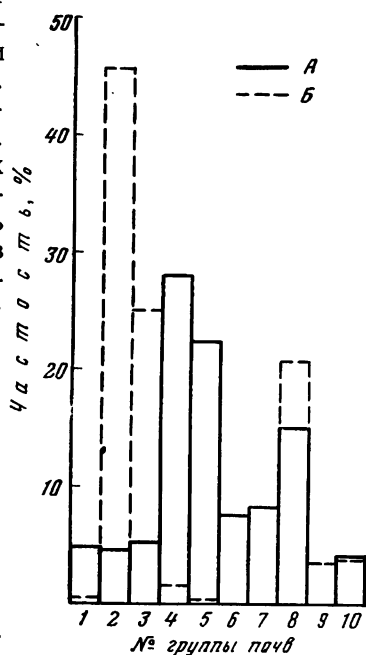
Микрорайон	G	I	G : I	Ид	КР	H
1. Асношанский	0,78	0,10	7,8	0,45	2,08	7,1
2. Гура-Кайнарский	0,75	0,10	7,5	0,79	2,00	11,8
3. Кетросский	0,76	0,11	6,1	0,52	2,13	7,6
4. Чутулештский	0,86	0,11	7,1	2,08	1,65	28,7
5. Цепиловский	0,85	0,10	9,9	1,72	1,70	27,6
6. Егоровский	0,80	0,19	4,4	0,51	1,76	3,3
7. Немировский	0,87	0,20	4,3	0,21	1,69	1,1

данных территориальных подразделений. Таким образом, коэффициент подобия зависит от состава и соотношения почв в пределах района и микрорайона.

Другой показатель, индекс локализации (I), позволяет отображать степень концентрации почв, доминирующих в почвенном покрове микрорайона, по отношению к их содержанию во всем районе. I вычисляется как отношение содержаний в районе и микрорайоне основных компонентов, определяющих структуру почвенного покрова микрорайона (рис. 4). Значения индекса также варьируют в пределах от нуля до единицы. Показатель I очень низок для тех микрорайонов, где частота основных компонентов наиболее удалена от частоты этих же компонентов в районе в целом. Например, в IV агропочвенном районе серые лесные почвы составляют 4,4% (см. рис. 4), а в Цепиловском микрорайоне их содержится 45,4%. Отношение первой величины к последней ($4,4 : 45,4 = 0,10$) и есть индекс локализации доминирующих почв для данного микрорайона и свидетельствует о высокой их концентрации на его территории.

Рис. 4. Гистограмма распределения почвенных групп района лесостепи Сорокской возвышенности (А) и Цепиловского микрорайона (Б)

1 — дерново-карбонатные каменистые; 2 — серые и темно-серые лесные; 3 — черноземы оподзоленные; 4 — черноземы выщелоченные; 5 — черноземы типичные; 6 — черноземы обыкновенные; 7 — черноземы карбонатные; 8 — черноземы смытые; 9 — черноземы слитые, солонцеватые и черноземно-луговые почвы; 10 — намытые и пойменно-луговые почвы



Величины G и I обратно пропорциональны, что следует из их определения.

Узкое отношение показателей географической ассоциации ($G:I$) ставило бы под сомнение правомочность выделения микрорайона. В нашем случае заданному условию отвечают высокие отношения данных величин, которые свидетельствуют об обособленности (пространственной) некоторых компонентов почвенного покрова района, позволяющей выделить регион обособления в самостоятельные почвенно-территориальные единицы — микрорайоны.

Таким образом, показатели географической ассоциации выражают связь и различие структур почвенного покрова района и микрорайона. Для отражения этой взаимосвязи в интегральном виде они введены в формулу вычисления напряженности почвенного покрова (H):

$$H = \frac{G}{I} \cdot I_d \cdot K_P,$$

где I_d — коэффициент дробности (среднее число почвенных ареалов, приходящихся на 100 га); K_P — коэффициент расчленения (средний). Величины H очень близки для каждой группы микрорайонов (см. табл. 3).

Этот показатель определяет одновременно сложность и неоднородность почвенного покрова микрорайона и позволяет произвести объективную группировку микрорайонов.

ЛИТЕРАТУРА

- Гуменюк А. И. и Урсу А. Ф. Почвы лесостепи северной Молдавии.— Изв. Молд. фил. АН СССР, 1957, № 9 (42).
- Годельман Я. М. Структура почвенного покрова и пути ее математического объяснения.— В сб.: Вопросы исследования и использования почв Молдавии. Сб. V, 1969.
- Крупеников И. А., Родина А. К., Стрижова Г. П., Урсу А. Ф. Черноземы северной половины Молдавии.— Изв. Молд. фил. АН СССР, 1961, № 7 (85).
- Крупеников И. А. Почвы Молдавии, их географическое распространение, плодородие и использование в народном хозяйстве.— В сб.: Первая научная сессия АН МССР. Кишинев, 1962.
- Урсу А. Ф. Закономерности распространения почв Сорокской возвышенности.— Труды Докучаевской конференции. Кишинев, 1961.
- Урсу А. Ф. Черноземы Приднестровской возвышенности Молдавии.— В сб.: Вопросы исследования и использования почв Молдавии, Сб. II. Кишинев, 1964.
- Фридланд В. М. О структуре (строении) почвенного покрова.— Почвоведение, 1965, № 4.
- Фридланд В. М. О структуре почвенного покрова главных почвенных зон и подзон западной части Советского Союза.— Почвоведение, 1967, № 5.
- Фридланд В. М. Структура почвенного покрова и почвенное районирование.— В кн.: Природное и сельскохозяйственное районирование СССР. Материалы V межвузовской конференции. Изд-во МГУ, 1969.
- Хаггет П. Пространственный анализ в экономической географии. М. «Прогресс», 1968.

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ПОЧВЕННЫХ КОМБИНАЦИЙ

О МЕТОДИКЕ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

И. П. Роома

В последние годы в результате исследований ряда авторов выработаны основы для более полной характеристики структуры почвенного покрова. При ее изучении выделяется несколько аспектов.

Первый аспект состоит в изучении взаимного расположения и чередования, а также геометрических или морфологических свойств (площадь, форма и т. д.) компонентов структуры почвенного покрова. Этот аспект структуры можно назвать морфологией или пространственной характеристикой структуры. Морфология структуры в общем характеризует лишь внешние и не всегда существенные ее свойства.

Во-вторых, понятие «структура почвенного покрова» охватывает изучение природы, генезиса и взаимосвязи структурных компонентов, т. е. причисление их к почвенным видам, типам и т. д.; степень различия между ними (контрастность), историю их образования и пути дальнейшего развития, включая и отражение факторов образования конкретной структуры. При таком подходе рассматривается и динамика компонентов структуры. Такой анализ структуры почвенного покрова предлагается назвать функциональным или генетическим (функционально-генетическим) анализом структуры; он характеризует существенные (качественные) свойства структуры.

Для полной характеристики структуры почвенного покрова как единства ее строения, функций и развития необходимы также ее морфогенетическая характеристика и классификация (типы структуры), которые являются обобщающим этапом изучения структуры.

При исследовании структуры почвенного покрова компоненты структуры можно выделять, различным образом используя в качестве основы для их выделения или специальные исследования (Строганова, 1969), или почвенные карты разного масштаба и с таксонами разного объема. Основными, первичными компонентами структуры считаются элементарные почвенные ареалы (Фридланд, 1965). Структуру почвенного покрова на уровне элементарных почвенных ареалов, где соответствующими классификационными единицами являются разновидности (или разряды) почв, можно характеризовать только при специальных исследованиях или по детальным и крупномасштабным почвенным картам, хотя в последнем случае не все выделяемые на карте контуры являются элементарными почвенными ареалами (Годельман, 1969).

Для характеристики структуры почвенного покрова почвенных районов, провинций, зон и т. д. за основу можно принять и карты более мелкого масштаба (среднемасштабные) — обобщенные карты. В этом случае выделяемыми и изучаемыми компонентами структуры являются уже обобщенные контуры почв, чаще на уровне комбинаций, состоящих из многих элементарных ареалов разных почв. Определение струк-

туры по картам очень мелкого масштаба является уже невозможным из-за слишком высокой степени генерализации и сложности состава изображаемых контуров.

В. М. Фридланд (1965, 1967), Ю. К. Юодис (1967), Я. М. Годельман (1969), М. Н. Строганова (1969) и другие в качестве характеристик структуры почвенного покрова используют довольно много разных показателей. Для систематизации изложения и лучшего их сравнения эти показатели целесообразно классифицировать по группам. Основой классификации служит вышеупомянутое разделение характеристик структуры на морфологические и функционально-генетические. В данной группировке приведены только основные принципы разделения и перечисляются не все показатели, уже использующиеся для характеристики структуры почвенного покрова.

I. Морфологические характеристики структуры

Характеристики морфологии
элементарных почвенных ареалов:

- 1) площадь;
- 2) конфигурация (форма) контуров:
 - а) общая конфигурация,
- б) расчлененность контуров, с выявлением коэффициента расчленения и распределения частотей коэффициента расчленения;
- 3) характер границ (переходов) между элементарными почвенными ареалами.

Характеристики морфологии
почвенного покрова:

- 1) контурность — количество контуров почв на единицу площади;
- 2) показатели, характеризующие:
 - а) распределение частотей контуров всех почв, отдельных видов степеней смытости и т. д. по площади;
- б) соотношение между количеством контуров почв по видам (разновидностям) и общей площадью, занимаемой рассматриваемой группой контуров;
- 3) показатели, характеризующие размещение элементарных почвенных ареалов на рассматриваемой территории.

II. Функционально-генетические характеристики структуры почвенного покрова

- 1) характеристики состава почвенного покрова;
- 2) характеристики контрастности.

III. Морфогенетические (обобщающие) характеристики структуры почвенного покрова

Определяются при совместной математической обработке морфологических и функционально-генетических показателей. В эту группу входят сложность, неоднородность и т. д.

Предлагаемая классификация характеристик структуры почвенного покрова условная, так как некоторые характеристики, входящие в две первые группы, имеют признаки обеих групп.

Ниже представлены некоторые методические соображения, появившиеся в ходе изучения морфологических характеристик структуры почвенного покрова нескольких почвенных районов Эстонской ССР по крупномасштабным почвенным картам хозяйств.

При разделении элементарных почвенных ареалов на группы по площади были использованы следующие интервалы (в га): меньше 0,1; 0,1—1,0; 1—5; 5—10; 10—25; 25—50; 50—100 и больше 100. Детальное разделение площадей ЭПА в интервале 1—25 га обусловлено мелкоконтурностью почвенного покрова в области ледниковых отложений.

Для характеристики формы элементарных почвенных ареалов была использована предварительная группировка В. М. Фридланда (1965): округлые, вытянутые и линейные; линейные разделялись далее на раз-

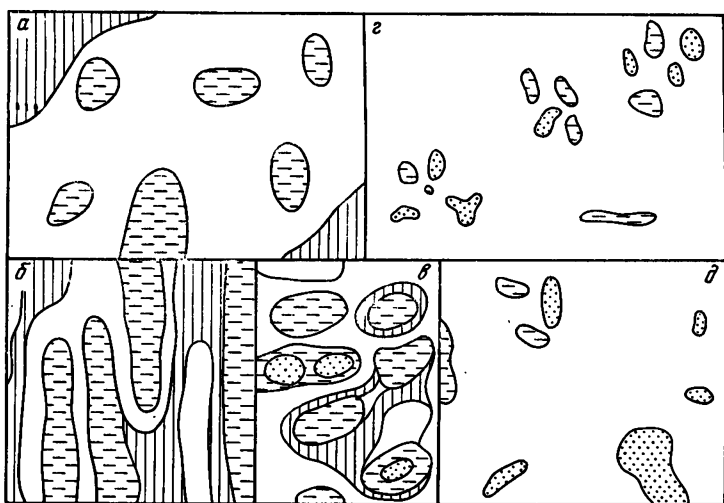


Рис. 1. Виды размещения элементарных почвенных ареалов

а — регулярное разбросанное; *б* и *г* — регулярное слитное; *г* — регулярное агрегационное; *д* — случайное

ветвленные и неразветвленные; дополнительно выделялись так называемые фоновые контуры. Последние обыкновенно имеют довольно большую площадь, и на общем фоне основной почвы в разбросанном виде встречаются малые контуры других почв, или, другими словами, на элементарном почвенном ареале одной почвы выделяются элементарные почвенные ареалы других почв.

При определении характера границ была использована выработанная в Эстонской ССР шкала контрастности почв (Кокк и др., 1968). Основой шкалы служат естественные признаки почв, определяющие различия их хозяйственного использования (почвенный вид, механический состав, каменистость, степень увлажнения и др.). Шкала контрастности имеет три ступени: слабо, средне и сильно контрастные почвы, границы между которыми считаются соответственно, постепенными, ясными и резкими.

Для характеристики контурности было определено число элементарных почвенных ареалов на 100 га и распределение частоты ареалов по интервалам площади. На первом этапе работы для определения контурности на сложных мелкоконтурных картах были выделены ключевые участки, площадью от 100 (очень мелкоконтурный почвенный покров) до 500 га, а на крупноконтурных были пересчитаны по карте все элементарные почвенные ареалы. Так как подсчет контуров довольно трудоемок, то позднее применялся подсчет пересечений границ элементарных почвенных ареалов квадратной сеткой со стороной квадрата 5, 10 и 20 см. По полученным данным было вычислено среднее количество пересечений на 10 см и по графику определено число элементарных почвенных ареалов на 100 га. График был составлен по данным совместного подсчета числа контуров и пересечений.

Размещение элементарных почвенных ареалов на исследуемой территории тоже является одной из морфологических характеристик строения почвенного покрова, отражающей в то же время изменение факторов почвообразования. Элементарные почвенные ареалы (почвенные контуры) при изучении их размещения были разделены на две группы: 1) большие, главным образом так называемые фоновые элементарные почвенные ареалы (внутри которых размещаются ареалы других почв),

и 2) средние и мелкие, так называемые самостоятельные (с площадью обычно меньше 25 га). Было изучено размещение ареалов только второй группы.

Исходя из работ Т. Э. А. Фрея (1968) предлагается выделять два основных типа размещения и ряд подтипов.

1. Регулярное размещение — контуры почвы размещены равномерно по всей рассматриваемой территории. Подтипы: а) регулярное разбросанное (рис. 1, а) — расстояние между контурами почв превышает их средний диаметр более чем в 2 раза; б) регулярное слитное (рис. 1, б, в) — расстояние между контурами почв меньше 2 диаметров; в) регулярное агрегационное (рис. 1, г) — контуры почв объединяются в более или менее однообразные группы, которые равномерно распределены по изучаемой территории.

2. Случайное размещение (рис. 1, д) — почвенные контуры располагаются неравномерно по рассматриваемой территории. Подтипы: а) случайное разбросанное и б) случайное агрегационное.

Прямые количественные показатели характеристики размещения элементарных почвенных ареалов пока не получены.

