

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ
ИССЛЕДОВАНИЙ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА© 2011 г. Т. А. Романова¹, А. Н. Червань¹, В. Л. Андреева²¹Институт почвоведения и агрохимии, 220108, Минск, ул. Казинца, 62²Белорусский государственный педагогический университет, 220050, Минск, ул. Советская, 18
e-mail ChervanAlex@mail.ru

Поступила в редакцию 15.09.2009 г.

Изложены принципы и методика исследования структуры почвенного покрова (СПП) для учета, оценки и рационального использования природно-ресурсного потенциала на основе применения в качестве территориальных единиц типизированных природных систем, идентифицируемых через состав и строение почвенных комбинаций (ПК). Дано обоснование выделения и выбора номенклатуры ПК, разработана их типология и иерархическая группировка. Приведена методика оценки неоднородности почвенного покрова на основе монофакторной шкалы контрастности и модифицированной оценки расчлененности с применением автоматизированного картометрического анализа, что позволило составить интегрированное холическое представление о геосистемах Беларуси. Показано использование созданной базы данных формата ArcInfo в получении карт геосистем с набором морфометрических, геоморфологических, гипсометрических, литологических и иных характеристик. Результаты исследований СПП в Беларуси выполнены на площади 10 млн. га, учитываются хозяйственными и проектными организациями при планировании рационального природопользования.

ВВЕДЕНИЕ

Пестрота почвенного покрова привлекала внимание исследователей еще на начальных этапах картографирования почв. Предпринималось немало попыток выявить некоторые тенденции упорядоченности почвенного покрова, придать его изучению организованный характер. Так еще В.В. Докучаев, исследуя почвы Сычевского уезда, группировал их по сходству возможностей использования на *пахотные, луговые и лесные* [7]. Позднее Мильн (цит. по [6]), Неуструев [4] и другие рассматривали “рисунки” почвенного покрова, как его отличительный признак. Н.М. Сибирцев писал о “комбинациях почв, что “для каждой данной местности число их вовсе не безгранично и они повторяются множество раз с замечательной правильностью и постоянством” [17].

В Германии (ГДР) в 50-х годах прошлого века при анализе и планировании хозяйственной деятельности нашло широкое распространение понятие – “тип местообитания” (Standort), в качестве территориальной единицы рационального природопользования, выделяемой по почвенным картам на основе ассоциаций почвенных разновидностей [26].

В Советском Союзе идея исследований почвенного покрова с позиций его структуры была вновь инициирована В.М. Фридландом в статье, помещенной в журнале “Почвоведение” (1965, № 4), вызвавшей большой интерес, поскольку к

этому времени в основных регионах страны заканчивалось крупномасштабное картографирование почв предприятий сельскохозяйственного профиля. Вопрос обобщения материалов и генерализации почвенных карт требовал более или менее единообразного подхода. В областях России, в Прибалтике, Молдавии, Белоруссии, на Украине разрабатывались методы характеристики, группировки, оценки и применения результатов изучения структуры почвенного покрова.

В этой ситуации очень своевременной была публикация монографии В.М. Фридланда “Структура почвенного покрова” [21], постулирующей общее положение о том, что структура почвенного покрова может рассматриваться как система, а также содержащей анализ существующего состояния вопроса, методику, применимую на данном этапе, и задачи, требующие дальнейших исследований.

О большом внимании к СПП может служить тот факт, что в первой половине 1980 г. только на русском языке перечень работ по этой тематике составлял почти 700 русскоязычных наименований [19].

В Беларуси проблема отношения к почвенному покрову как к целостному объекту была связана с тем, что в 80-х годах начали заметно проявляться неблагоприятные последствия широко-масштабной мелиорации Полесья. Усадка и минерализация торфа после осушения вызывали

появление пятен развеваемых ветром песков, там, где СПП состояла из комбинаций торфяных и минеральных почв, площади которых учитывались в виде общей суммы, независимо от характера их распространения. По той же причине проектная урожайность сельскохозяйственных культур, на основе которой определялись сроки окупаемости вложений в осушительные мелиорации, по большей части не достигалась. В связи с этим исследования СПП, позволяющие учесть и дать количественную оценку неоднородности почвенного покрова, были встречены с должным вниманием, но наступившая пора “перестройки”, а затем распад СССР, практически свели на нет и мелиоративное строительство, и интерес к новой информации о почвенном покрове.

К счастью, до 90-х годов в республике было сделано довольно много специальных исследований СПП, сопровождаемых совершенствованием методики с разработкой иерархической группировки почвенных комбинаций (ПК). За этот период белорусскими почвоведом в Минске, Петербурге и Москве защищены шесть диссертаций на звание кандидата сельскохозяйственных, биологических и географических наук по тематике СПП. Кроме того, в Минске защищали докторские диссертации по СПП Годельман [5] и Кулешов. Все это, наряду с обилием литературных источников, способствовало высокой концентрации информации по рассматриваемому вопросу и создало предпосылки для теоретического осмысления собранных сведений.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Прежде всего, совершенствование крупномасштабных почвенных карт, составляемых на высотной основе с применением аэрофотоснимков, позволило заметить определенную организованность и повторяемость “узоров”, образуемого на карте совокупностью контуров почвенных разновидностей. Оказавшиеся в центре внимания образцы этих узоров были типизированы и отнесены к числу почвенных комбинаций как компонентов СПП и как основных объектов исследований. В связи с этим были выбраны 250 фрагментов почвенных карт масштаба 1 : 10000 площадью от 40 до 400 гектаров, характеризующих как общие черты, так и разнообразие ПК в границах Беларуси. Одновременно была установлена достаточно четкая зависимость между ПК и генетико-морфологическими признаками физико-географических условий их формирования, что дало основания рассматривать ПК как систему, точнее, подсистему более сложной природной системы – геосистемы. При этом, прежде всего, было установлено, что ПК представляет собой систему в том ее определении, которое содержится в работе Прохоренко [14], принадлежит Садовскому и означа-

ет, что системой называется “...упорядоченное определенным образом множество элементов, взаимосвязанных между собой и образующих некоторое целостное единство” [14, с. 55] и далее “все определения системы, опирающиеся на включение в ее содержание элементов, их взаимодействие и целостность носят структурный характер” и “система есть объект, обладающий структурой”.

