

УДК 631.48

С.В. Лойко, Л.И. Герасько, С.П. Кулижский

Биологический институт Томского государственного университета (г. Томск)

ГРУППИРОВКА НОСИТЕЛЕЙ ПОЧВЕННОЙ ПАМЯТИ (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ АРЕАЛА ЧЕРНЕВЫХ ЭКОСИСТЕМ)

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта «Комплексная оценка состояния ресурсов биосферы и прогнозирование их состояния на основе современных технологий» в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. Мероприятие 1.1 (ГК № 02.740.11.0024).

Концепция памяти почв является очередным парадигмальным витком развития генетического почвоведения. Рассматриваются возможности нового информационного подхода к почвам и используемые при этом понятия. Приводится схема познавательного процесса в рамках парадигмы почвоведения В.В. Докучаева. На её основе сделана попытка определить ряд терминов, используемых в дальнейшем при группировке носителей почвенной памяти по пространственно-временным особенностям сформировавших их запись-процессов. Полученная группировка состоит из четырех уровней, разделенных на группы и подгруппы. В основу выделения уровней положены самые общие критерии, применяемые в практиках познания естественно-исторических тел. Это катастрофизм/униформизм записи; соответствие процесса современным факторным условиям либо его остаточная природа; континуально либо дискретно локализован процесс записи в пространстве либо на шкале времени. Уровень можно применить практически к любому носителю почвенной памяти, он в свою очередь включает в себя группы и подгруппы, в основе которых лежат частные критерии, уточняющие особенности носителя в пределах уровня. Все полученные единицы группировки носителей почвенной памяти снабжены примерами по северной оконечности ареала черневых экосистем.

Ключевые слова: почвенная память; эволюция и мониторинг почв; носители почвенной памяти.

С момента зарождения почвоведения центральными являются две его задачи. Суть первой состоит в предсказании по свойствам почв параметров факторов почвообразования, ответственных за их формирование, второй – в предсказании строения и свойств неизвестных почв по известным факторам, что обратно первой задаче. Успехи почвоведения, в первую очередь, можно оценивать по точности решения этих задач. Длительное время в почвоведении преобладали работы, решающие эти задачи с позиции актуализма, согласно которому почвы рассматривались как продукт современных условий почвообразования. Однако по мере накопления материалов было установлено, что для большинства почв наблюдается неполное соответствие между частью свойств и современными факторами, что вылилось в развитие теории эволюции почв.

В настоящее время общепризнанно, что почвы – это полигенетические тела природы [1–3], несущие в себе информацию о былых и современных био-, гео-, антропоферных взаимодействиях, что теоретически наиболее полно отражено в концепции памяти почв [4]. Ниже обсуждается познавательный потенциал концепции, на основании чего предлагается подход к сущностной группировке с использованием пространственно-временных критериев, носителей памяти того физического базиса, который несет информацию о современных условиях и истории почвообразования.

Методологические подходы

О памяти почв высказываются неоднозначные мнения среди ученых. Например, что это понятие не привносит ничего принципиально нового. В связи с этим мы решили вкратце рассмотреть некоторые методологические преимущества, которые оно даёт.

Гносеологическая значимость концепции заключена в возможности обобщения разнородной информации о генезисе, экологии, эволюции почв и почвенного покрова (ПП) в рамках одной теоретической конструкции, главной идеей которой является то, что любое почвенное свойство (признак, показатель) несёт информацию (обладает памятью) о той среде и процессах, которые его сформировали.

Подход к почвам как хранилищам разнообразной информации всегда использовался на *интуитивном* уровне: открыто не оговаривалось, что всё многообразие почвенных явлений в принципе может быть абстрактно сведено к записи, хранению, считыванию и удалению информации, а сама почва рассмотрена как информационная система. Возможность такого представления появилась после консолидации информационно-временных подходов изучения почв под эгидой искомой концепции [4–6]. Было положено начало оформлению соответствующего терминологического аппарата, позволяющего абстрагироваться от субстантивности явлений и более полно выявлять их сущностные стороны.

Рассмотрим последнее на примере объединения одним абстрактным термином четырех разномасштабных явлений:

- 1) Если изучать не только средние образцы иллювиальных горизонтов, но и отдельно анализировать кутаны, то можно значительно расширить генетическую интерпретацию почвенного профиля.

- 2) В работе [7] введен термин «микрокатена», обозначающий ПП склонов микрорельефа с трендовыми изменениями почвенных свойств вместо стохастического их поведения в элементарных почвенных ареалах (ЭПА), что примыкают выше и ниже к микрокатене.