При характеристике структуры почвенного покрова больших неоднородных территорий, например при характеристике почвенных районов, невозможно приводить в массовом порядке данные по всем показателям структуры, из-за большой трудоемкости этой работы. Для описания морфологии структуры, по нашему мнению, наиболее характерными являются контурность, распределение частоты площадей контуров и размещение элементарных почвенных ареалов на изучаемой территории. Определение типов структуры почвенного покрова по морфологии имеет значение только при проведении специальных исследований.

Так как морфологический облик и соответствующие показатели не дают качественной характеристики структуры почвенного покрова, а являются дополнительными характеристиками, их можно использовать главным образом при выведении основных морфогенетических показателей.

ЛИТЕРАТУРА

- Годельман Я. М. Структура почвенного покрова и пути ее математического объяснения. — В сб.: Вопросы исследования и использования почв Молдавии, сб. V. Кишинев, 1969.
- Кокк Р., Валлер В., Роома И. Методика полевых работ при крупномасштабном картировании почв (на эстонском языке). Тарту, 1968.
- Строганова М. Н. К характеристике структуры почвенного покрова дельты Терека. — Научн. докл. высшей школы, Биол. науки, 1969, № 3.
- Фрей Э. А. Некоторые математические и фитоценологические аспекты изучения характера размещения в фитоценозе. — Ученые зап. Тартуского государственного университета. Труды по ботанике, т. 8, Тарту, 1968.
- Фридланд В. М. О структуре (строении) почвенного покрова. — Почвоведение, 1965, № 4.
- Фридланд В. М. О структуре почвенного покрова главных почвенных зон и подзон западной части Советского Союза. — Почвоведение, 1967, № 5.
- Юодис Ю. К. О структуре почвенного покрова Литовской ССР. — Почвоведение, 1967, № 11.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ВЫЯСНЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ ФАКТОРАМИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ И НЕКОТОРЫМИ МОРФОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ПОЧВ

Е. К. Дайнеко, В. М. Фридланд

С 1965 г. на территории Центрально-Черноземного заповедника им. А. А. Алехина почвенный отряд Курской комплексной экспедиции Института географии АН СССР ведет детальные почвенные исследования с целью изучения структуры почвенного покрова лесостепного ландшафта центра Средне-Русской возвышенности.

Как известно (Фридланд, 1967), для данной зоны характерна низкая степень контрастности почвенного покрова, которая соответствует низким значениям показателей его сложности.

Действительно, почвенный покров данной территории представлен близкими подтипами черноземов, среди которых господствуют черноземы типичные. Последние распространены от вершин водоразделов до бровок балок. Другие подтипы черноземов связаны с повышениями и понижениями микрорельефа. К ним относятся черноземы в разной степени выщелоченные, формирующиеся в плоских эрозионных ложбинах и понижениях, черноземы сурчинные, обязанные своим происхождением жизнедеятельности роющих почвенных животных; в отчетливо выраженных блюдцах развиты лугово-черноземные почвы. Весьма ограниченное участие в почвенном покрове принимают черноземы остаточно-карбонатные, связанные с выходами меловых коренных пород, и серые лесные почвы балочных склонов, также приуроченные к участкам близкого залегания к дневной поверхности (в пределах 2 м) опоки, мергеля или мела.

При детальных почвенных исследованиях выяснилось, что почвенные профили всех подтипов черноземов имеют существенно различные мощности генетических горизонтов в зависимости от их местоположения. Особенно заметно изменяется общая мощность гумусовых горизонтов (А + АС), обозначаемая в дальнейшем изложении индексом А, нижняя граница которых определяется содержанием гумуса около 1,5%. Даже при неизменности факторов почвообразования (абсолютная высота, тип мезорельефа, растительность, почвообразующая порода, угол наклона поверхности) мощность прогумусированной толщи испытывает значительные колебания, достигающие иногда одного метра и более.

Изменчивость морфологических признаков почв в пространственном отношении сама по себе не является неожиданностью, так как известно, что вариабельностью обладают все признаки любых компонентов ландшафта. Это является основным свойством природно-территориального комплекса. Однако обращает на себя внимание амплитуда этой изменчивости.

Целинные черноземы лесостепной зоны относятся к мощным, тучным и тяжелосуглинистым (Афанасьева, 1966; Целищева и Дайнеко, 1967), мощность их гумусовых горизонтов определяется в 100—120 см. Наблюдавшееся иногда значительное увеличение мощности обычно объяснялось деятельностью землероев.

Следует иметь в виду, что мощность гумусовых горизонтов А в черноземных почвах представляет собой наиболее важный морфологический признак, являющийся как классификационным критерием, так и свойством почв, на основе изучения которого строятся генетические теории образования черноземов, решаются вопросы скорости накопле-

ния и разложения органического вещества, возраста черноземного процесса почвообразования и ряд других.

В пространственных изменениях мощности гумусовых горизонтов отражаются также и многие закономерности географии почв, в значительной степени определяющие строение почвенного покрова.

Поэтому изучению закономерностей изменений мощности гумусовых горизонтов в зависимости от факторов почвообразования посвящен специальный раздел наших исследований.

Исходным материалом для выполненной работы послужили описания 1115 рандомизированных почвенных профилей различных подтипов черноземов Казацкого участка Заповедника, а также условий, в которых они образовались,— абсолютной высоты, рельефа, уклона поверхности, экспонированности склонов, типа растительности, мощности тяжелого крупнопылеватого почвообразующего суглинка. Пункты заложения скважин располагались на углах гектарных квадратов, покрывающих сплошной сеткой всю территорию Казацкого участка.

Имея в виду, что на такой небольшой площади климатические условия и возраст черноземообразования практически не меняются, эти факторы при анализе изменения мощности гумусового горизонта не рассматривались.

Для выяснения количественных зависимостей между морфологическими свойствами почв и совокупностью факторов почвообразования, т. е. для проведения многомерного анализа изучаемого явления, был применен метод «информационно-логического анализа природно-территориального комплекса» в модификации Ю. Г. Пузаченко (Пузаченко, Мошкин, 1969).

Преимущества информационно-логического метода перед любыми другими методами количественного анализа связей заключаются в том, что его применение дает возможность анализировать любой материал без ограничений, сопровождающих применение тех или иных статистических методов (требования линейности, непрерывности и упорядоченности анализируемого материала).

При анализе природно-территориального комплекса эти преимущества метода представляются нам наиболее важными, поскольку изучаемые факторы (в нашем случае факторы почвообразования) часто дискретны, взаимодействие их не линейно и далеко не всегда существует заранее известный порядок во взаимоположении их состояний.

Применение этого метода позволяет оценить меру связи рассматриваемого явления с состояниями фактора, провести анализ с двумя и большим числом факторов, даже при условии значительной косвенной связи между ними, и, что особенно важно, дает возможность классифицировать характеристики природно-территориального комплекса по их значимости.

На формирование гумусированной толщи оказывает влияние множество факторов. Предварительный анализ материалов проведенной почвенной съемки дал нам основание выбрать следующие факторы: изменяющуюся мощность почвообразующего крупнопылеватого тяжелого суглинка, который на разной глубине сменяется чаще всего средним суглинком, иногда песком, иногда элювием меловых коренных пород, распространенного по всей территории заповедника; абсолютные высоты, тип мезорельефа, экспозиция склонов.

По таблицам 1—4 «каналов связи» на основе расчета коэффициентов связи устанавливаются «специфичные отношения», отражающие ту прямую зависимость, которая имела бы место при условии влияния только одного отдельно взятого фактора. Величина коэффициента связи рассчитывается следующим образом (Пузаченко, Мошкин, 1969)

$$C = \frac{P(a_i/b_j)}{P(a_i)},$$

где $P(a_i / b_j)$ — условная вероятность i -того состояния явления a при j -том состоянии фактора b ; $P(a_i)$ — вероятность i -того состояния явления a по отношению ко всем случаям испытаний.

Условные вероятности $P(a_i / b_j)$ приведены в строчках «каналов связи», $P(a_i)$ — в самой нижней строчке каждого из каналов.

Связь от b , т. е. определенного состояния фактора, направлена к a , т. е. к определенному состоянию явления, в таком случае, если $P(a_i / b_j) > P(a_i)$. Эти направления связи на таблицах выделяются знаком (+).

Таблица 1

Таблица «каналов связи» между мощностью гумусовых горизонтов (А) и мощностью тяжелого суглинка (М) (верхнее число — абсолютная частота, нижнее — условная вероятность)

$K_{A/M}$	Мощность тяжелого суглинка, см (фактор М)	Мощность гумусовых горизонтов А, см					Частота	
		51—80	81—110	111—140	141—170	>170	b_j	$P(b_j)$
0,07	<160	5+▲** 0,333	6+ 0,403	1 0,067	3 0,200	0 0,000	15	0,013
	161—190	2+ 0,052	7+▲ 0,184	18+ 0,473	11 0,290	0 0,000	38	0,034
	191—220	2+ 0,015	23+▲ 0,171	70+ 0,518	36 0,267	4 0,029	135	0,121
	221—250	0 0,000	14+ 0,089	69+▲ 0,440	67+ 0,427	7 0,044	157	0,141
	251—270	0 0,000	4 0,055	33+ 0,446	34+▲ 0,459	3 0,041	74	0,066
	>270	2 0,003	31 0,045	219 0,314	322+ 0,463	122+▲ 0,176	696	0,624
	Частота a_i	11	85	410	473	136	1115	
	$P(a_i)$	0,011	0,076	0,368	0,424	0,122		1,000

$K_{A/M}$ — коэффициент эффективности передачи информации от М к А.

** ▲ — специфичные отношения.

В качестве специфичного в простейшем случае принимается то состояние явления, для которого коэффициент связи наибольший. Однако, применяя этот коэффициент, не следует относиться к нему формально. В результате нелинейного характера взаимодействия факторов специфичные отношения определяются не только величиной коэффициента связи, но и сопоставлением его с другими коэффициентами связи в ряду распределения явления при данном состоянии фактора и их взаимоположением, а также уточняются затем при анализе таблиц, вскрывающих связь явления с большим числом факторов. Эти уточнения специфичных отношений выполняются по строго определенным правилам.

Следует отметить также, что в отличие от статистических методов, описывающих наиболее общие закономерности поведения изучаемой си-

стемы, информационно-логический анализ позволяет выявить наиболее специфичные, характерные свойства распределения, при помощи которых разнообразие поведения системы определяется настолько полно, что обеспечивается принципиальная возможность перейти к прогнозу рассматриваемого явления.

Специфичные отношения между мощностью гумусовых горизонтов и мощностью тяжелого суглинка выявляют следующую закономерность: с увеличением мощности тяжелого суглинка увеличивается мощность гумусированной толщи, связь здесь, очевидно, прямолинейная (см. табл. 1). Это свидетельствует, вероятно, о том, что на формирование мощностей гумусовых горизонтов, кроме внутрипочвенных процессов,

Таблица 2

Таблица «аналов связи» между мощностью гумусовых горизонтов (А) и абсолютной высотой местности (В) (верхнее число — абсолютная частота, нижнее — условная вероятность)

$K_{A/B}$	Абсолютная высота, м (фактор В)	Мощность гумусовых горизонтов А, см					Частота	
		51—80	81—110	111—140	141—170	>170	b_j	$P(b_j)$
0,03	260—240	2 0,006	43+ 0,137	135+ 0,432	111+ 0,554	22 0,070	313	0,281
	240—220	4 0,007	31 0,052	205 0,344	279+ 1,468	78+ 0,131	597	0,536
	220—200	5+ (▲) 0,027	7 0,038	59 0,320	80+ 0,435	33+▲ 0,180	184	0,165
	>200	0 0,000	4+▲ 0,190	11+ 0,524	3 0,143	3+ 0,143	21	0,019
	Частота a_i	11	85	410	473	136	1115	
	$P(a_i)$	0,011	0,076	0,368	0,424	0,122		1,000

оказывают влияние и процессы, обуславливающие мощность тяжелого суглинка, в том числе его перераспределение по территории, связанное с неравномерными условиями его седиментации по элементам мезорельефа и экспозициям склонов.

Специфичные отношения между мощностью гумусовых горизонтов и абсолютными высотами территории (см. табл. 2) выявляют следующие закономерности: для уровней 260—240 м характерна мощность гумусовых горизонтов III—140 см, затем на более низких уровнях мощность их постепенно увеличивается, и на абсолютных высотах 220—200 м она максимальна и достигает 170 см и более. На уровнях 220 м и менее располагаются прибалочные и балочные склоны данной территории, углы наклона, поверхности которых (4° и более) обуславливают развитие эрозионных процессов. Этим объясняется появление второго центра распределения в пределах минимальных значений мощностей гумусовых горизонтов. На абсолютных отметках 200 м и ниже эрозионные процессы имеют преобладающее значение в формировании мощностей как тяжелого суглинка, так и гумусированной толщи, и специфичные отношения этих уровней выявляют их минимальные мощности (см. табл. 2, 5). Аналогичный характер распределения по абсолютным высотам наблюдается и у мощности тяжелого суглинка.

Таблица 3

Таблица «каналов связи» между мощностью гумусовых горизонтов (А) и рельефом (Р)

$K_{A/P}$	Элементы мезорельефа (фактор Р)	Мощность гумусовых горизонтов А, см					Частота	
		51—80	81—110	111—140	141—170	>170	b_j	$P(b_j)$
0,02	В	3 0,006	43+ 0,091	172 0,363	207+ 0,437	49 0,104	474	0,425
	ПВ	0 0,000	23 0,064	143+ 0,397	147 0,408	47+ 0,131	360	0,323
	ПБ	4+ (▲) 0,017	12 0,049	80 0,332	110 0,457	35+ 0,145	241	0,216
	Б	4+ 0,100	7+ 0,175	15+ 0,375	9 0,225	5+ 0,125	40	0,036
	Частота a_i $P(a_i)$	11 0,011	85 0,076	410 0,368	473 0,424	135 0,122	1115	1,000

Таблица 4

Таблица «каналов связи» между мощностью гумусовых горизонтов (А) и экспозицией (Э)

$K_{A/Э}$	Экспозиция (фактор Э)	Мощность гумусовых горизонтов А, см					Частота	
		51—80	81—110	111—140	141—170	>170	b_j	$P(b_j)$
0,012	Э	1+ 0,015	4 0,059	20 0,294	33+ 0,485	▲ 10+ 0,147	69	0,062
	СЭ	0 0,000	2 0,039	18 0,353	23+ 0,451	8+ 0,157	51	0,046
	С	3+ 0,016	9 0,027	63 0,341	86+ 0,465	28+ 0,151	185	0,166
	СВ	1 0,008	10+ 0,078	35 0,274	57 0,446	25+ 0,195	128	0,115
	В	1 0,005	+24 0,125	▲ 65 0,341	80 0,419	21 0,111	190	0,170
	ЮВ	1 0,008	14+ 0,110	▲ 48 0,378	52 0,410	12 0,095	127	0,114
	Ю	3+ 0,012	19 0,074	113+ 0,438	104 0,403	20 0,078	258	0,231
	ЮЭ	1+ 0,011	6 0,064	45+ 0,484	31 0,334	10 0,107	94	0,084
	б/э	0 0,000	1+ 0,077	3 0,231	7+ 0,539	2+ 0,154	13	0,012
	Частота $a_i/P(a_i)$	11 0,011	85 0,076	410 0,368	473 0,424	136 0,122	1115	1,000

Специфичные отношения между мощностью прогумусированной толщи и типами мезорельефа — водоразделом (В), приводораздельным (ПВ), прибалочным (ПБ) и балочным (Б) склонами показывают, что для мощностей гумусовых горизонтов на водоразделах характерна мощность в 111—140 см, при переходе к приводораздельным и прибалочным склонам мощность их постепенно увеличивается: на прибалочном склоне наблюдается второй центр распределения в области малых глубин, а на балочных склонах мощность резко уменьшается до минимальных значений, что полностью определяется указанным выше процессом эрозии (см. табл. 3). Такой же характер носит распределение мощностей тяжелого суглинка по элементам мезорельефа (см. табл. 5).