Исаченко [8] уточняет это положение в географическом аспекте и дает следующее определение геосистемы: “...материальная система, состоящая из взаимообусловленных географических компонентов, взаимосвязанных в своем размещении и развивающихся во времени как части целого” (с. 46). Одновременно автор указывает на то, что экосистема, как фундаментальное понятие экологии, представляет собой систему одного фитоценоза – биогеоценоз. Экосистема моноцентрична, природная среда рассматривается под углом зрения ее связи с организмами – это биологическое понятие (с. 53). Здесь можно добавить, что биогеоценоз определяется почвенной разновидностью (наиболее характерной ее вариацией). Геосистема же полицентрична, ее состав отражается в определенном перечне почв и специфической геометрии (форме) почвенных ареалов, что полностью соответствует основному определению почвенной комбинации, даваемому Фридландом [22, с. 9], и позволяет сделать вывод об информационной роли СПП при выделении геосистем.

Арманд, рассматривал геосистему как “хранилище информации, записанной “языком” структуры”, а развитие геосистемы как изменение качественной либо количественной характеристики информации. Важнейшей особенностью информации, заключенной в геосистемах, является их приуроченность к определенным частям ландшафтной сферы [2].

Со второй половины XX в. складывалось представление о геосистемах как инвариантах, которые через ПК обнаруживают ту неизменную составляющую природной системы, которая строго определяет ее сущность [11, 18].

На этом принципе в Беларуси разработаны подходы к выделению ПК, их типизация и номенклатура, отражающая тесную информационную связь между ПК и геосистемами.

ПК, как основной объект исследований, являются не только компонентом СПП, но моделью геосистем, содержащей их морфографическую, генетико-геоморфологическую, гипсометрическую и литологическую характеристику, обеспечивающую возможность оценки почвенно-ресурсного и лесотипологического потенциала, дающих основания рассматривать выделенные ПК (геосистемы) также в качестве типов сельскохозяйственных или лесных земель.

Используемая в Беларуси номенклатура ПК в главных чертах базируется на предложениях Фридланда [22], согласно которым компонентный состав описывается формулой, состоящей из буквенных индексов почв с указанием их доли в ПК (%) и соединительных значков, отображающих контрастность почвенных разновидностей (контрастные – сочетания, комплексы, мозаики и неконтрастные – вариации, пятнистости, ташеты) и размеры их ареалов (мелкоконтурные – менее 1 гектара – комплексы, пятнистости и микро-мозаики, крупноконтурные – более 1 гектара – сочетания, вариации и мозаики).

Объем статьи не позволяет изложить подробное обоснование модификации методики и отдельные детали ее реализации, которые оказались необходимыми в связи с осуществлением геосистемного подхода в наших исследованиях СПП, но основные положения сводятся к следующим.

Форма почвенных контуров, идентифицирующих ПК, учитывается через общие черты СПП, из которых наиболее выразительными являются формы расчленяющих контуров, позволяющие выделить “сетчатую”, “лопастную”, “пятнистую” “полосчатую”, “линейно-линзовидную” СПП, как типовой и диагностический признак определенных ПК и геосистем.

Среди количественных показателей, позволяющих дифференцировать ПК, мы использовали только коэффициенты (индексы) контрастности (Кк), расчлененности (Кр) и производные от них коэффициенты неоднородности (“пестроты”) почвенного покрова (Кн), при этом $K_n = K_k \times K_r$.

Для получения коэффициента контрастности разработана особая монофакторная шкала контрастности, в которой все разновидности, выделяемые на почвенных картах в Беларуси, сгруппированы и ранжированы по степени гидроморфизма почв и гранулометрическому составу почвообразующих пород [13]. На базе этой шкалы составлена матрица, содержащая условную оценку (балл) контрастности (степень различия) между любыми почвами. Для получения коэффициента контрастности определяются баллы контрастности всех почв, составляющих ПК, по отношению к фоновой или преобладающей разновидности. Расчет средневзвешенного показателя Кк осуществляется по формуле Юодиса [24]:

$$K_k = \frac{ax + by + c + \dots}{20},$$

где a, b, c, \dots – площади почв в процентах от общей площади; x, y, \dots – степень контрастности соответствующих почв по отношению к преобладающей почве, цифра 20 в знаменателе принята условно, для уменьшения показателя Кк.

Коэффициент расчлененности (Кр) определяется как сумма (в километрах) периметров границ

всех контуров почв (L), входящих в состав ПК, отнесенная к ее площади в гектарах (S):

$$K_r = \frac{\sum_{i=1}^n L}{S}.$$

Описание методик определения Кк, Кр, и Кн и их апробация выполнены Никитиной [12]. Дальнейшее применение показало достаточно хорошую выразительность получаемых с помощью перечисленных методик характеристик ПК, геосистем или типов земель.