Таблица 5

Специфичные отношения состояний мощности тяжелого суглинка (М) и состояний определяющих их факторов

Коэффициент меры связи	Фактор	Состояние фактора	Мощность тяжелого суглинка, см (М)					
			<160	161—190	191—220	221—250	251—270	>270
$K_{M/B} = 0,070$	В	260—240 м		▲				
		240—220 м					▲	
		220—200 м	(▲)					▲
		<200 м	▲					
$K_{M/P} = 0,039$	Р	В				▲		
		ПВ				▲		
		ПБ	(▲)					▲
		Б	▲					
$K_{M/Э} = 0,028$	Э	З					▲	
		СЗ						▲
		С						▲
		СВ						▲
		В		▲				
		ЮВ					▲	
		Ю			▲			
		ЮЗ		▲				

Выявленное при помощи специфичных отношений распределение мощностей гумусовых горизонтов по абсолютным высотам и по типам мезорельефа не соответствует существующему представлению о приуроченности степени гумусированности почв к элементам мезорельефа, которое складывается в результате анализа колхозных почвенных карт десяти-тысячного масштаба, где самая большая мощность гумусовых горизонтов указана на водоразделах, а ниже по склонам отмечается та или

иная степень смывтости почв, приводящая к неизменному уменьшению мощности гумусированной толщи. Но нередко считают (Неуструев, 1930, и др.), что уменьшение мощности гумусовых горизонтов на склонах представляет собой первичное явление, связанное не с эрозией почв, а с аридизацией склонов, обусловленной стоком влаги с этих поверхностей. Изложенный материал о распределении мощности гумусовых горизонтов в целинной степи дает основание для вывода о главенствующей роли эрозионных процессов в определении мощности гумусовых горизонтов пахотных черноземов на различных элементах мезорельефа и таит в себе возможности разрешения вопроса об общем размахе процессов эрозии в лесостепной зоне Средне-Русской возвышенности за весь период ее земледельческого освоения.

Распределение мощностей гумусовых горизонтов по экспозициям также неравномерно: к склонам северной, северо-западной, северо-восточной и западной экспозиций приурочены максимальные мощности гумусовых горизонтов (см. табл. 4), которые постепенно уменьшаются на склонах южной, юго-западной и юго-восточной экспозиций; на склонах восточной экспозиции мощности гумусовых горизонтов минимальны. Такие же закономерности наблюдаются и в распределении мощностей тяжелого суглинка по экспозициям склонов (см. табл. 5). Исключение составляют склоны юго-восточной экспозиции. Вероятно, необходимо для этого случая провести серию дополнительных расчетов, которые либо уточняют положение специфичных отношений мощностей гумусовых горизонтов и мощности тяжелого суглинка, либо помогут разобраться в природе этого явления. Делать какие-либо выводы относительно распределений мощностей гумусовых горизонтов, в связи с распределением мощностей тяжелого суглинка по экспозициям склонов, мы воздержимся, так как этот вопрос требует дополнительных исследований и не может решаться однозначно.

По таблицам «каналов связи» была вычислена мера связи, выраженная коэффициентами эффективности передачи информации ($K_{\text{эпн}}$), показывающими долю информации, передающейся от фактора к изучаемому явлению (в нашем случае от факторов почвообразования к гумусированной толще) относительно максимального количества информации, которую мог бы передать фактор.

Рассмотренные коэффициенты эффективности передачи информации позволяют классифицировать рассмотренные факторы почвообразования по их значимости в процессах, определяющих формирование мощности гумусовых горизонтов, и расположить их в следующем порядке: мощность почвообразующего тяжелого суглинка, $K_{A/M} = 0,07$; абсолютные высоты территории, $K_{A/B} = 0,03$; типы мезорельефа, $K_{A/P} = 0,02$; экспонированность склонов, $K_{A/\text{Э}} = 0,012$, где: K — коэффициент эффективности передачи информации; A — мощность гумусовых горизонтов; M — мощность тяжелого суглинка; B — абсолютные высоты территории; P — тип мезорельефа; Э — экспозиция склонов.

Следует отметить, что специфика измерений мощности тяжелого суглинка (мощность тяжелого суглинка включает и мощность гумусовых горизонтов) создает определенную величину псевдокорреляции между мощностью тяжелого суглинка и гумусированной толщиной и завышает величину меры связи между ними. В приведенную оценку меры связи введены уточнения, исключающие влияние этой псевдокорреляции.

Величины коэффициентов эффективности передачи информации от абсолютной высоты и мезорельефа к гумусированной толще несколько завышены вследствие наличия косвенной связи между ними. При исключении влияния взаимозависимости этих факторов коэффициенты эффективности передачи информации оказываются близкими к соответствующему коэффициенту ЭПИ от экспозиции склонов к мощности гумусовых горизонтов.

Все изложенное, вместе с характером каналов связи (распределение направлений специфичности и величин информативности), позволяет предположить нелинейный характер взаимодействия аргументов. В соответствии с этим логическое высказывание, описывающее функциональную зависимость мощности гумусовых горизонтов от всех рассматриваемых факторов, будет иметь следующий вид:

$$A = M \boxtimes (B \boxtimes P \boxtimes \Xi).$$

Заметим, что скобками объединяются факторы с близкими значениями коэффициентов эффективности передачи информации.

Знак операции, приведенный в логическом высказывании по смыслу, соответствует операции умножения при решении функций с непрерывными аргументами, однако в дискретной форме решение получается на основе сопоставления порядковых номеров (классов) специфичных состояний явления A , соответствующих конкретным состояниям факторов в заданном сочетании. В общем виде можно записать, что

$$A = M \boxtimes B \boxtimes C \boxtimes \dots \boxtimes N = \frac{m_i + b_j + c_k \dots n_l}{n},$$

где $M, B, C \dots N$ — факторы; $m_i + b_j + c_k \dots n_l$ — порядковые номера состояний явления (классы), соответствующие состояниям факторов в заданном сочетании, а n — число факторов.

Таким образом, значение состояния функции в заданном сочетании при равной или близкой значимости факторов равно с точностью до целого среднему арифметическому из порядковых номеров состояний явления, соответствующих состояниям факторов в заданном сочетании. В случае неравной значимости факторов (различные величины коэффициентов эффективности передачи информации) при суммировании вводятся соответствующие коэффициенты. Так, в полученном нами выше логическом высказывании факторы, заключенные в скобки (высота, рельеф, экспозиция), имеют значимость примерно в три раза меньшую, чем фактор, стоящий перед скобками; поэтому три последние фактора при суммировании делятся на три.

Приведем пример решения логического высказывания.

Пусть задана мощность тяжелого суглинка 270 см и более, которой соответствует, согласно табл. 1, 5 класс мощности гумусового горизонта; абсолютная высота 260—240 м, которой соответствует (см. табл. 2) 2—3 класс (2,5); приводораздельный склон — 4 класс (см. табл. 3); восточная экспозиция — 2 класс мощности гумусового горизонта (см. табл. 4).

Тогда мощность гумусового горизонта определится в результате следующих операций:

$$A = \frac{5 + \frac{2,5 + 4 + 2}{3}}{2} \approx 4 \text{ класс},$$

$$A = 141—170 \text{ см}.$$

Аналогичным образом можно решить логическое высказывание для любой ситуации и довольно точно определить мощность гумусовых горизонтов целинных черноземов. Естественно, что этот прогноз не может быть применен для окультуренных почв, в то время как на целинных участках он обеспечивает более высокую достоверную экстраполяцию при картировании почвенного покрова, а также помогает вскрыть причины мозаичности почвенного покрова на данной территории. Приведенное логическое высказывание, отображая характер взаимодействия факторов почвообразования, позволяет построить эмпирическую модель формирования мощностей гумусовых горизонтов.

- Афанасьева Е. А. Черноземы Средне-Русской возвышенности. М., «Наука», 1966.
 Геуструев С. С. Элементы географии почв. М.— Л., Госсельхозиздат, 1930.
 Пузаченко Ю. Г., Мошкин А. В. Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях.— Итоги науки, серия мед. геогр, вып. 3. М., Изд. ВИНТИ, 1969.
 Фридланд В. М. О структуре почвенного покрова главных почвенных зон и подзон западной части Советского Союза.— Почвоведение, 1967, № 5.
 Целищева Л. К., Дайнеко Е. К. Очерк почв Стрелецкого участка Центрально-Черноземного заповедника.— Труды Центр.-Черноз. заповедника, вып. X. М., «Лесная промышленность», 1967.

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА КАК МЕТОД ПОЧВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИРОДНЫХ РЕГИОНОВ

И. А. Крупеников, Я. М. Годельман, А. М. Холмецкий

Традиционные почвенно-географические характеристики природных регионов условно делятся на три вида или части: 1) классификацию и систематическое описание почв; 2) закономерности их географического размещения и 3) экологические связи почв. Объективность первой части в большей степени подкреплялась количественными показателями (морфометрией почв, данными физических, химических и других анализов), чем двух других частей. Однако более полное количественное обоснование все три вида почвенно-географических характеристик и особенно второй, получили с применением математико-статистических понятий и методов. Это способствовало становлению до сих пор слабо развивавшегося направления в географии почв — учения о структуре или строении почвенного покрова (Фридланд, 1965; 1967; 1968).

Можно считать установленным, что метод определения структуры почвенного покрова уже сейчас, несмотря на его некоторую несовершенство, дает новые количественные географические характеристики и находит наиболее эффективное приложение в природно-почвенном районировании. Определение структуры почвенного покрова позволяет критически пересмотреть уже имеющиеся результаты районирования, уточнить их и дополнить, провести новое, разработать типологию районов. Решение этих вопросов осуществляется с помощью полевых исследований, лабораторных и картометрических анализов на основе следующих методических подходов:

- 1) выявление на ключевых участках педонов, элементарных почвенных ареалов и сочетаний, пространственной вариации свойств и показателей в господствующих почвах;
- 2) установление зависимости видов структур почвенного покрова от различных природных факторов;
- 3) выявление типов высотных и широтных сочетаний и комбинаций;
- 4) определение дробности, контрастности, сложности, неоднородности по элементарным почвенным ареалам и почвенным комбинациям;
- 5) классификация и выявление систем структур почвенного покрова, получение интегральных показателей неоднородности регионов, установление их границ.

Основываясь на указанных подходах, нами были получены соответствующие характеристики нескольких почвенно-географических райо-

нов, наиболее типичных для трех почвенных провинций, составляющих Прут-Днестровский регион. В данном случае почвенно-географическое районирование предшествовало определению структуры, поэтому полученные характеристики строения почвенного покрова были использованы для проверки объективности критериев выделения регионов и их количественного подкрепления. К таким показателям относятся: количество, коэффициент расчленения и средневзвешенные размеры элементарных ареалов и комбинаций почв; дробность, контрастность (по генетическому ряду, механическому составу, категориям смытости и намытости, по бонитету), индексы сложности, неоднородности структуры и др. Объектами картометрического анализа послужили почвенные карты крупного масштаба, отображающие размещение элементарных почвенных ареалов и почвенных комбинаций, карты среднего масштаба, составленные преимущественно по почвенным комбинациям, карты агропочвенных районов Молдавии (Крупеников, Урсу, Балтянский, Родина, 1964). Ниже сопоставляются характеристики структуры почвенного покрова по трем регионам — Центрально-молдавской лесной, Придунайской степной и Северомолдавской лесостепной почвенным провинциям.

В Центрально-молдавской лесной провинции, охватывающей эрозивно-аккумулятивную возвышенность, господствуют почвы лесного генезиса — автоморфные и гидроморфные бурые и серые лесные почвы (41,6% площади), черноземы оподзоленные и выщелоченные местами слабо смытые (18,7%) и смытые (15,9%). В Придунайской степной провинции со слабоволнистым равнинным рельефом преобладают черноземы мичеларного профиля — обыкновенные (36,4%) и карбонатные (16,5%), местами слабо смытые (26,8%).

Набор параметров по структуре почвенного покрова, с использованием крупномасштабных карт, показал, что по количеству основных компонентов Центрально-молдавская провинция как возвышенный расчлененный регион в 7—9 раз разнообразнее Придунайской провинции — равнинного слабо расчлененного региона. Средний размер ареалов простых и мало контрастных почвенных комбинаций, во многом совпадающих с элементарными почвенными ареалами, в целом для Молдавии близок к 90 га, для Центрально-молдавской провинции — к 30 га, для Придунайской — к 130 га. Возвышенный расчлененный регион в сравнении с равнинным имеет в 2—3 раза меньшую площадь, занятую контурами размером свыше 100 га. В Центрально-молдавской провинции дробность почвенного покрова достигает максимальных значений — индекс дробности равен 0,03, а в Придунайской — 0,01.

Как показали кривые зависимости средних величин коэффициентов расчленения от размеров контуров не смытых почв, у которых, естественно, более четко проявляются региональные особенности, степень расчлененности контуров значительно больше на возвышенностях. Показатели контрастности почвенного покрова, исчисленные по генетико-таксономическому ряду и механическому составу почв, по категориям смыва и намыва заметно различаются по сопоставляемым почвенным провинциям. Для Центрально-молдавской провинции индекс общей контрастности равен 59, а для Придунайской — 38. Максимальные значения контрастности почв по генетическому ряду для Центрально-молдавской провинции достигают в некоторых случаях 40—80%, для Придунайской лишь 10—30%. Средневзвешенные величины контрастности по генетическому ряду и механическому составу на возвышенности в 2—3 раза больше, чем на равнине Придунайской провинции.

Расчет контрастности выявляет интересную зависимость, практически неучитываемую при других методах исследования почвенного покрова. Так, наиболее высокие показатели контрастности, достигающие 100%, и наибольшая протяженность границ контуров — до 80—85%, свя-

заны с различиями почв по категориям смытости и намытости. При чем эта закономерность сохраняется во всех исследованных регионах. В то же время обнаруживается сходство почвенных структур эродированных земель разных агропочвенных районов. Это выявляется по отношению сильно смытых почв к средне смытым и слабо смытым, почти одинаковом для двух провинций (1:2:2,6), а также по одинаковой последовательности уменьшения размеров контуров от не смытых к сильно смытым.