Литология почвообразующих пород в исследованиях СПП приводится по минимальному числу вариантов состава и строения поверхностных отложений, в виде пяти основных групп минеральных почв.

Исследования структуры почвенного покрова в качестве инварианта открывают пути для количественных методов оценки, моделирования географических процессов и структур, а, следовательно, и для привлечения последних разработок в области геоинформатики.

Векторный формат пространственных классов данных объектно-ориентированных баз данных в формате ArcInfo полностью отвечает требованиям моделирования структуры почвенного покрова, как природной системы, в первую очередь характеризующейся формой (выраженность в пространстве) и содержанием (атрибутивная характеристика).

Информационная насыщенность разномасштабных почвенных карт, дешифрируемая в анализе СПП при построении объектно-ориентированной топологически корректной базы данных, позволяет не только определить характер распространения геосистем, привлекая геопрограммный анализ комплекса условий (рельеф, геоморфология, литология, геоботаника), но и провести совокупность оценочных (бонитировочных, экономических и природоохранных) работ для обоснования природопользования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Козловский [9] видел перспективы развития концепции СПП в интеграции исследований почвенного покрова и геосистем, отмечая, что при построении теории необходимо уточнение схемы морфологической структуры и морфогенеза почвенного покрова (с. 296).

В наших исследованиях аналогия между морфоструктурой ПК и закодированной в ней информацией о геосистемах формировалась постепенно в ходе полевых наблюдений, конкретного анализа почвенно-картографических материалов, материалов дистанционного зондирования земной поверхности, гипсометрических карт,

Иерархическая схема группировки геосистем центральной части Восточно-Европейской равнины (Республика Беларусь)

Критерий	Почвенные комбинации								
	Внепойменные					Пойменные			
Общая динамика природных процессов									
Орографические	1. Водоразделы			2. Депрессии		3. Поймы			
						2. Расчлененные			
Геоморфологические	1. Фрагментарные	2. Выпуклые	3. Плоские	1. Долинообразные	2. Озеровидные	1. Нерасчлененные	1. Приусловая	2. Центральная	3. Пригтеррасная
Гипсометрические	1. Высокие 2. Низкие			1. Неглубокие 2. Глубокие		1. Высокого уровня 2. Среднего уровня 3. Низкого уровня			
Литологические (почвообразующие породы)	1. Рыхлые 2. Двучленные без водоупора 3. Двучленные с водоупором 4. Суглинистые 5. Глинистые 6. Торф					7. Рыхлый аллювий 8. Связный аллювий 9. Пойменный торф			

карт геоморфологического районирования, естественной растительности, ландшафтных, литологических схем и других сведений о природных особенностях и хозяйственном использовании рассматриваемых территорий.

На данном этапе такая информация позволила составить интегрированное холическое представление о геосистемах Беларуси и ПК, на основе которых на картах устанавливаются границы геосистем и их типологическая принадлежность, обозначаемая номенклатурой, состоящей из известных, но ранее не используемых в данном значении терминов.

Иерархическая схема группировки геосистем центральной части Восточно-Европейской равнины, где расположена территория Беларуси, представлена в таблице. Основным критерием, используемым в этой группировке, является рас-

пределение влаги, отраженное в классификационной принадлежности (генезисе) почв.

При разработке номенклатуры в основу положены наименования геосистем, так что ПК определяются как принадлежность геосистем, поскольку типизированный облик ПК детерминирован характером геосистемы, что позволяет существенно упростить номенклатуру без потери информации о компонентном составе и геометрии ПК. Вместо довольно громоздкого словесного перечисления почвенных разновидностей, употребляется наименование геосистемы, отражающее ее морфо-генетические признаки. Так, например, в самом общем виде, название: “ПК неглубоких депрессий”, означает, что здесь преобладают минеральные заболоченные почвы и почвенный покров отличается пятнистой, либо полосчатой структурой.

Типология геосистем Беларуси. Прежде всего, из общего массива геосистем (ПК) Беларуси выделены геосистемы пойм — пойменные земли, отличающиеся особенностями почвообразования и общей динамикой природных процессов.

Все прочие геосистемы, строго говоря, должны быть отнесены к категории “внепойменных”, но использовать это наименование для абсолютного большинства геосистем практически нецелесообразно. Если геосистема не названа пойменной, это само по себе означает, что она относится к числу “внепойменных”.

Внепойменные, междуречные или водораздельные пространства орографически делятся на относительно повышения рельефа, характеризующиеся стоком влаги, с преобладанием ее латеральной миграции (аутпут-системы), условно названные — “водоразделы” и понижения — “депрессии”, аккумулирующие влагу (инпут-системы).

Водоразделы (таблица) представлены тремя категориями: 1) “фрагментарные” — молодые кончоморенные образования — скопления холмов и бугров нерегулярно чередующиеся с межхолмными понижениями и не имеющие сплошной водораздельной поверхности, чем и объясняется “сетчатый” рисунок почвенного покрова; 2) “выпуклые” — сглаженные конечные морены, крупные валлообразные или куполообразные водно-ледниковые или эоловые аккумуляции, в строении которых преобладают склоны, и отличительным признаком которых является более или менее глубокое расчленение их эрозионными бороздами в виде тальвегов, сточных ложбин и слабо выраженных западин удлиненной формы, расширяющихся от начала к устью, что делает все дренирующие понижения похожими на лопасти и придает в целом “лопастной” вид рисунку почвенного покрова; 3) “плоские” водоразделы — наиболее выровненные участки донных морен, водно-ледниковых, озерно-ледниковых и озерно-аллювиальных равнин с затрудненным поверхностным стоком, следствием чего являются небольшие локальные, преимущественно изоморфные, замкнутые понижения с переувлажненными почвами, определяющими “пятнистую” структуру почвенного покрова.

На плоских водоразделах формируются геосистемы верховых и переходных болот, если они не являются результатом деградации болот низинного типа, выделяющиеся среди геосистем глубоких депрессий.

Депрессии (таблица) по геоморфологическим особенностям делятся на “долинообразные” и “озероидные”.

Долинообразные депрессии представляют собой понижения рельефа типа деллей или широких тальвегов. Нередко они имеют в наиболее

глубокой части временный или постоянный водоток в виде небольшого ручья, протекающего в явно приспособленной, а не выработанной им долине — реликте грандиозного движения вод в период активного разрушения ледников. Такие депрессии расположены, как правило, у подножий выпуклых водоразделов перпендикулярно основным направлениям эрозионного расчленения склонов. Депрессии характеризуются довольно однообразной “полосчатой” структурой почвенного покрова с разной в зависимости от крутизны и длины склонов шириной, тянущихся параллельно осевой линии депрессии полосчатых контуров почв с нарастающей вниз по уклону степени увлажнения.

Озеровидные депрессии имеют компактную форму и очертания, соответствующие береговым линиям озерных ванн прошлых эпох. В СПП озеровидных депрессий заметную роль играют изоморфные пятна почв, увлажненных меньше, чем фоновые, или даже автоморфных, формирующихся на небольших островках или мелях среди бывших акваторий. “Пятнистый” рисунок таким ПК придают и почвы с большей мощностью торфа или более высокой степенью гидроморфизма, чем фоновые, соответствующие более глубоким участкам озерного дна, так что ПК получают наименование “бугорковато-” или “западинно-пятнистых”, а иногда и “бугорковато-западинно-пятнистых”.

Пойменные земли — геосистемы пойм (таблица) обладают наиболее сложной и разнообразной СПП.

При совместном распространении, вместе со сходством геометрии ареалов (линейных, линзовидных, реже пятнистых), почвы пойм особенно сильно различаются по степени увлажнения.

В качестве отдельных объектов в наших исследованиях рассматривались две категории пойм: “нерасчлененные” и “расчлененные”. “Нерасчлененные” поймы отличаются не только меньшей неоднородностью почвенного покрова, но и тем, что СПП здесь меняется, в основном, только в продольном направлении: аллювиальные минеральные дерновые и дерновые заболоченные почвы по обоим берегам сменяются в более глубоких частях долины отрезками поймы с преобладанием аллювиальных иловатых и торфяных почв.

“Расчлененные” поймы выделяются, когда имеют место различия ПК вдоль поперечного сечения ежегодно заливаемой части речной долины.

В 1983—84 гг. Шалькевичем была разработана типология поймы р. Припять [16], на основе которой, с использованием почвенных карт и материалов дистанционного зондирования пойм рек Днепра и Немана были типизированы геосистемы, включенные в перечень пойменных земель “расчлененных”

пойм Беларуси. К ним относятся: “приусловые”, “гривистые”, “центральные”, “центрально-гривистые” и “притеррасные”.

Гипсометрическая дифференциация геосистем. Информация о характере геосистем (водоразделов, депрессий и пойм) существенно увеличивается при разграничении водоразделов на “высокие” и “низкие”, депрессий на “неглубокие” и “глубокие”, пойменных на поймы “высокого”, “среднего” и “низкого” уровня. В основном эта информация считывается с цифровой модели рельефа, но содержится и в компонентном составе ПК.

На любых водоразделах высоких преобладают автоморфные почвы, часто эродированные, при этом для выпуклых и плоских водоразделов характерны ПК фонового типа. Дополнительным, а иногда и решающим, признаком всех водоразделов служит доля заболоченных (дерново-подзолисто-глееватых и глеевых) почв в составе ПК: если она превышает 30% на связных породах и 50% на рыхлых, есть смысл относить такие водоразделы к категории низких даже при небольшой разнице абсолютных высот.

Разграничение депрессий на неглубокие и глубокие достаточно надежно осуществляется уже только по составу ПК: в неглубоких преобладают полугидроморфные почвы, в глубоких — гидроморфные.

В геосистемах пойм высокий уровень связан с доминированием аллювиальных дерновых почв, средний — аллювиальных дерновых заболоченных и низкий — аллювиальных иловато-глеевых и торфяных.

Литологическое строение геосистем. Состав и строение почвообразующих пород, как преобладающих, так и присутствующих в сложении той или другой геосистемы, хотя и влияет на форму контуров, не являются препятствием для распознаваемости ПК. В таблице приведены пять вариантов, охватывающих все разнообразие почвообразующих пород Беларуси, разграниченных по содержанию физической глины в покровной и подстилающей породе, дополненному показателями величины удельной поверхности (m^2/g), плотности (m^3/g) и пористости (%), а также торф. В пойменных геосистемах выделяются три группы минерального аллювия и пойменный торф [15].

При работе со среднемасштабными картами (1 : 50000), наиболее удобными для отображения СПП, можно использовать всего две группы: “рыхлые”, включающие также “двучленные без водоупора”, поскольку в Беларуси они в абсолютном большинстве случаев представлены рыхлыми супесями, подстилаемыми песками, и “связные”, объединяющие двучленные с водоупором, суглинистые и глинистые. Такая группировка поч-

вообразующих пород позволяет избежать перегрузки базовых карт СПП при сохранении информации об особенностях литологического строения геосистем в формулах ПК, где отмечается присутствие в их составе двучленных отложений: с водоупором или без водоупора. Особенно полно литологическое строение учитывается при качественной оценке (бонитировке) почв ПК, так как принятая в Беларуси оценочная шкала опирается в основном на различия почв по гранулометрическому составу, так что иногда плодородие почв аналогичных геосистем различается в зависимости от особенностей почвообразующих пород.