Одним из наиболее интегральных показателей различия структур являются индексы неоднородности (Фридланд, 1967; Годельман, 1969) и их производные, представленные в табл. 1. Индексы неоднородности структуры почвенного покрова Придунайской степной провинции, наименьшие по абсолютной величине, приняты за единицу. Наиболее высокие индексы неоднородности как в целом по структуре, так и по структуре только не смытых почв свойственны Центральномолдавской лесной почвенной провинции. Возвращаясь к вопросу о влиянии соотношения смытых и намытых почв на характер структур почвенного покрова регионов, следует отметить, что эрозионные процессы, имеющие значительное развитие на территории Прут-Днестровского междуречья, заметно сnivelировали межрегиональные различия первично сформированных (в доагрикультурный период) почвенных структур. Например, если по индексу неоднородности структуры не смытых почв Центрально-молдавская провинция отличается от Придунайской в 21 раз, то по индексу неоднородности современной структуры почвенного покрова, измененного эрозией и намывом, различие провинций не превышает 5 (см. табл. 1).

Почвенные регионы, обладая существенными особенностями структур почвенного покрова, относятся в данном случае к неодинаковым классификационным категориям. В основу классификации структур, построенной на региональном материале, положены количественные показатели неоднородности. Однако принадлежность структур к таксономической категории на уровне типа определяется ландшафтными особенностями и собственно типом ландшафта: лесной, лесостепной и степной (см. табл. 1). Для дальнейшего подразделения типов почвенных структур на подтипы было учтено количество генетических подтипов почв и показатели контрастности. Наименования подтипов следующие: пестрые, контрастные, однотипные, однородные. По степени сложности подтипы структур почвенного покрова разделяются на виды: сильно расчлененные, средние расчлененные, умеренно расчлененные и слабо расчлененные. В обоснование этой классификации структур почвенного покрова Прут-Днестровского региона необходимо добавить, что пределы, степень и характер варьирования комплексов почвообразующих условий и почвенного покрова неодинаковы для подтиповых и видовых таксономических категорий. Подтипы структур почвенного покрова определяются пределами варьирования, а виды структур — частотой и характером пространственного варьирования указанных выше факторов.

В табл. 1 указано классификационное положение описываемых регионов по видам структур почвенного покрова. Центральномолдавская и Придунайская почвенные провинции различаются классификационно на всех таксономических уровнях. Северомолдавская почвенная провинция занимает промежуточное положение, что находит отражение и по количественным показателям неоднородности.

Одним из достоинств определения структуры как метода почвенно-географической характеристики является возможность фиксации антропогенных изменений в облике ландшафтов, почвенного покрова. Значение метода особенно возрастает при исследованиях регионов с древней земледельческой культурой или подвергающихся интенсивному сельскохозяйственному освоению. Метод позволит заметно повысить достовер-

ность прогноза ожидаемых изменений почвенного покрова и связанных с этим различных явлений. Однако в настоящее время это направление в изучении структуры почвенного покрова еще не получило должной разработки.

Предварительные исследования показали, что с помощью количественных характеристик структуры почвенного покрова можно выявить эволюцию и облик ландшафтно-типологических структур в доагрикультурный и современный периоды (Годельман, Крупеников, 1968). Например, отношение индексов неоднородности современной структуры

Таблица 1

Классификация и индексы неоднородности структуры почвенного покрова природно-почвенных регионов Молдавии

Провинция	Тип, подтип, вид структуры	Индексы неоднородности по категориям структур					Относительный индекс неоднородности *	
		структуры несмытых почв	структуры со смытыми почвами			в целом для провинции	по структурам несмытых почв	по всем категориям структур
			слабо	средне	сильно			
Центрально-молдавская	Лесной эрозионный, пестрый, сильно расчлененный	1,15	3,46	4,92	5,37	3,46	21,3	4,6
Северомолдавская	Лесостепной эрозионный, контрастный, средне расчлененный	0,35	2,27	8,10	7,84	1,93	6,5	2,5
Придунайская	Степной эрозионный, однородный, слабо расчлененный	0,054	1,36	2,53	4,22	0,76	1	1

* За единицу взяты значения соответствующих индексов Придунайской провинции.

почвенного покрова к индексам неоднородности доагрикультурной структуры составляет 3 для Центрально-молдавской провинции, 8 — для Северомолдавской и 14 — для Придунайской. Таким образом, видно, что наибольшие изменения претерпели ландшафты Придунайской провинции, структура почвенного покрова которой была в прошлом более однородной.

Хозяйственная деятельность человека, земледелие обусловили образование не только эрозионных, но и других существенно преобразованных «антропогенных» элементарных почвенных ареалов, комбинаций. По видам преобразования подобные почвы делятся на плантажированные, насыпные, террасированные, искусственно перерытые, намытые и многие другие. В отдельных колхозах, совхозах и лесхозах сильно преобразованные ареалы почв, включая только плантажированные и террасированные, занимают от 30 до 60% площади. Нередко интенсивному преобразованию подвергается только часть естественного почвенного ареала, а если учесть, что еще больше случаев, когда одни и те же ареалы постоянно неодинаково используются, тогда станет ясным заметное отличие естественной (или близкой к естественной) структуры от «антропогенной». Соответствующие расчеты свидетельствуют, что в некоторых почвенных районах Молдавии искусственная дробность почвенного покрова увеличилась на $\frac{1}{3}$ от естественной дробности. Например, в Северомолдавском лесостепном районе на 100 га приходится в среднем 1,7 естественных ареалов почвенных комбинаций и 2,5 — искусственных и постоянно неоднородно используемых. Такого рода

подсчеты дробности осуществляются при полевых исследованиях и картометрическом анализе материалов крупномасштабной съемки.

Упомянутая ранее некоторая несовершенство применяемого метода определения структур заключается, на наш взгляд, в том, что большинством исследователей картометрически изучается лишь проекция ареалов в горизонтальном плане, т. е. в двух измерениях. Однако уже доказана и количественно обоснована четкая закономерная смена почв с высотой не только для горных систем, но и для равнинных территорий (Крупеников, 1967), что вызывает необходимость изучения размещения почвенных ареалов в вертикальном плане — в третьем измерении. В различных аспектах, в том числе и прикладном, важно знать положение ареалов в трехмерном пространстве. В этом отношении новые количественные характеристики структур дает измерение положения или ориентировки почвенных ареалов и комбинаций над уровнем моря (абсолютная высота, пределы высотного вмещения и др.), относительно горизонта и сторон света (экспозиция, углы и азимуты падения и простираия) и др. Слабо исследуются в чисто физическом аспекте свойства почвенных ареалов, имеющих, как всякое природное образование, массу, объем, форму, энергию, скорость.

Таблица 2

Средние величины и пределы вертикального вмещения подтипов чернозема
($\frac{\text{средние}}{\text{пределы}}$, абс. высота в м)

Провинция	Выщелоченный	Типичный или ксерофитно-лесной	Обыкновенный	Карбонатный
Центрально-молдавская	$\frac{222}{180-260}$	$\frac{190}{160-220}$	$\frac{150}{120-180}$	$\frac{90}{40-140}$
Северомолдавская	$\frac{210}{180-240}$	$\frac{200}{180-220}$	$\frac{145}{110-180}$	$\frac{80}{55-110}$
Придунайская	$\frac{227}{190-270}$	$\frac{182}{120-240}$	$\frac{135}{80-240}$	$\frac{86}{10-180}$

В итоге можно отметить, что все это дает возможность разрабатывать область экологии почвенных ареалов, применять системный подход в познании структуры или строения почвенного покрова.

Исследования взаимосвязи таксономических подразделений почв, а также почвенных ареалов с количественными показателями высоты местности выявлялись нами при использовании соответствующих карт крупного и среднего масштабов и 15 почвенно-гипсометрических профилей. Данные обрабатывались математико-статистическими методами, часть их представлена в табл. 2. Относительно меньшая достоверность, отражающая большую разбросанность почвенных ареалов, установлена для черноземов карбонатных, где коэффициент вариации в 1,5—2 раза больше, чем для других подтипов, и составляет 30%. Уровни вертикального вмещения или ярусов почв в разных провинциях отличаются средними показателями (ось высотного пояса или яруса), нижними и верхними пределами. В Северомолдавской и Центрально-молдавской провинциях почвенные ареалы более локализованы по ярусам, нежели в Придунайской. В первых двух провинциях средний размах высотного вмещения почв составляет 75—56 м, в Придунайской — 132 м. В Северомолдавской почвенной провинции средние пределы высотного вмещения

ареалов лесных почв составляют для светло-серых 300—280 м, для серых — 280—247 м и темно-серых — 247—237 м абс. высоты. Как правило, в средних пределах высотного вмещения каждого подтипа встречается более 50% его почвенных ареалов, остальную площадь занимают ареалы смежных подтипов.

При сопряженном исследовании карт крупного, среднего и мелкого масштабов появляется возможность определения структурных характеристик генетико-таксономических категорий — классов, рядов, типов, подтипов и т. д. Нами была осуществлена такая попытка для классификационных групп почв внутри почвенно-географических регионов.

Материалами исследования послужили среднемасштабные почвенные карты, где почвенные контуры подверглись незначительной генерализации с сохранением в большинстве случаев содержания исходных крупномасштабных карт. В Северомолдавской почвенной провинции чернозем представлен 70 контурами, обособленными контактированием с иными типами почв: серыми лесными автоморфными и гидроморфными пойменными. Подобные контуры-выделы можно условно именовать элементарно-типовыми или типовыми. Средний размер 70 типовых ареалов равен 1100 га, при пределах от 5 до 30 000 га. В Придунайской провинции типовые ареалы чернозема, обособляясь почти повсеместно пойменными почвами, имеют средний размер, равный 60 000 га. В Северомолдавской провинции типовые ареалы состоят в среднем из 9 подтиповых и 39 элементарных, а в Придунайской — из 2,5 подтиповых и 18 элементарных. В таксономическо-структурном отношении подразделение типового ареала на более простые весьма неравномерное. Нередко типовой ареал представлен низшей единицей — одним элементарным почвенным ареалом или видовым. Как правило, разновидности чернозема относятся к одному виду и роду, поэтому подтиповые ареалы не дробятся на родовые и видовые. Все три категории пространственно совмещаются.

Суммируя в теоретическом плане материалы по Молдавской ССР и имея в виду исследования, проведенные в других местах, мы считаем возможным дать общую оценку анализу структур почвенного покрова в системе характеристик любых природных регионов:

1. Анализ структур вскрывает многие особенности почвенного покрова, которые не выявляются другими методами. Использование метода имеет особое значение для районов с сильно измененным земледельческим ландшафтом, лишенным естественной растительности, так как является наиболее рациональным и точным при определении ландшафтно-типологической структуры территории, природно-почвенных районов, типов земель и др.

2. Метод позволяет устанавливать эволюцию структур почвенного покрова в агрикультурный период, реконструировать доагрикультурный ландшафт, сопоставлять структуры любых природных регионов, устанавливая точность картографирования и масштаб съемки, объективность выделяемых границ природных регионов и др. При этом обнаруживается и количественно фиксируется зависимость и изменение структур от различных факторов и процессов: рельефа, высоты местности, геологического строения, возраста местности и генезиса почв, вторичного засоления, заболачивания, осушения, эрозии и др. (Фридланд, 1965; 1967; 1968; Строганова, 1969; Волощук, Годельман, Махлин, Родина, Холмецкий, 1969; Юодис, 1967, и др.).

3. Выявление структуры не может ограничиваться рамками исследований на уровне элементарных почвенных ареалов. Равноправными объектами изучения являются ареалы почвенных сочетаний и комбинаций, представленные на картах среднего и мелкого масштабов. Вполне осуществимо в этом плане изучение и сопоставление структур регионов, стран и континентов по имеющимся картографическим материалам, да-

же при условии неполной идентичности последних по классификации почв и принципам генерализации почвенных контуров.

4. Выявление систем структур, подобных «генетическим парам» подтипов, а также более сложных, изучение экологии ареалов открывает некоторые новые перспективы перед географией почв и дает объединяющую основу классификации, географии и экологии почв как комплексному и системному методу почвенно-географической характеристики природных регионов.

ЛИТЕРАТУРА

- Волощук М. Д., Годельман Я. М., Махлин Т. Б., Родина А. К., Хольмецкий А. М. Применение статистического анализа в почвенной картографии.— Крупномасштабная картография почв СССР, сб. докладов на Всесоюз. науч.-произв. конференции по методике крупномасштабной картографии почв. 23—27 сентября 1968 г., Кишинев. Типография сельхозинститута им. М. В. Фрунзе, 1969.
- Годельман Я. М. Структура почвенного покрова и пути ее математического определения.— В сб.: Вопросы исследования и использования почв Молдавии, сб. 5. Кишинев, 1969.
- Годельман Я. М., Крупеников И. А. Структура почвенного покрова как один из показателей облика ландшафта степей.— Материалы межвузовского симпозиума «Изучение природы степи». Одесса, 1968.
- Крупеников И. А., Урсу А. Ф., Балтянский Д. М., Родина А. К. Агropочвенное районирование Молдавской ССР. Кишинев, 1964.
- Крупеников И. А. Черноземы Молдавии. Кишинев, 1967.
- Строганова М. Н. К характеристике почвенного покрова дельты Терека.— Науч. докл. высшей школы, Биол. науки, 1969, № 3.
- Фридланд В. М. О структуре (строении) почвенного покрова.— Почвоведение, 1965, № 4.
- Фридланд В. М. О структуре почвенного покрова главных почвенных зон и подзон западной части Советского Союза.— Почвоведение, 1967, № 5.
- Фридланд В. М. Изображение почвенного покрова на картах и пути прогноза его изменений.— В кн.: Картографирование динамики географических явлений и составление прогнозных карт. Иркутск, 1968.
- Юудис Ю. К. О структуре почвенного покрова Литовской ССР.— Почвоведение, 1967, № 11.

МАКЕТ ПЕРФОКАРТЫ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ПОЧВЕННЫХ КОМБИНАЦИЙ И СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

В. М. Фридланд, Л. П. Ильина

При составлении почвенной карты Клинского района Московской области методом изображения структур почвенного покрова¹ была разработана информационно-поисковая система (ИПС). Она предназначена для сбора, хранения и быстрого поиска информации о комбинациях почв района. ИПС позволяет в разных аспектах изучать вопросы структуры почвенного покрова, устанавливать взаимосвязи между характером структуры почвенного покрова и почвообразующими факторами. Эта же система может быть использована для сбора сведений о структуре почвенного покрова при полевых исследованиях и из литературных источников.

Объектом информации является выделенная на карте хозяйства структура почвенного покрова (один контур на районной карте) или выделенный при полевом исследовании вид комбинации. На нее заводится одна перфокарта типа К-5 с двурядной краевой перфорацией.

¹ См. статью Л. П. Ильиной в настоящем сборнике.

На свободное поле карты, на лицевую сторону, заносятся все сведения о выделенной структуре: почвы, образующие данную структуру; количественно-морфологическая характеристика структуры в целом и элементарных почвенных ареалов, ее образующих — площади ЭПА; процентное соотношение компонентов, сложность и контрастность почвенного покрова, характер границ, форма ЭПА (рис. 1).