Неоднородность почвенного покрова геосистем. Расчеты коэффициентов неоднородности, выполненные для первоначально выбранных 250 ключевых участков М 1 : 10000, и дальнейшие исследования разных геосистем в М 1 : 10000 и М 1 : 5000 показали, что неоднородность не является характеристикой, которой каждая ПК может обладать во всем диапазоне ее значений. Неоднородность почвенного покрова (неоднородность геосистемы) следует относить к числу типовых признаков геосистем. Так, не может ПК фрагментарного водораздела обладать слабо и даже средне, неоднородным почвенным покровом. Глубокие депрессии и плоские низкие заторфованные водоразделы (низинные и верховые болота), напротив, лишь в виде исключения, могут иметь сильно неоднородный почвенный покров.

В связи с этим мы ранжировали массив собранных определений K_n в соответствии с влиянием неоднородности почвенного покрова на продукционную способность сельскохозяйственных земель, которую исследовали при разработке монофакторной шкалы контрастности почв [13] и проверяли на большом мелиоративном объекте в Полесье [10].

С возрастанием масштаба картографирования K_n почвенного покрова увеличивается. Для ранжирования принят М 1 : 10000, как наиболее широко используемый для составления почвенных карт. В этом масштабе выделены ПК: слабонеоднородные ($K_n < 10$) — лучшие пахотные земли (сортоиспытательные участки), среднееоднородные ($K_n > 10 < 15$) — хорошие пахотные земли, неоднородные ($K_n > 15 < 20$) пахотные земли среднего и ниже среднего достоинства, сильнонеоднородные ($K_n > 20 < 25$) — земли, пригодные только для пастбищного и лугового использования, очень сильно неоднородные ($K_n > 25$) — земли, не пригодные для сельскохозяйственного использования [25].

Однородные ПК не выделяются по определению.

Природное сходство геосистем и одноименных ПК может быть подтверждено количествен-

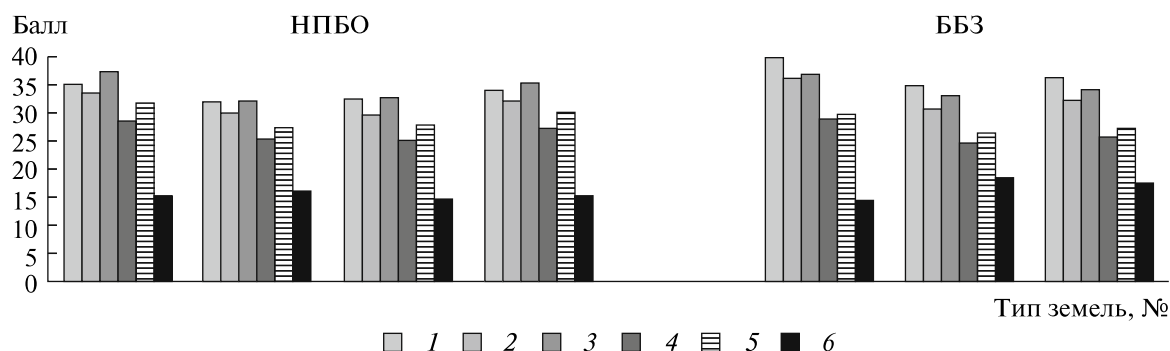


Рис. 1. Сравнительная характеристика геосистем (ПК) НПБО и ББЗ водоразделов выпуклых низких с преобладанием супесчано-песчаных почвообразующих пород. Бонитет почв: 1 – при пахотном использовании, 2 – при пахотном использовании с поправкой на контурность пашни, 3 – с поправкой на контурность пашни и на воздействие мелиорации, 4 – бонитет почвенной комбинации с поправкой на ее неоднородность, 5 – бонитет почвенной комбинации с поправкой на ее неоднородность и на воздействие мелиорации, 6 – бонитет почв при использовании под кормовые угодья.

ной оценкой их продуктивности через бонитировку почв. Кирюшин [1] также считает, что средневзвешенный бонитировочный балл типов земель (геосистем) может служить оценкой степени их подобия.

Это положение было подтверждено сравнением средневзвешенных оценок близких типов земель, выделенных на севере Беларуси в границах Березинского биосферного заповедника (ББЗ) и национального парка «Браславские озера» (НПБО). При оценке была использована принятая в Беларуси бонитировочная шкала [3], содержащая относительную оценку продукционной способности почв при условии их сельскохозяйственного использования в интервале от 1 до 100 баллов до и после возможной мелиорации, с поправками на эродированность, каменистость и контурность пашни.

В нашем примере использованы три ПК из ББЗ и две из НПБО, соответствующие геосистемам водоразделов выпуклых низких с преобладанием супесчано-песчаных почвообразующих пород. Результаты исследования приведены на рис. 1,

который свидетельствует, что три аналогичные геосистемы НПБО имеют очень близкие оценки баллов и мало отличающуюся средневзвешенную оценку почв, образующих ПК. Достаточно близкие показатели получены для геосистем ББЗ, что позволяет сделать вывод о сходстве продукционной способности почв пяти подобных геосистем, выделенных на разных территориях.

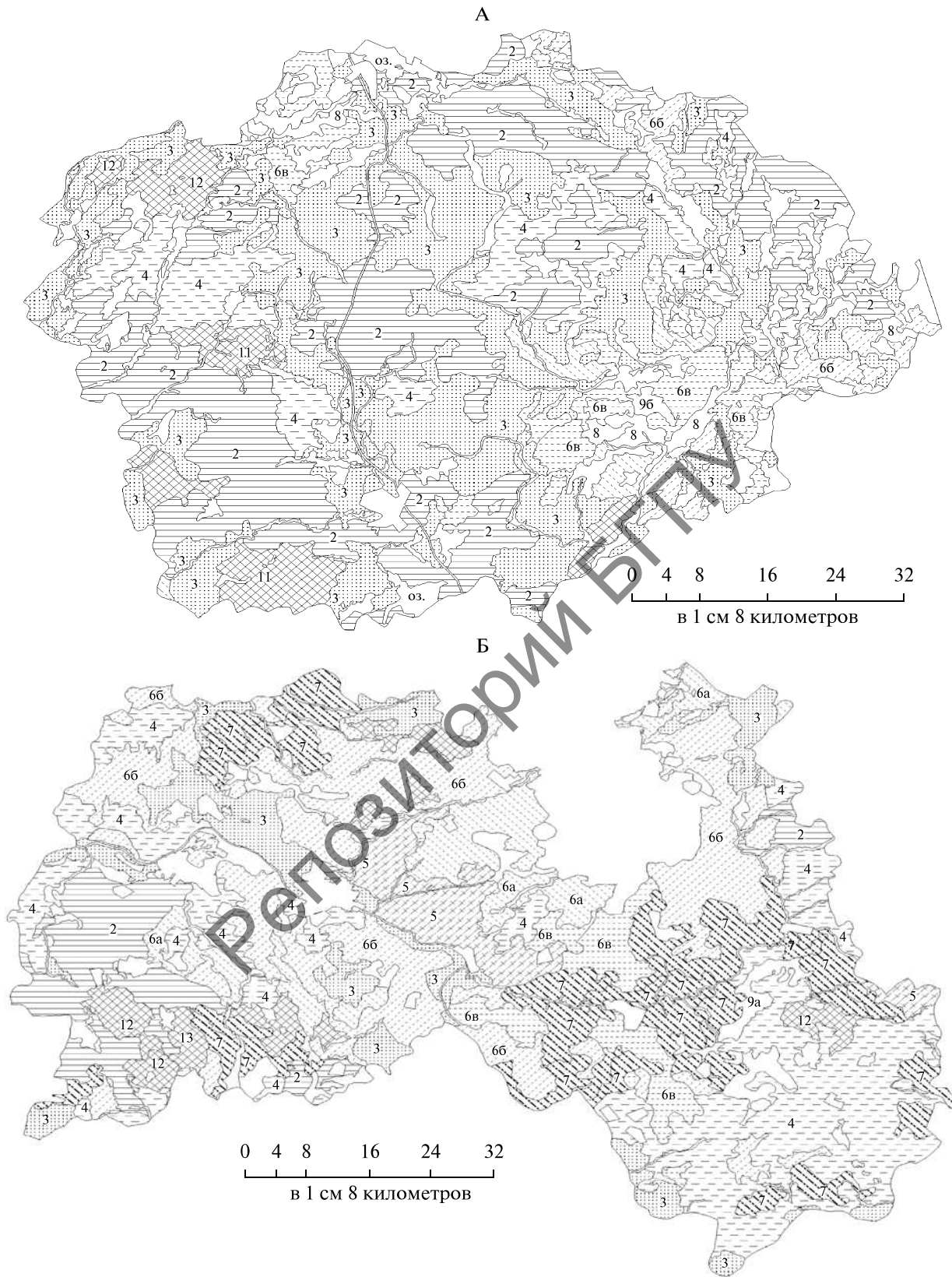
СОСТАВЛЕНИЕ КАРТ СПП

Этот вопрос не рассматривался среди сугубо методических, поскольку имеет, на наш взгляд, особое значение, базируется на всех изложенных результатах исследований и всегда остается творческим актом, так как требует от автора выделить на почвенной карте геосистемы, границы которых в натуре не прослеживаются.

Анализ СПП осуществляется на основе картографических данных. В идеальном случае (при высокой точности почвенных карт) границы между поймами, водоразделами и депрессиями могут быть

Рис. 2. Электронная карта геосистем и СПП Городокского (А), Полоцкого и Шумилинского (Б) р-нов Витебской обл. Легенда: 1. Водоразделы:

1.1. Водоразделы фрагментарные – сетчатая СПП: 1. Высокие, на песках и рыхлых супесях (камовые массивы); 2. Высокие и низкие, на моренных суглинках, местами с покровом супесей (молодые моренные гряды и возвышенности); 1.2. Водоразделы выпуклые высокие и низкие – лопастная СПП; 3. На песках и супесях (водно-ледниковые волнистые равнины, валлообразные повышения); 4. На песках и супесях, часто подстилаемых моренными суглинками (моренно-зандровые волнистые равнины); 5. На моренных суглинках, местами с покровом супесей – сглаженные моренные гряды и возвышенности; 1.3. Водоразделы плоские – пятнистая СПП; 6. На песках и супесях – водно-ледниковые и озерно-аллювиальные равнины: а) высокие с болотами верхового типа; б) низкие с болотами низинного типа; в) массивы верховых болот; 7. На моренных суглинках, местами с покровом супесей или на ленточных глинах – донно-моренные и озерно-ледниковые равнины; 2. Депрессии – полосчатая и пятнистая СПП; 8. Долинообразные и озеровидные неглубокие на разных породах – делли и низины с преобладанием минеральных почв; 9. Озеровидные глубокие, заторфованные – низменные равнины с преобладанием торфяных почв: а) низинные болота; б) низинные болота с участием верховых и переходных болот; 3. Поймы – линейно-линзовидная СПП; 10. Нерасчлененные низкого и среднего уровня на рыхлом аллювии; 4. Переходные зоны; 11. Сочетание фрагментарных и выпуклых водоразделов – сетчато-лопастная СПП; 12. Сочетание глубоких депрессий с фрагментарными и выпуклыми водоразделами – пятнисто-бугристая СПП; 13. Сочетание водоразделов плоских и выпуклых низких с глубокими депрессиями – пятнисто-западинная СПП.