На оборотную сторону перфокарты (рис. 2) наносятся сведения о природе территории, на которой выделена структура: данные о факторах почвообразования — рельефе, растительности, угодьях и почвообразующих породах; о почвенно-географическом положении территории и ряд дополнительных сведений, касающихся административного положения территории, года исследования, источника информации и т. д.

Составлен перечень поисковых признаков, среди которых выделено 27 групп (табл. 1). Поскольку число признаков, необходимых для поиска, было больше числа отверстий на перфокарте, использовалось прямое и комбинированное кодирование.

При помощи прямого кода были обозначены все параллельные признаки и часть взаимоисключающих. Основная масса взаимоисключающих признаков была закодирована десятичным комбинационным суммирующим ключом 7-4-2-1.

Признаки размещены на карте следующим образом. Верхний край карты отведен под показатели, дающие представление о характере выделенной структуры в целом.

Слева на верхнем краю карты кодируется название почвы, занимающей наибольшую площадь в комбинации. Отдельно закодированы типы, подтипы или роды и виды почвы. Для кодирования типа, рода или подтипа почв был применен комбинационный десятичный суммирующий ключ. В информационно-поисковую систему были включены лишь те типы почв, которые входят в состав почвенного покрова Московской области:

1. Подзолистые, 2. Дерново-подзолистые, 3. Дерново-литогенные (перегнойные), 4. Болотно-подзолистые, 5. Дерново-карбонатные, 6. Дерново-глеевые, 7. Серые лесные, 8. Серые лесные глеевые, 9. Черноземы, 10. Болотные верховые и переходные, 11. Болотные низинные, 12. Аллювиальные дерновые, 13. Аллювиальные заболоченные.

Оставшийся большой резерв отверстий позволит при необходимости присоединить сюда типы почв, встречающиеся на соседних территориях.

Четыре позиции были отделены для кодирования подтипов и родов почв. Нами были закодированы следующие подтипы и роды подзолистых и дерново-подзолистых почв:

1. Обычные, 2. Иллювиально-гумусово-железистые, 3. Контактно-глееватые, 4. Поверхностно-глееватые, 5. Грунтово-глееватые и следующие подтипы и виды болотно-подзолистых почв:

1. Подзолистые глееватые, 2. Подзолисто-глеевые, 3. Дерново-подзолисто-сильноглееватые, 4. Дерново-подзолисто-глеевые, 5. Торфянисто-подзолисто-глееватые, 6. Торфянисто-подзолисто-глеевые, 7. Торфяно-подзолисто-глеевые, 8. Перегнойно-подзолисто-глеевые, 9. Торфянисто-подзолисто-иллювиально-гумусово-железистые глееватые, 10. Торфяно-подзолисто-иллювиально-гумусово-железистые глеевые.

Для подзолистых, дерново-подзолистых и болотно-подзолистых почв были закодированы следующие виды почв по глубине оподзоливания:

1. Поверхностно-подзолистые (слабоподзолистые) ($A_1 + A_2 < 6$ см).
2. Мелкоподзолистые (среднеподзолистые) ($A_1 + A_2 = 6—20$ см).
3. Глубокоподзолистые (сильноподзолистые) ($A_1 + A_2 = 21—30$ см).
4. Глубокоподзолистые ($A_1 + A_2 > 30$ см).

Поиск определенного вида почвы может быть осуществлен лишь после нахождения типа и подтипа, так же как поиск определенного подтипа почвы должен вестись лишь после нахождения типа.

[illegible]

Рис. 1. Лицевая сторона перфокарты

Далее на 8 позициях (2 поля при коде 7-4-2-1) кодируется номер легенды карты (или номер вида комбинации, выделенной при полевом обследовании).

Следующими тремя позициями отмечены процессы, определяющие дифференциацию почвенного покрова. В условиях Московской области такими процессами могут быть:

1. Выщелачивание, 2. Дерновый, 3. Подзолистый, 4. Болотный, 5. Плоскостная эрозия, 6. Линейная эрозия.

Поскольку дифференциация почвенного покрова может быть обусловлена двумя и более названными процессами, то они, как параллельные признаки, кодируются прямым ключом с применением щелевого выреза между отверстиями.

Компонентная дифференциация почвенного покрова делит все комбинации на четыре группы:

1. Сильно дифференцированные — ни один из компонентов не занимает более 50% площади комбинации (или структуры).

2. Средне дифференцированные — один из компонентов занимает от 50 до 75% площади комбинации (или структуры).

3. Умеренно дифференцированные — один из компонентов занимает от 75 до 90% площади комбинации (или структуры).

4. Слабо дифференцированные — один из компонентов занимает более 90% площади комбинации (или структуры).

Для этого признака отведены две позиции, кодирование ведется прямым ключом.

Правая сторона верхнего поля отводится под наиболее важные показатели, характеризующие структуру с точки зрения ее классификационного положения и общего строения (рисунка). Три позиции характеризуют тип комбинации:

1. Комплексы, 2. Пятнистости, 3. Сочетания, 4. Вариации, 5. Мозаики, 6. Тип комбинации не выяснен.

Кодирование производится неполным ключом 7-4-2-1.

Далее две позиции определяют строение комбинации.

Простая комбинация (образована ЭПА) — нет выреза или сложная комбинация (образована сочетанием ЭПА и микрокомбинации, или сочетанием микрокомбинаций и т. д.) — мелкий вырез; фонообразующий компонент имеется — мелкий вырез, фонообразующего компонента нет — выреза нет.

На левый край карты вынесены признаки, характеризующие структуру количественно.

Это прежде всего величина элементарных почвенных ареалов, которая, как известно, колеблется в очень широких пределах — от 1—2 м² до нескольких сотен и даже тысяч гектар. В одной и той же структуре могут встречаться ЭПА различных размеров, поэтому этот признак кодируется прямым кодом с использованием щелевого выреза:

1. Меньше 10 м², 2. 10—100 м², 3. 101—10 000 м², 4. 1,1—10 га, 5. 10,1—100 га, 6. >100 га.

Форма ЭПА представляет собой важную его характеристику. Условно по форме они могут быть разделены на 4 группы:

1. Округлые, 2. Выпуклые (овальные), 3. Линейные, 4. Лопастные.

Этот признак кодируется прямым ключом.

Наиболее важными характеристиками почвенного покрова являются его контрастность и сложность.

Контрастность почвенного покрова определена через ведущие свойства почв¹: оподзоленность, увлажнение (оглеение), эродированность, механический состав почвообразующих пород и торфянистость. Конт-

¹ См. статью Л. П. Ильиной в настоящем сборнике.

растность по оподзоленности может быть равна 0 (мелкий вырез) или 1 баллу (нет выреза).

По степени увлажнения и механическому составу почвообразующих пород она может изменяться от 0 до 5 баллов. Эти признаки закодированы неполным ключом 7-4-2-1.

По эродированности контрастность может быть равна 0,2 и 5 баллам. Кодирование произведено прямым ключом.

По степени общей суммарной контрастности почвенный покров комбинации подразделяется на следующие группы:

1. Не контрастный $K < 1,0$, 2. Слабо контрастный $K = 1,0—3,0$, 3. Средне контрастный $K = 3,1—5,0$, 4. Сильно контрастный $K = 5,1—7,0$, 5. Крайне контрастный $K > 7,0$.

Этот признак кодируется неполным десятичным суммирующим ключом 7-4-2-1.

Комбинации почвенного покрова Клинского района по сложности четко делятся на две группы: сочетания и вариации, сложность которых изменяется от 1,0... до 9,0, и комплексы и пятнистости, сложность которых изменяется от 100 000 до 1 000 000 и более. В соответствии с этим для кодирования приняты следующие градации:

Сложность для сочетаний и вариаций	Сложность для комплексов и пятнистостей
1. 0—2,0	5. <100 000
2. 2,1—4,0	6. >100 000
3. 4,1—6,0	
4. 6,1—9,0	

Кодирование проведено неполным десятичным ключом 7-4-2-1.

На нижнем крае перфокарты кодируются признаки, характеризующие почвенно-географическое положение структуры и почвообразующие факторы. Ключ 7-4-2-1 дает возможность закодировать 10 почвенно-географических округов и 10 почвенно-географических районов в каждом округе.

Следующие типы рельефа были закодированы ключом 7-4-2-1:

1. Озерно-ледниковая равнина, 2. Зандровая равнина, 3. Моренная равнина, слабо расчлененная эрозией, 4. Моренная равнина средне и сильно расчлененная эрозией, 5. Моренно-холмистая территория, 6. Поймы.

Формы мезорельефа закодированы прямым ключом:

1. Нерасчлененные террасы, 2. I надпойменная терраса, 3. II, III, IV террасы, 4. Водораздельная поверхность, 5. Склон приводораздельный, 6. Склон прибалочный, 7. Балка, овраг, 8. Озерная котловина, 9. Карстовые формы, 10. Западины (карстово-суффозионные), 11. Моренные холмы, 12. Ложбины, 13 и 14. Резерв.

Почвообразующие породы кодируются прямым ключом:

1. Покровные суглинки, 2. Покровные суглинки, подстилаемые мореной, 3. Морена супесчаная, 4. Морена суглинистая, 5. Карбонатная морена, 6. Водно-ледниковые и аллювиальные супеси, 7. Водно-ледниковые и аллювиальные пески, 8. Водно-ледниковые и аллювиальные супеси и пески, подстилаемые мореной, 9. Делювиальные суглинки, 10. Современные аллювиальные отложения.

Механический состав почв также кодируется прямым ключом:

1. Песчаные, 2. Супесчаные, 3. Легкосуглинистые, 4. Среднесуглинистые, 5. Тяжелосуглинистые и глинистые, 6. Иловатые и торфяные.

Последние четыре позиции на нижней стороне отведены угольям и растительности:

1. Пашня, 2. Пастбище, сенокос (залежь, целина), 3. Сосновый лес, 4. Еловый, 5. Березовый, 6. Смешанный, 7. Широколиственный, 8. Болото.

Кодирование проведено прямым ключом.

На правом краю карты закодированы десятичным суммирующим ключом 7-4-2-1 общий номер контура на карте и положение выделенной структуры в административном делении территории.

Важным показателем характера комбинации является число почвенных компонентов, образующих ее. Под этот показатель отводится три позиции, и он кодируется прямым кодом.

Использование перфокарт при изучении структуры почвенного покрова и составлении почвенной карты методом изображения структур дает возможность не только проводить поиск по любому из перечисленных выше признаков для последующей обработки материала, но также и проводить анализ корреляции свойств почвенного покрова (как комбинации в целом, так и отдельных ее компонентов) с факторами почвообразования и связей свойств ЭПА и контуров внутри структуры.

В заключение приведем сводную таблицу поисковых признаков.

Перечень групп кодируемых (поисковых) признаков для перфокартной системы, используемой при изучении структуры почвенного покрова

Группа признаков	Число пар отверстий, отведенных для кодирования	Способ кодирования
Почвы, занимающие наибольшую площадь в комбинации		
Тип	6	Ключ 7-4-2-1
Подтипы и роды	4	Ключ 7-4-2-1
Вид	2	Прямой ключ
Номер комбинации в легенде	8	Ключ 7-4-2-1
Процесс, определяющий дифференциацию	3	Прямой ключ
Компонентная дифференциация комбинации	2	Прямой ключ
Тип комбинации	3	Ключ 7-4-2-1
Комбинации простые — сложные	1	Прямой ключ
Комбинации с фоном — без фона	1	Прямой ключ
Число компонентов в комбинации	3	Ключ 7-4-2-1
Форма элементарных ареалов	2	Прямой ключ
Величина элементарных ареалов	3	Прямой ключ
Номер контура на карте	7	Ключ 7-4-2-1
Административный район	6	Ключ 7-4-2-1
Угодья	4	Прямой ключ
Механический состав почв	3	Прямой ключ
Почвообразующие породы	5	Прямой ключ
Тип рельефа	3	Ключ 7-4-2-1
Формы мезорельефа	7	Прямой ключ
Почвенно-географические округа	4	Ключ 7-4-2-1
Почвенно-географические районы	4	Ключ 7-4-2-1
Сложность почвенного покрова	3	Ключ 7-4-2-1
Общая степень контрастности	3	Ключ 7-4-2-1
Контрастность по оподзоленности	1	Прямой ключ
Контрастность по увлажнению	3	Ключ 7-4-2-1
Контрастность по механическому составу почвообразующих пород	3	Ключ 7-4-2-1
Контрастность по эродированности	2	Прямой ключ

ОПЫТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТИПОЛОГИИ ЗЕМЕЛЬ НА УКРАИНЕ

*Г. А. Андрущенко, Н. М. Бреус, Н. Б. Вернандер,
Г. С. Гринь, В. Д. Кисель, Н. К. Крупский, В. М. Тищенко*

Почвенная карта любого масштаба, отражая распространение почв на той или иной территории, уже сама по себе может служить основой для решения целого ряда практических вопросов повышения продуктивности земель.

Однако следует признать, что почвенные карты и объяснительные тексты к ним нередко еще слабо используются, так как обилие почвенных видов зачастую не дает возможности «сообразовать технические приемы земледелия с тонкими различиями отдельных почвенных разновидностей, выделенных на почвенных картах» (Левицкий, 1914, стр. 18).

В большей мере эти материалы используются проектными организациями, а также научно-исследовательскими и учебными учреждениями.

К сожалению, почвенные карты и сопровождающие их материалы нередко мало отвечают запросам практики, не рассматривая почвы с производственных позиций.

Почвоведы искали и ищут пути повышения практической значимости почвенных карт и более широкого их использования.

Огромные масштабы почвенных исследований, в том числе и особенно территориальных, проведенных в нашей стране после Октябрьской революции, были вызваны главным образом нуждами организации сельскохозяйственного производства на новой плановой основе. Как известно, эти исследования особенно широким фронтом развернулись в нашей стране в послевоенный период.

В ряде союзных республик, например на Украине, в Эстонии, Литве, Латвии, Грузии, Узбекистане и др., уже завершено крупномасштабное почвенное обследование, предпринятое в первую очередь с целью удовлетворения нужд сельскохозяйственного производства — для осуществления эффективной дифференцированной системы мероприятий по повышению производительности земледельческой территории.

Эта задача сделала необходимой всемерную агрономизацию почвенных материалов, что в свою очередь оказалось возможным лишь при комплексном подходе к их составлению.

Крупномасштабное почвенное обследование 1957—1961 гг. на Украине как по организации (в почвенных партиях наряду с почвоведом работали агрономы, луговоды, землеустроители), так и по программе исследований и создаваемых материалов было по существу комплексным.

Основу этих материалов составляют почвенные планы хозяйств масштабов 1:10 000 и 1:25 000. На них обычно выделялись 10—25, а иногда и более почвенных видов, количество почвенных контуров достигает обычно нескольких сотен, а иногда даже и тысяч.