установлены вполне корректно, так как соответствуют разграничениям между типами почв, диагностируемыми без особых затруднений.

Выделение фрагментарных, выпуклых и плоских водоразделов не опирается на столь надежные признаки, но, во-первых, эти геосистемы часто разделяются депрессиями, во-вторых, сама их специфика обеспечивает выразительность общего облика и не предъявляет высоких требований к точности разграничения. В этом отношении даже допускается известная свобода маневрирования. Так, при составлении на основе анализа СПП карты типов земель, в зависимости от поставленной цели, можно определить границы земель по близкому потенциалу хозяйственного использования, не нарушающего природного равновесия.

Долинообразные и озеровидные депрессии легко разграничиваются по форме их контуров.

Пойменные геосистемы из-за мелких контуров требуют большого внимания при выделении. Как правило, они выражены на картах достаточно четко, но именно в поймах часто приходится дифференцировать ПК по степени их неоднородности при сходстве прочих характеристик.

Легенды к картам СПП, построенным на принципе системного подхода с выделением геосистем в качестве детерминантов ПК, отличаются высокой степенью информационной насыщенности и систематизации сведений.

Новейшие результаты исследований СПП заключаются в переводе бумажных карт геосистем в электронные варианты и применении информационных технологий с разработкой базы данных, обеспечивающей автоматический и полуавтоматический анализ СПП.

Границы классов-слоев геосистем в базе данных СПП корректируются по результатам геопространственного анализа распространения ПК и гипсометрических, геоморфологических, литологических и геоботанических условий местности, представленных отдельными векторными слоями.

Гипсометрические и геоморфологические условия почвообразования учитываются при помощи цифровой модели рельефа, внедренной в структуру базы данных СПП с помощью модуля ArcGIS 3DAnalyst методом триангуляции Делоне. Для переклассификации поверхностей абсолютных высот, длин и уклонов склонов применяется метод зональной статистики.

Определенный пользователем формат полей в атрибутивных таблицах пространственных слоев базы данных обеспечивает возможность алгоритмизации коррекции границ ПК с полуавтоматическим расчетом числовых характеристик геосистем, разработку единой легенды для результирующих карт типов сельскохозяйственных или лесных земель.

Для расчета неоднородности ПК целесообразно применение геореляционной базы данных ArcInfo, где при изменении границы геосистем или иных пространственных объектов показатели периметра и площади обновляются автоматически с возможностью автоматизированного статистического анализа.

Наличие классификаторов отражательной способности поверхности геосистем (типов земель, ПК) дает возможность проводить мониторинг состояния почвенного покрова на основе данных дистанционного зондирования, внедренных в структуру базы данных СПП в качестве растровой поверхности [20].

Единая система координат и пространственная привязка слоев геосистем в базе данных обеспечивают геопространственный анализ фактического использования ПК на основе данных земельно-информационной системы кадастрового учета земель Республики [23].

В качестве примера приведены произвольно уменьшенные электронные карты СПП (геосистем) двух административных районов Витебской обл., составленные в масштабе 1 : 50000 (рис. 2), с единой легендой, в которой отражены: номенклатура геосистем (таблица); описания, раскрывающие общепринятые представления о реальных природных особенностях выделяемых территорий; формула ПК; обозначение на карте в виде раскраски или штриховки контуров; номер на карте или индекс, состоящий из порядковых номеров таблицы. Так, индекс 1.2.1.3. обозначает “водораздел выпуклый высокий с преобладанием двучленных с водоупором почвообразующих пород (супеси, подстилаемые суглинками с глубины менее 1.0 м)”.

Формула ПК – ДП⁴⁰ + ДПБ⁵⁰ + ДБ¹⁰, или сочетание дерново-подзолистых (40%) и дерново-подзолистых слабоглееватых (50%) с участием дерновых заболоченных (10%).

На рис. 2 дана упрощенная легенда (без гипсометрической дифференциации и без буквенной формулы ПК), но и с ней карты свидетельствуют как о наличии сходных геосистем, так и о различиях представленных районов за счет разных площадей, характера распространения геосистем и, соответственно, разной СПП.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ СПП

Как можно заключить из выше изложенного:

– исследования СПП обеспечивают возможность получения новой и более совершенной информации на основе имеющейся.

– составление карт СПП с выделением на базе геоинформационной технологии геосистем (типов земель) может служить основой организации

территориального учета природных ресурсов с оценкой их потенциала и с прогнозированием последствий хозяйственной деятельности.

– организация геоинформационного (территориального) учета природных ресурсов (ГИС) параллельно с кадастровыми земельно-информационными системами (ЗИС) позволяет осуществлять совместный мониторинг за использованием и состоянием природных ресурсов с автоматической корректировкой данных.

– декодирование материалов дистанционного зондирования с выделением геосистем является промежуточным этапом составления почвенных карт, так как индикационные признаки геосистем более выразительны и в перспективе могут идентифицироваться автоматически.

– в исследованиях СПП геосистема (ПК) рассматривается в качестве основной территориальной единицы изучения, учета, рационального природопользования и охраны, а также типологического районирования.

В настоящее время в Беларуси карты типов земель М 1 : 50000 используются для технико-экономических обоснований (ТЭО) проекта “Инженерной защиты от затопления поймы р. Припять” (6 млн. га), землеустроительного проектирования (Пинский р-н Брестской обл. – 300 тыс. га), планирования интенсификации сельскохозяйственного производства (Житковичский р-н Гомельской обл. – 400 тыс. га), для организации природоохранной деятельности (Березинский биосферный заповедник и 3 национальных парка – 340 тыс. га) и М 1 : 2000 для проектирования дренажных сетей на мелиоративных объектах (1.2 тыс. га).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования СПП теоретически обосновывают дифференциацию природной среды на инварианты геосистем как территориальных единиц, диагностируемых на почвенных картах или материалах дистанционного зондирования, через выделение типизированных почвенных комбинаций (ПК), представляющих собою формализованные модели геосистем.

Формализация инвариантов предопределяет возможность геопространственного и статистического анализа информации ПК в базе данных СПП формата ArcInfo.

Типизация и холистический характер геосистем предопределяют возможности унификации их признаков, характеристик, направлений рационального природопользования и однозначной реакции на внешние воздействия стихийной или антропогенной природы с прогнозированием долгосрочных последствий изменения гомеостаза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий / Под ред. Кирюшина В.И., Иванова А.Л. М.: ФГНУ “Росинформагротех”, 2005. 784 с.
2. Арманд А.Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем. М.: Наука, 1988. 261 с.
3. Внутрихозяйственная качественная оценка (бонитировка) почв республики Беларуси по их пригодности для возделывания основных сельскохозяйственных культур. Метод. указания. НИГПИПИ / Под. ред. Смяяна Н.И. Минск, 1998. 26 с.
4. Геологический очерк Поволжья // Поволжье. Природа, быт, хозяйство. Л., 1925. С. 71–79.
5. Годельман Я.М. Исследование структуры почвенного покрова как научная основа его картографирования, оценки и организации сельскохозяйственного использования. Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Минск, 1984. 39 с.
6. Джеррард А.Дж. Почвы и формы рельефа. Комплексное геоморфолого-почвенное исследование / Под ред. Ю.П. Селиверстова Л.: Недра, Ленинградское отд., 1984. 210 с.
7. Докучаев В.В. Материалы по оценке земель Нижегородской губернии. Вып. I–XIV. 1882. 86 с.
8. Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды (географический аспект). М.: Мысль, 1981. 264 с.
9. Козловский Ф.И. Теория и методы изучения почвенного покрова. М.: ГЕОС, 2003. 536 с.
10. Мееровский А.С. Типология мелиорируемых земель Беларуси // Мелиорация переувлажненных земель. Минск, 1995. Т. XI. С. 158–185.
11. Механизмы устойчивости геосистем. М.: Наука, 1992. 208 с.
12. Никитина А.Н. Структура почвенного покрова – основа рационального использования земель центральной части Белорусской ССР. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Минск, 1985. 20 с.
13. Никитина А.Н. Шкала контрастности почв БССР // Структура почвенного покрова и использование почвенных ресурсов. М.: Наука, 1978. С. 52–57.
14. Прохоренко В.К. Методологические принципы общей динамики систем. Минск: Изд-во БГУ, 1969. 130 с.
15. Романова Т.А. Генезис почв Белоруссии // Почвоведение. 1999. № 9. С. 1076–1084.
16. Романова Т.А. Типология земель поймы р. Припяти по материалам аэрофотосъемки // Почвоведение. 1985. № 1. С. 5–14.
17. Сибирцев Н.М. Избр. сочинения. М.: Сельхозгиз, 1951. Т. 1. С. 404.
18. Сочава В.В. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1974.
19. Структура почвенного покрова (библиографический указатель отечественной литературы за 1965–1979 гг.). Минск, 1980. 100 с.
20. Топаз А.А. Анализ структуры почвенного покрова на основе цифровой обработки аэрофотоснимков (на примере долины р. Припяти). Автореф. дис. ... канд. геогр. н. Минск, 2005. 21 с.

21. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. М.: Мысль, 1972. 424 с.
22. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова: задачи и методы его изучения // Почвенные комбинации и их генезис. М.: Наука, 1972. С. 9–32.
23. Червань А.Н. Электронная карта СПП Белорусского Поозерья М 1 : 500000 // Пространственно-временная организация почвенного покрова: теоретические и прикладные аспекты. Мат-лы межд. науч. конф., Санкт-Петербург, 1–3 марта 2007 г. Санкт-Петербург: СПГУ, 2007. С. 373–375.
24. Юодис Ю.К. Опыт характеристики СПП сельскохозяйственных земель Литовской ССР // Почвенные комбинации и их генезис. М.: Наука, 1972. С. 150–157.
25. Андрэва В.Л. Інвентарызацыя і ацэнка глебавалісных рэсурсаў. Весці БДПУ. 2005. Сер. 3. № 1. С. 54–58.
26. Standortverteilung und Spezialisierung der landwirtschaftlichen Produktion // Land, Forst, Garten. Kleine Enzyklopedie. Leipzig: Verlag Enzyklopedie, 1959. S. 830–832.

Репозиторий БГПУ