С целью повышения доступности этих планов и вообще почвенных материалов для работников сельского хозяйства была специально создана агропроизводственная группировка почв, с помощью которой все многообразие почвенных видов, отображенных на почвенных картах (634 генетических почвенных вида и около 2000 почвенных разновидностей по республике в целом), представлено небольшим числом агропочвенных групп (178).

Ареалы агропочвенных групп в хозяйствах и районах составили содержание специальных картограмм.

Для хозяйств, на территории которых насчитывается более 15—20% смытых почв, составлялась картограмма эродированных земель и реко-

мендаций по борьбе с эрозией. На ней выделены группы земель разной степени эродированности, отличных условий залегания, различного плодородия, нуждающихся в разных средствах противэрозионной защиты и разном использовании.

Для правильного применения удобрений и химической мелиорации составлялась картограмма химизации почв и внесения удобрений. На ней выделялись агрохимические группы почв по уровню их обеспеченности азотом, фосфором и калием. Выделены на ней также почвы, нуждающиеся в известковании и гипсовании. В сопровождающих эти картограммы рекомендациях учитывались биологические особенности культур и условия их выращивания.

Все перечисленные выше материалы были синтезированы в картограмме рационального использования земель и улучшения естественных кормовых угодий. На ней показаны земли по степени их пригодности под те или иные виды угодий и севообороты — полевые, кормовые, технические и овощные, а также рекомендуемые мелиоративные объекты.

Таким образом, эта картограмма призвана оказать конкретную помощь в деле эффективной организации земледельческой территории.

Но в конечном итоге названные выше картограммы интерпретируют почвенный покров хозяйств все же с точки зрения какого-либо одного «специализированного» практического вопроса: организации территории, мелиораций, удобрений, защиты от эрозии и т. д.

Упомянутые выше работы были выполнены для всей территории Украины, а почвенные карты и планы с вспомогательными картограммами были вручены всем колхозам и совхозам для применения конкретной системы мероприятий по использованию земель и ухода за ними.

Наряду с этим были предприняты шаги в направлении анализа структуры почвенного покрова, в частности представляющих его агропроизводственных групп. Эти работы подтвердили правильность выделения агропроизводственных групп, а также конкретного их систематического списка по Республике.

Однако, как показала практика, агропроизводственные группы не удовлетворяют всем требованиям производства, ибо не учитывают всей совокупности природных — экологических показателей, характеризующих группу как объект производственного использования. Картограмма агропроизводственных групп почв представляет собой в сущности агрономически генерализованную почвенную карту.

Уже давно назрела необходимость комплексной характеристики земледельческой территории, учитывающей по возможности всю совокупность природных показателей. В сущности такой комплексный принцип характеристики земледельческой территории в довоенные годы был предложен и разработан Л. Г. Раменским (1938) и его учениками. К сожалению, этот метод не получил надлежащего развития и применения, хотя ему был посвящен ряд опытных разработок. В дальнейшем в комплексных исследованиях земель наметились два основных направления (метода).

1. Метод составления сельскохозяйственных крупномасштабных карт существующего использования земель и анализа их вместе с картами природных условий с целью создания комплексной характеристики сельскохозяйственной территории.

В настоящее время он разработан группой специалистов Географического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова и широко применен ими в ряде зон и областей Союза.

Эта методика частично разрабатывалась и на материалах Украины — Днепропетровской, Станиславской, Львовской и других областей (Горбунова, Гришина, 1961; Зворыкин, Гришина, Осетрова, 1963).

Этот метод весьма сложен и трудоемок, требует больших средств.

2. Второй метод основывается на учете (синтезе) уже существующих (или создаваемых) материалов крупномасштабного почвенного обследования, а также ряда других характеристик территории — геоморфологических, геологических, геоботанических, климатических и др., данных урожайности сельскохозяйственных культур и естественных кормовых угодий, опытных данных и т. д. В своей совокупности они позволяют создать более цельное представление о сельскохозяйственных особенностях и возможностях территории.

Этот метод предложен и разработан в 1960—1963 гг. лабораторией почвенного покрова Украинского научно-исследовательского института почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского (Гринь, Тищенко, Бреус, 1963; Гринь, Крупский, 1964) и уже применен в широких масштабах при обработке материалов крупномасштабного почвенного обследования на Украине.

Его главным требованием является учет по возможности всего комплекса важнейших в агропроизводственном отношении природных показателей земледельческой территории — почв, рельефа, почвообразующих и подстилающих пород, условий увлажнения и т. д.

В основу этого метода положена новая первичная таксономическая единица — сельскохозяйственный тип земли.

Это достаточно индивидуализированный в природном отношении четко оконтуренный на местности участок территории, характеризующийся определенным (свойственным лишь ему) комплексом наиважнейших в агропроизводственном отношении природных показателей, совокупность которых определяет собой возможные виды его использования, возможный уровень его продуктивности, более или менее однородный наиболее целесообразный комплекс мероприятий по повышению этого уровня и, наконец, условия агротехнического и мелиоративного воздействия на него.

Это определение сельскохозяйственного типа земли, во-первых, четко целенаправленно (оно строго производственное), во-вторых, — последовательно комплексное, так как основывается на учете совокупности важнейших агропроизводственных показателей земледельческой территории.

Тип земли — понятие более широкое, чем понятие почва или агропроизводственная группа почв, так как при его выделении учитывается ряд иных природных показателей, важных в агропроизводственном отношении. Именно это нужно земледельцу, имеющему дело с совокупностью природных показателей, т. е. с землей в целом.

В Украинской ССР в соответствии с разработанной методикой составлены соответствующие картограммы сельскохозяйственных типов земель и агропочвенного районирования всех административных районов, а также хозяйств республики.

Эти картограммы как результат дальнейшей генерализации материалов крупномасштабного почвенного обследования практически должны «впитать в себя» не только почти все почвенные материалы, разрабатываемые для хозяйств (почвенные планы и составляемые на их основе картограммы), но также ряд вспомогательных данных, в том числе и по уровню плодородия почв, геоморфологические данные и т. д.

В настоящее время для всей территории Украины разработаны конкретная единая номенклатура и систематический список сельскохозяйственных типов земель (Андрущенко и др., 1964). Сельскохозяйственные типы земель выделяются в природно-климатических зонах, подзонах и частично даже в отдельных провинциях УССР: для Полесья (авторы Н. Б. Вернандер, Н. М. Бреус), Лесостепи (Г. С. Гринь), Западной Лесостепи (А. И. Гуменюк), Степи (В. Д. Кисель), Донбасса (В. М. Тищенко), Карпат, с сопредельными территориями (Г. А. Андру-

щенко). Она принята Министерством сельского хозяйства УССР в качестве основы для хозяйственного учета и кадастра земель и, кстати сказать, уже сегодня широко внедряется в практику экспедициями «Укрземпроект».

Природных факторов, определяющих условия земледелия и продуктивность сельскохозяйственных угодий, много, роль их весьма различна и неодинакова в разных типах местности. Все они в той или иной мере отражаются на сельскохозяйственном облике земли. Но для упрощения методики типологии земель необходимо учитывать важнейшие из них, именно те, которые показывают особенно большое влияние на продуктивность земли и на условия хозяйствования на ней.

Они хорошо известны: климат, рельеф, почвы, условия поверхностного и грунтового увлажнения, литология и характер почвообразующих пород, культурное состояние.

Относительная роль их сильно варьирует в различных природных зонах, в связи с этим они по-разному должны учитываться при типологии земель.

Некоторые из них не всегда могут быть учтены, так, например, из-за отсутствия данных сильно затруднена микроклиматическая характеристика конкретных «мезоучастков» — ареалов тех или иных типов земель.

Значение почвенного покрова в сельскохозяйственной типологии земель совершенно очевидно и не нуждается в пояснениях. Отметим, что в нашей разработке типологии земель он представлен агропроизводственными почвенными группами, или же при мелкой пятнистости — почвенными комплексами. Во многих случаях группы сильно укрупнены. Главное внимание при этом уделяется оценке возможной продуктивности, возможному наилучшему виду сельскохозяйственного использования и, наконец, специфике плодородия.

Особенного внимания заслуживает геоморфология, ибо она характеризует рельеф. Последний рассматривается не только как условие почвообразования, но и условие произрастания сельскохозяйственных культур, а самое главное — оценивается преимущественно с точки зрения возможности земледельческого использования того или иного участка.

Велика также роль почвообразующих и подстилающих пород (особенно их литология). В ряде случаев (например, в Донбассе) этот фактор подавляет даже значение собственно почвы, почти нацело определяя виды возможного использования земель, подбор насаждений и т. д.

Значительна также и роль условий поверхностного и грунтового увлажнения, а в связи с этим и степени дренированности. Этот фактор имеет особенно большое значение в Полесье и вообще на пониженных или мало дренированных территориях — в поймах, на речных террасах и т. п.

Относительное значение и роль перечисленных выше факторов различны в разных условиях и довольно сильно варьируют в разных зонах.

Так, например, в Полесье на первое место выдвигается не столько генетический тип почвы, сколько механический состав почв и почвообразующих пород, а также условия поверхностного и грунтового увлажнения (огромную роль играет степень дренированности местности).

В Лесостепи, в связи с более однородным покровом почвообразующих пород, роль механического состава почво-грунтов менее значительна, здесь на первое место выступают почва и рельеф.

В Донбассе почти равноправное значение приобретают три показателя: почвенный покров, литология вместе с характером и глубиной залегания почвообразующих и коренных пород и условия рельефа. Здесь

решающую роль часто играет литологический фактор, в частности, связанные с неглубоко залегающими породами щебнистость и каменистость почв.

При выделении сельскохозяйственных типов земель Степи учитывают характер почвенного покрова, его комплексность, повреждение эрозией (водной и ветровой), рельеф, условия поверхностного и грунтового увлажнения — глубина залегания и качество подпочвенных вод, свойства почвообразующих и подстилающих пород и др.

В горных зонах особенно важным являются рельеф, глубина залегания и состав коренных пород, каменистость почвы и подпочвы и др.

И все же основной составной частью каждого типа земли несомненно является структура почвенного покрова. Каждому типу земли присущи определенные почвенные сочетания, «свой» тип почвенного покрова.

Почва — среда для растения. Но, помимо этого, в ее строении и свойствах фиксируются и отображаются особенности всех иных природных условий, которые характеризуют данный вид земли и ее плодородие.

В конечном итоге все эти природные и производственные показатели интегрируются одним главным показателем — видом возможного, наиболее продуктивного использования земель, т. е. в сущности видом угодия в широком (полном) смысле этого слова.

Сельскохозяйственная типология земель дает более полное и разностороннее представление о земледельческой территории по сравнению с почвенными планами. Она сильно сокращает общее количество таксономических единиц, а следовательно, и контуров, выделяемых в пределах хозяйства, района, области, но, самое главное, предусматривает при этом агрономическое толкование таких материалов.

Это упрощает почвенные материалы и способствует лучшему их пониманию в хозяйствах и районах, а следовательно, и лучшему использованию в практике.

Достаточно сказать, что в целом на Украине выделено 217 типов земель, а почвенных генетических видов — 634.

В пределах типа земель нередко возможно выделение двух-трех (реже четырех) подтипов, которые, сохраняя присущий данному типу общий комплекс природных элементов территории, выделяются по преобладающей роли какого-либо одного показателя, накладывающего наиболее сильный отпечаток на весь производственный облик участка, например рельеф, степень дренированности местности, литология пород, засоление и т. д., но предпочтение отдается все же характеру почвенного покрова.

По каждому типу земель сообщаются: ареалы, краткая характеристика, существующее и целесообразное использование, основные приемы ухода за почвами (обработка, удобрение, химическая или гидротехническая мелиорация, рациональное использование и др.) по данным местной опытной сети.

Так, например, на Полесье, с весьма своеобразными ландшафтами, а следовательно, и условиями земледелия, выделены 27 типов земель (почвенных видов 125).

Ниже приводим описание одного из них.

Тип 11. Земли слабоволнистые зандровых равнин с дерново-подзолистыми неоглееными и глееватыми глинисто-песчаными, реже супесчаными кислыми почвами преимущественно на песчаных водно-ледниковых отложениях (подтип 11а), реже подстилаемых мореной или с наличием суглинистых прослоек глубже 50—80 см (подтип 11б).

Земли подтипа 11а широко распространены на безморенной части Полесья, подтипа 11б — по всему Полесью.

Земли низкой продуктивности (Западное Полесье — балл 32, Право-

бережное — 24 и Левобережное — 31) в связи с небольшой мощностью (15—20 см) гумусированного профиля, низким содержанием гумуса (0,5—1,4 %) и незначительными резервами питательных веществ (общего азота 0,05—0,07 %, фосфора 0,05—0,06 %, калия 0,75—0,82 %, подвижного P_2O_5 , по Чирикову, 2,5—3,6 мг и подвижного K_2O , по Бровкиной, 2,9—4,7 мг на 100 г почвы).

Очень рыхлые, сыпучие, раздельно-частичные, легко воздухо- и водопроницаемые, «сухие», быстро прогреваемые и иссушающиеся, в связи с чем на 10—15 дней раньше суглинистых пригодны для обработки.

Земли атмосферного, частично грунтового питания (грунтовые воды глубже 2,5—4 м) при незначительном поверхностном стоке или полной бессточности.

Водный режим крайне неустойчивый в связи с высокой водопроницаемостью и ничтожно малой водоподъемной способностью почво-грунтов, поэтому урожай сельскохозяйственных культур на таких землях в первую очередь зависит от частоты выпадения осадков в вегетационный период.

Весенняя влага в таких почво-грунтах не задерживается, быстро проваливается вглубь; водный режим заметно улучшается при наличии на глубине 0,5—0,8 м супесчаных и суглинистых прослоек, играющих роль водоупора (подтип 116).

Такие земли используются под озимую рожь, картофель и люпин. Посевы пшеницы и кукурузы требуют внесения значительных количеств удобрений. При подстилании почв на глубине 50—80 см мореной или суглинистыми прослойками могут быть использованы под сады и ягодники.

На землях этого типа необходимы повышенные нормы органических и минеральных удобрений и углубление пахотного слоя; для устранения кислотности рекомендуется мергель или известь. Эффективны азотные, фосфорные и калийные удобрения, но обязательно в сочетании с органическими. Фосфоритную муку лучше вносить под люпин.

В зоне Лесостепи, включая и Западную (Воыно-Подольскую) ее провинцию, выделены 78 сельскохозяйственных типов земель (почвенных видов 158).

Наиболее общим, интегральным показателем, характеризующим ее территорию, является геоморфология местности: каждый геоморфологический элемент характеризуется своим особым ландшафтом, т. е. всем комплексом взаимосвязанных и взаимообусловленных природных элементов: почв, рельефа, растительности, материнских пород, условий поверхностного и грунтового увлажнения и т. д.

В соответствии с геоморфологическими элементами выделяются: водораздельные, террасовые, пойменные, балочно-долинные и низинные земли.

В качестве примера приводим описание одного из типов этих земель.

Тип 1. Земли широких ровных водораздельных плато и слабополосных склонов с черноземами мощными тяжелосуглинистыми среднегумусными и глинистыми на лёссах.

Наиболее распространены в зоне лесостепи.

Это земли высокого уровня продуктивности (в Правобережной Лесостепи балл 100, в Левобережной — 90), благоприятных условий земледелия и универсального использования. Ровные, весьма удобные для нарезки полей севооборотов и выполнения всех механизированных земледельческих операций. Они пригодны для всех выращиваемых в зоне культур, а также под плодово-ягодные насаждения.

Грунтовые воды глубоко, поверхностный сток весьма слабый или совсем отсутствует.

Почвенный покров очень простой, однородный, представленный высокоплодородными полнопрофильными почвами — черноземами мощными

ми среднегумусными тяжелосуглинистыми и глинистыми на лёссовых породах. Микрокомплексность незначительная.

Почвы благоприятных агрономических свойств. Отличаются очень глубоким гумусированным профилем, общая мощность которого достигает 100—120 см, высоким содержанием гумуса (5,5—7,0%) и значительными резервами питательных веществ (общего азота 0,27—0,30%, фосфора 0,16—0,18% и калия 2,4—2,8%; подвижного P_2O_5 , по Чирик-ву — Шконде, 23—31 мг, обменного K_2O , по Масловой, 18—28 мг на 100 г почвы).

Довольно благоприятны и физические свойства почвы: структурные, хорошо водо- и воздухопроницаемые, влагоемкие: в метровом слое может содержаться 180—205 мм доступной растениям влаги.

Наиболее важна в таких почвах глубина вспашки, которая должна быть доведена повсеместно до 30 см.

Несмотря на хорошую обеспеченность черноземов питательными веществами и благоприятные процессы мобилизации этих резервов, данные целого ряда опытных учреждений констатируют высокую эффективность органических, а из минеральных — фосфорных и азотных удобрений (потребность в калии незначительная).

Примеров можно было бы привести и больше, но и этих вполне достаточно, чтобы иллюстрировать основную и вместе с тем простую идею сельскохозяйственной типологии земель — принцип комплексной характеристики земледельческой территории.

ЛИТЕРАТУРА

- Андрущенко Г. А., Бреус Н. М., Вернандер Н. Б., Гринь Г. С., Кисель В. Д., Крупский Н. К., Тищенко В. М. Сільськогосподарська типологія земель Української РСР.— В зб.: Досягнення ґрунтознавчої науки по Україні. Київ, «Урожай», 1964.
- Горбунова Л. И., Гришина И. И. Опыт составления крупномасштабных сельскохозяйственных карт использования земель.— Вопросы географии, 1961, № 54.
- Гринь Г. С., Тищенко В. М., Бреус Н. М. Опыт типологии земледельческой территории как основа микрорайонирования в сельскохозяйственных целях.— В кн.: Повышение плодородия эродированных почв, Киев, Госсельхозиздат УССР, 1963.
- Гринь Г. С., Крупский Н. К. Загальні засади сільськогосподарської типології земель.— В зб.: Ґрунти України та їх агровиробнича характеристика. Київ, «Урожай», 1964.
- Зворыкин К. В., Гришина И. И., Осетрова А. Е. Содержание и некоторые разделы камеральной обработки полевых материалов географического изучения земель колхозов.— В кн.: Учет и оценка сельскохозяйственных земель. М., Изд-во АН СССР, 1963.
- Левицкий А. П. Новые течения в земском почвоведении.— Русский почвовед, 1904, № 1.
- Раменский Л. Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М., Сельхозгиз, 1938.

СОДЕРЖАНИЕ

И. П. Герасимов. Предисловие

Общие вопросы изучения структуры почвенного покрова

<i>В. М. Фридланд.</i> Структура почвенного покрова; задачи и методы ее изучения	9
<i>В. Р. Волобуев.</i> Почвенные общности и зональная структура почвенного покрова	32
<i>В. М. Боровский.</i> Опыт изучения варьирования некоторых свойств почв Южного Казахстана	40
<i>Ф. И. Козловский, Н. П. Сорокина.</i> Почвенный индивидуум и элементарный анализ структуры почвенного покрова	50

Региональные исследования почвенных комбинаций и структуры почвенного покрова

<i>Т. А. Романова.</i> Классификация почвенных сочетаний западной части Белорусского Полесья	58
<i>Ю. П. Качков.</i> О генезисе и особенностях структур почвенного покрова молодых (валдайских) ледниковых ландшафтов северо-западной Белоруссии	64
<i>Р. Я. Сталбов.</i> Развитие структуры почвенного покрова под влиянием окультуривания в условиях мелкохолмистого рельефа Латвии	69
<i>А. Ж. Меллума.</i> Формирование пространственных единиц почвенного покрова в условиях холмистого рельефа ледниковой аккумуляции (на примере Латвийской ССР)	73
<i>Э. Н. Молчанов.</i> К характеристике структуры почвенного покрова высокогорий Кабардино-Балкарской АССР	80
<i>Б. М. Ропот.</i> Связь неотектоники, рельефа и структуры почвенного покрова континентальных дельт низовий Таласа	85
<i>Г. В. Добровольский, М. Н. Строганова.</i> Структура почвенного покрова дельты Терека	92
<i>Р. Н. Смирнов.</i> Опыт картирования структур почвенного покрова поймы и дельты нижнего течения Дона для почвенно-мелиоративных целей	100
<i>Т. Ф. Некрасова.</i> Об особенностях структуры почвенного покрова низовий Сыр-дарьи	105
<i>Г. А. Ржеутская.</i> Структура почвенного покрова первой надпойменной террасы Припяти	110

Пространственная изменчивость отдельных свойств почв

<i>В. П. Белобров.</i> Варьирование некоторых химических и морфологических свойств дерново-подзолистых почв в пределах элементарных почвенных ареалов и классификационных групп	115
<i>Н. А. Вязуздаев.</i> Пространственная изменчивость почвенной влажности и ее связь со структурой лесного биогеоценоза	123
<i>Н. К. Киселева.</i> Варьирование содержания обменных кальция, магния и алюминия в дерново-подзолистых почвах широколиственно-еловых лесов	134
<i>Л. О. Карпачевский.</i> Изменчивость свойств почв в зависимости от структуры биогеоценоза	138
	209

**Структура почвенного покрова
и решение народнохозяйственных задач**

<i>Ю. К. Юодис.</i> Опыт характеристики структуры почвенного покрова сельскохозяйственных земель Литовской ССР	150
<i>Л. П. Ильина.</i> Составление районной почвенной карты методом изображения структур почвенного покрова на примере Клинского района Московской области	158
<i>А. Ф. Урсу, С. И. Маркина.</i> Характеристика структуры почвенного покрова при детальном районировании	170

**Методы изучения структуры почвенного покрова
и почвенных комбинаций**

<i>И. П. Роома.</i> О методике количественной характеристики структуры почвенного покрова	177
<i>Е. К. Дайнеко, В. М. Фридланд.</i> Опыт применения информационно-логического анализа для выяснения взаимосвязей между факторами почвообразования и некоторыми морфологическими свойствами почв	181
<i>И. А. Крупеников, Я. М. Годельман, А. М. Холмецкий.</i> Анализ структуры почвенного покрова как метод почвенно-географической характеристики природных регионов	189
<i>В. М. Фридланд, Л. П. Ильина.</i> Макет перфокарты для описания почвенных комбинаций и структуры почвенного покрова	195
<i>Г. А. Андрущенко, Н. М. Бреус, Н. Б. Вернандер, Г. С. Гринь, В. Д. Кисель, Н. К. Крупский, В. М. Тищенко.</i> Опыт сельскохозяйственной типологии земель на Украине	202

Структура почвенного покрова; задачи и методы ее изучения. Фридланд В. М. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

Определены понятия структуры почвенного покрова, элементарных почвенных ареалов почвенных комбинаций, факторов дифференциации почвенного покрова. Рассмотрены задачи изучения структуры почвенного покрова (почвенно-географические, картографические, генетические, прогностические, районирования, учета земель). Показано, что изучение структуры почвенного покрова вводит в почвоведение и особенно в географию почв ряд новых, преимущественно количественных характеристик, повышающих объективность и расширяющих понятийный фонд этих наук. В числе методов изучения структуры почвенного покрова рассмотрены статистико-картометрические, статистико-аналитические, функционально-аналитические, логические, стационарно-режимные. Табл. 6. Рис. 13. Библ. 25 назв.

Почвенные общности и зональная структура почвенного покрова. Волобуев В. Р. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

Автором введено понятие о почвенных общностях как группах надтипового уровня, объединяющих семейства почв одного парагенезиса (развивающихся в однотипных биоклиматических условиях). Почвенные общности в своей совокупности образуют систему, сопряженную с главными энергетическими координатами. Система почвенных общностей выражает в наиболее генерализованном виде почвенно-зональные отношения, проявляющиеся на земной поверхности в виде местных зональных смен (широтных, меридиональных, вертикальных). Концепция почвенных общностей позволяет также более полно понять и представить на карте действительное разнообразие почвенного покрова. На основе развитых идей произведено зональное подразделение почвенного покрова на примере Кавказа, Евразии, Африки, Северной и Южной Америки. Табл. 2. Библ. 16 назв.

Опыт изучения варьирования некоторых свойств почв Южного Казахстана. Боровский В. М. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

В 1966—1968 гг. было изучено варьирование засоленности в солончаках и солончаковых почвах в пределах ЭПА в низовьях рек Сырдарьи, Или, Таласа и содержания гумуса в луговых бурных лиманных почвах низовьев р. Сарысу. Установлено очень высокое варьирование засоленности (коэффициент вариации, как правило, более 50%), в силу чего для получения достоверного суждения ($W = 0,90$, $P = 10\%$) нужно производить выборку многих десятков и сотен проб. Анализ средней пробы, собранной в тех же точках, не заменяет статистического усреднения, так как различия между результатами анализа средней пробы и средней арифметической могут достигать 30%. Распределение содержания солей не может считаться нормальным. Варьирование содержания гумуса характеризуется коэффициентом вариации 19—26%; с увеличением продолжительности весеннего затопления оно увеличивается. Для выявления показателей, необходимых при мелиоративных расчетах и изучении солевого режима, нужна разработка новых методов исследования, учитывающих варьирование свойств почв в пределах ЭПА. Табл. 3. Библ. 14 назв.

Почвенный индивидуум и элементарный анализ структуры почвенного покрова. Козловский Ф. И., Сорокина Н. П. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. «Наука», 1972.

Сообщаются результаты анализа пространственного варьирования морфологических показателей почв. Целью работы является поиск естественных критериев, определяющих размеры почвенного индивидуума (педона). Изменчивость мощности или глубин залегания генетических горизонтов восьми почв (дерново-подзолистые Подмосковья, курский чернозем, почвы солонцового комплекса Сарпинской низменности) изучалась путем замеров соответствующих показателей на стенках траншей через равные промежутки (от 10 до 100 см).

Для определения размера педона предлагается использовать спектрально-частотный анализ случайных функций. В качестве линейного размера педона принимается наибольшая частота в области первого максимума плотности дисперсии на спектральной кривой.

Предлагается общая схема методики элементарного анализа структуры почвенного покрова, основанного на обобщении данных пространственного варьирования свойств почвы и независимого от классификации почв. Рис. 4. Библ. 13 назв.

Классификация почвенных сочетаний западной части Белорусского Полесья. Романов А. Т. А. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

Делается попытка типизировать и классифицировать наиболее характерные почвенные сочетания на территории западной части Белорусского Полесья. Выделенные сочетания почв отличаются определенным набором почвенных разновидностей, однородностью условий формирования и однотипным характером использования в естественном состоянии. Последнее обстоятельство явилось причиной того, что сочетания условно названы «угодьями». Приведены краткие описания природных и хозяйственных особенностей «лесных», «пахотно-луговых», «луговых» угодий и «болот». Классификация угодий (сочетаний почв) основана на разделении природной области на почвенно-геоморфологические районы с выделением подрайонов по геоморфологии и литологии. Каждый литологический подрайон в свою очередь делится на «угодья», которые могут представлять собою варианты, однако деление на варианты еще не во всех случаях разработано. Табл. 1. Рис. 1. Библ. 1 назв.

О генезисе и особенностях структур почвенного покрова молодых (валдайских) ледниковых ландшафтов северо-западной Белоруссии. Качков Ю. П. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

Исследовались методом детальной съемки ключей структуры почвенного покрова типичных ландшафтов северо-западной Белоруссии. Установлено, что наиболее контрастна и слож-

на структура конечноморенного ландшафта, наименее — озерно-ледникового. По генезису структуры могут быть гидроморфные (озерно-ледниковый ландшафт), эрозийные (камовый), эрозийно-литогенные (конечноморенный), эрозийно-литогенно-гидроморфные (донноморенный), возрастные (ландшафт озерных террас). Приводятся количественные характеристики морфологии структур. Табл. 1. Рис. 1. Библ. 4 назв.

УДК 631.4:551.4

Развитие структуры почвенного покрова под влиянием окультуривания в условиях мелко-холмистого рельефа Латвии. С т а л б о в Р. Я. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

Изучение структуры почвенного покрова велось методами детального картирования и профилирования. Выявилась интенсивная пестрота почвенного покрова, обусловленная чередованием в разной степени смытых и намытых почв. В процессе развития структуры почвенного покрова под влиянием сельскохозяйственной деятельности человека отчетливо различаются два этапа: первичное окультуривание, приводящее к интенсивным эрозийным процессам и к увеличению контрастности почв, и вторичное окультуривание при коренной мелиорации всего ландшафта на высоком уровне ведения хозяйства, приводящее к уменьшению контрастности почв и формированию культурных почв, образующих более гомогенный почвенный покров как на склонах, так и в межхолмовых впадинах. Библ. 8 назв.

УДК 631.4:551.4

Формирование пространственных единиц, почвенного покрова в условиях холмистого рельефа ледниковой аккумуляции (на примере Латвийской ССР). М е л л у м а А. Ж. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

В работе дается обзор основных методических подходов к анализу пространственных закономерностей почвенного покрова, разработанных на основе ландшафтных и почвенно-географических исследований холмистых возвышенностей Латвийской ССР. Предлагается, в частности, различать потенциальную и актуальную структуру почвенного покрова. Первая обусловлена исключительно природными факторами, вторая — сложным взаимодействием антропогенных и природных факторов. Рассматриваются также вопросы типологии и картирования почвенных комбинаций. Выделяются три класса комплексов и три типа сочетаний почв и дается их характеристика. Библ. 15 назв.

УДК 631.4:551.4

Характеристике структуры почвенного покрова высокогорий Кабардинско-Балкарской АССР. М о л ч а н о в Э. Н. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука» 1972.

На 23 участках, расположенных в альпийской и субальпийской зонах, составлены детальные почвенные карты, на которых выделены элементарные почвенные ареалы. Анализ этих карт показал, что основным фактором, определяющим структуру почвенного покрова, является микрорельеф, обуславливающий формирование пятнистостей (слабо контрастных микрокомбинаций). Средняя площадь ЭПА в альпийском поясе равна 0,11 га, а в субальпийском — 0,23 га, коэффициенты расчленения ЭПА соответственно 1,17 и 1,18. Контрастность в альпийской зоне также выше, чем в субальпийской, причем главным образом за счет каменистости. Индекс неоднородности почвенного покрова в альпийской зоне равен 508,8, а в субальпийской — 183,6. Табл. 4. Рис. 2. Библ. 12 назв.

УДК 631.4:551.4

Связь неотектоники, рельефа и структуры почвенного покрова континентальных дельт низовой Таласа. Р о п о т В. М. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

Проведенные в низовьях Таласа почвенно-мелиоративные исследования выявили существенные различия структуры почвенного покрова, связанные с изменением русел Таласа, переработкой древнего эолового рельефа флювиальными процессами, отложением молодых аллювиальных пород. Эти процессы обуславливают также изменения водного режима почв. Все это приводит к возникновению сложной, полигенетической почвенной структуры. Указанные процессы контролируются дифференциальными тектоническими движениями, являющимися первопричиной миграций русла. Проведенные исследования подчеркивают важность учета структуры почвенного покрова при геоморфологических съемках и морфоструктурном анализе территорий. Табл. 1. Рис. 3. Библ. 1 назв.

УДК 631.4:551.4

Структура почвенного покрова дельты Терека. Д о б р о в о л с к и й Г. В., С т р о г а н о в а М. Н. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

Одним из основных свойств структуры почвенного покрова дельты Терека является исключительная сложность его строения, комплексность пространственного размещения почв, обусловленная изменчивостью условий почвообразования во времени и пространстве. В качестве критериев, характеризующих структуру почвенного покрова, приняты состав почвенного покрова, пространственное соотношение почв, линейные размеры почвенных контуров, мода площадей контуров, контрастность и сложность почвенного покрова, приуроченность почв к относительным высотам поверхности. На основе изучения состава и свойств почвенного покрова дельты произведена типизация структур почвенного покрова. В пределах дельты выделяются три типа структур: приморский, дельтово-морской и дельтово-аллювиальный. Каждый тип структур подразделяется на подтипы по особенностям водного режима почв. В работе применены картографические, морфометрические, картометрические и математико-статистические методы исследования. Табл. 1. Рис. 1. Библ. 5 назв.

Опыт картирования структур почвенного покрова поймы и дельты нижнего течения Дона для почвенно-мелиоративных целей. Смирнов Р. Н. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

Рассматривается возможность применения аэрофотоснимков для картирования структур почвенного покрова в условиях поймы. Установлена устойчивая взаимосвязь основных природных факторов. Выделены пять основных форм рельефа, каждой из которых дано краткое описание. Изучение структур почвенного покрова и их картирование проводилось дешифрированием форм рельефа по аэрофотоснимкам. Приводится таблица распределения основных форм рельефа в пяти различных природных районах поймы и дельты Дона. Генерализация почвенных карт проводится на основе обобщения генетически близких почвенных структур. Табл. 1. Библ. 3 назв.

Об особенностях структуры почвенного покрова анизовий Сырдарьи. Некрасова Т. Ф. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

Автором статистически обработаны по 1080 разрезам данные о запасах гумуса, азота и фосфора в полуметровом слое гидроморфных и автоморфных почв в пределах геоморфологических областей и районов низовий Сырдарьи. Вычислены средние показатели, коэффициенты вариации, корреляции и регрессии анализируемых признаков для каждой области и района. Данные статистической обработки, по мнению автора, дают возможность выявить особенности формирования различных классификационных групп почв и почвенного покрова в целом, а также могут быть использованы для целей прогнозирования эволюции почв в условиях дельтово-аллювиальных равнин. Рассматривается потребность различных почв в фосфорных и азотных удобрениях и даются рекомендации по их использованию. Основным показателем для определения степени контрастности структуры почвенного покрова является содержание гумуса. Библ. 1 назв.

Структура почвенного покрова первой надпойменной террасы Припяти. Ржеутская Г. А. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

Дана характеристика основных элементов структуры почвенного покрова и выявлены некоторые закономерности размещения почв по элементам рельефа. Наиболее повторяющимися сочетаниями являются почвы песчаных грив с кислой реакцией среды и низким содержанием питательных веществ и гидроморфные почвы плоских ложбин и их склонов с нейтральной и слабощелочной реакцией среды, высоким содержанием гумуса и других элементов питания растений. Такой характер почвенного покрова необходимо учитывать при размещении сельскохозяйственных и проведении осушительных мелиораций. Табл. 1. Рис. 1. Библ. 3 назв.

Варьирование некоторых химических и морфологических свойств дерново-подзолистых почв в пределах элементарных почвенных ареалов и классификационных групп. Белобров В. П. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

Проведена почвенная съемка масштаба 1:2000 на двух участках с пахотными и залежными почвами моренной равнины в зоне подзолистых почв. Выделены гомогенные ЭПА. Проведена математическая обработка результатов опробования в пределах ЭПА. Установлено, что число необходимых повторностей для достижения заданной точности и степень изменчивости свойств почв зависит от культурного состояния почв, причем степень окультуренности в изменчивости свойств почв играет большую роль, чем степень оподзоленности. Степень варьирования свойств почв (содержание гумуса) в пределах классификационных групп увеличивается с увеличением неоднородности условий почвообразования. Предлагается использовать показатель варьирования свойств почв в ЭПА и классификационных группах в качестве дополнительного критерия для характеристики контрастности почвенного покрова. Табл. 3. Рис. 3. Библ. 14 назв.

Пространственная изменчивость почвенной влажности и ее связь со структурой лесного биогеоценоза. Вэнзудаев Н. А. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

Влажность дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в ельнике волосистоосоковом (Московская обл.) сильно варьирует, особенно во второй половине лета. Коэффициент вариации для гор. А₁ достигает 21—23%, среднее квадратическое отклонение — 4% при среднем значении влажности почвы 18% (на абсолютно сухую навеску). Исследования показали, что отклонения влажности сопряжены с приуроченностью скважин к различным парцеллам. Режим влажности почв разных парцелл заметно отличается, особенно во вторую половину вегетационного периода. В пределах одной парцеллы также отмечается некоторое варьирование данных по влажности.

На основании проведенного информационно-логического анализа выявлена зависимость влажности почвы от удаления от ствола, травянистой растительности и других факторов. Табл. 5. Рис. 2. Библ. 22 назв.

Варьирование содержания обменных кальция, магния и алюминия в дерново-подзолистых почвах широколиственно-еловых лесов. Киселев Н. К. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

Изучалось варьирование содержания обменных Са, Mg, Al в дерново-подзолистых почвах елово-широколиственных лесов Московской области. Отмечается большое варьирование свойств почв в зависимости от типа парцелл (для Са — 10—55%, Mg — 19—100%, Al — 17—140%), и в пределах одной парцеллы по ее радиусу. Проведенные исследования показывают, что степень варьирования содержания обменных оснований в почве в первую очередь определяется типом леса, затем парцеллой, а в пределах парцеллы — микрозоной ее, или удалением от эдификатора парцеллы. Табл. 6. Библ. 10 назв.

Изменчивость свойств почв в зависимости от структуры биогеоценоза. Карпачевский Л. О. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

В пределах одного биогеоценоза (БГЦ) все свойства почвы значительно варьируют (содержание гумуса, обменных оснований и др.), что определяется парцеллярной структурой БГЦ. В пределах одной парцеллы варьирование многих свойств почвы лишь несколько меньше, чем для БГЦ в целом. В связи с этим варьирование свойств почвы следует считать характерной ее особенностью и характер этого варьирования (распределение вероятности появления того или иного значения свойства) одним из диагностических признаков почвы.

Исследования показали, что изменение в соотношении отдельных компонентов в БГЦ вызывает изменение свойств почвы. Изоляция почвы от корней деревьев увеличила содержание в почве Са и в гор. $A_1A_2 - NH_4$ и снизило количество обменного А1 и в гор. $A_1 - N - H_4$. Удаление травяного покрова снижает содержание в почве обменного А1 и повышает количество Са, удаление A_0 — повышает количество А1. Внесение осинового и дубовой подстилки в еловую парцеллу увеличивает количество А1 в гор. А1, березовый опад заметно снижает. Хвоя ели в дубовой парцелле повышала содержания А1. Таким образом, выявлена связь между некоторыми свойствами почвы и компонентами БГЦ. Табл. 10. Рис. 2. Библ. 19 назв.

Опыт характеристики структуры почвенного покрова сельскохозяйственных земель Литовской ССР. Юодис Ю. К. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука» 1972.

Даны количественные характеристики структур почвенного покрова сельскохозяйственных земель Литовской ССР. Почвенный покров Литовской ССР разделен на пять групп по пестроты и на пять групп по контрастности. На территории республики выделены 22 основных типа сельскохозяйственных земель. Критерием для выделения типов земель является структура почвенного покрова. Бонитет почв республики оценен в 37 баллов. Дается описание двух наиболее распространенных типов земель на территории Литовской ССР с приведением их количественных характеристик (состав, сложность, контрастность, степень освоенности). Для каждого типа земель рекомендуются мероприятия, направленные на улучшение и выравнивание свойств почвенного покрова. Рис. 5. Библ. 4 назв.

Составление районной почвенной карты методом изображения структур почвенного покрова на примере Клинского района Московской области. Ильин А. П. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

Рассматриваются вопросы генерализации карт крупного масштаба для составления карт более мелкого масштаба. Излагается метод составления районной почвенной карты путем изображения структур почвенного покрова и построение легенды карты. Освещаются вопросы количественной характеристики почвенного покрова — сложности, контрастности и методы их определения. Табл. 3. Рис. 3. Библ. 6 назв.

Характеристика структуры почвенного покрова при дробном районировании. Урсу А. Ф., Маркина С. И. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

В пределах Северомолдавской лесостепной провинции выделяются несколько категорий агропочвенных микрорайонов. Для объективного сравнения микрорайонов с окружающим фоном, а также для их группировки использован ряд параметров структуры почвенного покрова. Различные структуры микрорайонов отражаются в показателе, названном «напряженностью почвенного покрова». Величины этого показателя для каждой группы микрорайонов близки. Табл. 3. Рис. 4. Библ. 10 назв.

О методике количественной характеристики структуры почвенного покрова. Роома И. П. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

Выделяется два аспекта при изучении структуры почвенного покрова, которые называются морфологической и функционально-генетической характеристиками структуры. Для исследования структуры почвенного покрова на уровне элементарных почвенных ареалов основой являются специальные исследования или детальные и крупномасштабные почвенные карты. Характеристики свойств структуры почвенного покрова разделяют на три группы: характеристики морфоструктуры, характеристики функционально-генетической структуры и морфогенетические (обобщающие) характеристики. По размещению элементарных почвенных ареалов выделяется два типа размещения: регулярное и случайное, которые разделяются на ряд подтипов. Рис. 1. Библ. 7 назв.

Опыт применения информационно-логического анализа для выяснения взаимосвязей между факторами почвообразования и некоторыми морфологическими свойствами почв. Дайнеко Е. К., Фридланд В. М. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

Рассматривается вопрос о взаимодействии мощностей гумусовых горизонтов черноземов лесостепи с некоторыми факторами почвообразования (мощностью тяжелого крупнопылевого почвообразующего суглинка, абсолютными высотами территорий, типами мезорельефа и экспозицией склонов). На основе методов информационно-логического анализа вычлнены специфичные отношения для различных состояний мощности гумусированной толщи и состояний вышеупомянутых факторов почвообразования и коэффициенты эффективности передачи информации от факторов к мощностям гумусовых горизонтов. Эти расчеты позволили построить логическое высказывание в терминах многозначной логики и перейти к прогнозированию мощностей гумусовых горизонтов в зависимости от факторов почвообразования. Табл. 5. Библ. 5 назв.

Анализ структуры почвенного покрова как метод почвенно-географической характеристики природных регионов. Крупеников А. И., Годельман Я. М., Холмеецкий А. М., В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

Определение структуры почвенного покрова (СПП) позволяет выявлять и сопоставлять почвенно-географические регионы с использованием новых количественных характеристик: виды элементарных почвенных ареалов, сочетаний и комбинаций, пространственная вариация их свойств; зависимость видов СПП от различных природных факторов; дробность, сложность, контрастность, неоднородность; классификация и систематика высотных и широтных сочетаний и комбинаций и др. Для примера сопоставлялись три провинции Прутско-Днестровского региона. Указываются новые методические подходы по характеристике СПП с учетом их изменений, связанных с хозяйственной деятельностью человека, ориентировкой ареалов в трехмерном пространстве, их экологией и эволюцией. Анализ СПП выявляет современную и доагрикультурную ландшафтно-типологическую структуру регионов, их границы. Табл. 2. Библи. 10 назв.

УДК 631.4

Макет перфокарты для описания почвенных комбинаций и структуры почвенного покрова. Фридланд В. М., Ильина Л. П. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

Предложена форма перфокарты для описания почвенных комбинаций и структуры почвенного покрова. Дается список групп поисковых признаков для поиска и анализа информации о структуре почвенного покрова. Табл. 1. Рис. 2.

УДК 631.4

Опыт сельскохозяйственной типологии земель на Украине. Андрущенко Г. А., Брус Н. М., Вернандер Н. Б., Гринь Г. С., Кисель В. Д., Крупский Н. К., Тищенко В. М. В сб.: Почвенные комбинации и их генезис. М., «Наука», 1972.

Разработанная и уже примененная в широких масштабах на Украине сельскохозяйственная типология земель преследует цели комплексной характеристики сельскохозяйственной территории. Примененная для этих целей первичная таксономическая единица — сельскохозяйственный тип земли — представляет собой достаточно индивидуализированный в природном отношении и достаточно четко окомуренный на местности участок территории, характеризующийся определенным (свойственным лишь ему) комплексом наиважнейших в агропроизводственном отношении природных показателей, совокупность которых определяет собой возможные виды его использования, возможный уровень его производительности, более или менее целесообразный комплекс по повышению этого уровня и, наконец, условия агротехнического и мелиоративного воздействия на него. К числу таких агрономически наиважнейших природных показателей сельскохозяйственной территории относятся рельеф, почвенный и растительный покров, подпочва и коренные породы, условия поверхностного и грунтового увлажнения и климат. Сельскохозяйственная типология земель представляет собой один из перспективных видов агропроизводственной характеристики земель. Библи. 7 назв.

ПОЧВЕННЫЕ КОМБИНАЦИИ И ИХ ГЕНЕЗИС

*Утверждено к печати Научным советом
по Проблемам почвоведения
и мелиорации почв*

Редактор издательства *Е. А. Дмитриев*
Художник *Э. Л. Эрман*
Художественный редактор *С. А. Литвак*
Технический редактор *П. С. Кашина*

Сдано в набор 23/XI-1971 г.
Подписано к печати 2/III-1972 г.
Формат 70×108¹/₁₆. Бумага № 2.
Усл. печ. л. 18,9. Уч.-изд. л. 18,5. Тираж 1500
Тип. зак. 3064. Т-03886. Цена 1 р. 62 к.

Издательство «Наука»
Москва, К-62, Подсосенский пер., 21
2-я типография издательства «Наука»
Москва, Г-99, Шубинский пер., 10