- 3) Исследователи ПП особое внимание уделяют склонам, связывающим почвенные комбинации (ПК) автономных почв водоразделов и гетерономные почвы долин.

- 4) При разработке эволюционных проблем большое внимание уделялось почвам бореального экотона (по [8]), где были сформулированы классические гипотезы проградации подзолистых почв и деградации черноземов. По-

вышенный интерес к этим явлениям различных размерных классов объясняется в рамках информационного подхода [9] тем, что все они: кутаны, микрокаты, склоны, зональные экотоны, относятся к *поверхностям раздела*, в которых процессы морфогенеза достигают наибольшего напряжения (фронт морфогенеза) и наиболее полно отражают изменчивость систем, в то время как разделяемая ими *внутренняя масса* отвечает за наследственность, консервируя остаточные свойства.

Холистическое направление изучения памяти почв позволяет осознать почвы как информационные хранилища, которые, в отличие от осадочных пород, содержат информацию, не осредненную по водосборному бассейну, а распределенную дискретно, в каждой точке ландшафта, где есть почвенное тело [4]. Учение о памяти почв необходимо для информатизации почвоведения на генетической основе с целью наиболее полного извлечения того колоссального количества потенциальной информации, что содержится в почвах (например, почвы местной геосистемы заключают 11 млн терабайт [9]). Благодаря ему почвоведение идёт в ногу со временем, временем парадигмального перехода модерна к постмодерну, в котором доминирует мозаичная организация информации.

Важно понимать, что записанная в почвах информация несёт не только пассивную роль свидетеля о прошлом, но и является мощным управляющим фактором в экосистемах и ландшафтах, предопределяющим во многом их будущее. Почвы, в которых физически записана информация о былых взаимодействиях, могут рассматриваться как некие аналоги «ДНК экосистем», детерминирующие как процесс отбора биологических видов (из общего потока диаспор в экосистему) в сукцессионном процессе, так и функционирование экосистемы. То есть именно эдафотоп, а в конечном счете те или иные конкретные почвенные свойства определяют те виды растений, которые будут более успешны в конкурентной борьбе в пределах конкретной ПК.

Так, если осуществляется трансформация коренного биоценоза (пожары, рубки, выпас и т.д.), то при сохранении эдафотопа запускается вторичная сукцессия и в относительно краткие сроки через ряд серийных сообществ восстанавливается коренная экосистема. В этом случае, именно благодаря информации, сохранившейся в почве о бывшей экосистеме, запускается сингенетическая сукцессия, типичная для данных почвенных условий. Если же будет уничтожен весь биогеоценоз, вплоть до почвообразующей породы, то вначале запустится первичная сукцессия с рядом эндоэкогенетических смен, что отложит возникновение биоценоза и сингенетической сукцессии, аналогичной той, что происходила на квазиравновесных почвах до их полного уничтожения, на неопределенное время.

При знакомстве с концепцией возникает вопрос: а зачем необходимо понятие «память», в чем его отличие от термина «информация»? Какие позиции занимают эти два термина в познавательной схеме почвоведения? В наиболее общей трактовке *информацию понимают как меру уменьшения неопределенности ситуации после поступления сообщения*. То есть, по сути, это формализованный сигнал, выраженный, например, в двоичной системе счисления через «единицы и нули». В почвоведении к информации можно отнести так

The diagram illustrates the 'Informational Memory' model. It features a central cycle of information processing:

- Information (информация):** Represented by a stack of papers labeled 'ПОЧВА' (Soil). An arrow labeled 'считывание' (reading) points from the soil to the 'Memory' stage.
- Memory (память):** Contains two ovals representing stored information. The top oval is labeled 'Отбор и перевод в смысловые единицы' (Selection and translation into meaningful units) and contains binary code. The bottom oval is labeled 'формулирование «общих мест»' (formulation of 'general places') and contains a text description of a soil profile. An arrow labeled 'б' points from the top oval to the bottom one.
- Hypotheses and Theories (Гипотезы и теории):** Represented by two circles labeled 'а' at the bottom. An arrow labeled 'в' points from the bottom oval of the 'Memory' stage to these circles.
- Feedback:** An arrow labeled 'В' points from the 'Hypotheses and Theories' back to the 'Information' stage, completing the cycle.

Рис. 1. Схема познавательного процесса в рамках докучаевской парадигмы: *а* – «очки» парадигмы и обслуживающих её теорий/гипотез; *б* – прямое влияние парадигмальных представлений на процесс содержательной интерпретации информации (синтез памяти); *в* – косвенное влияние парадигмы на методологию изучения (получение первичной информации) почв

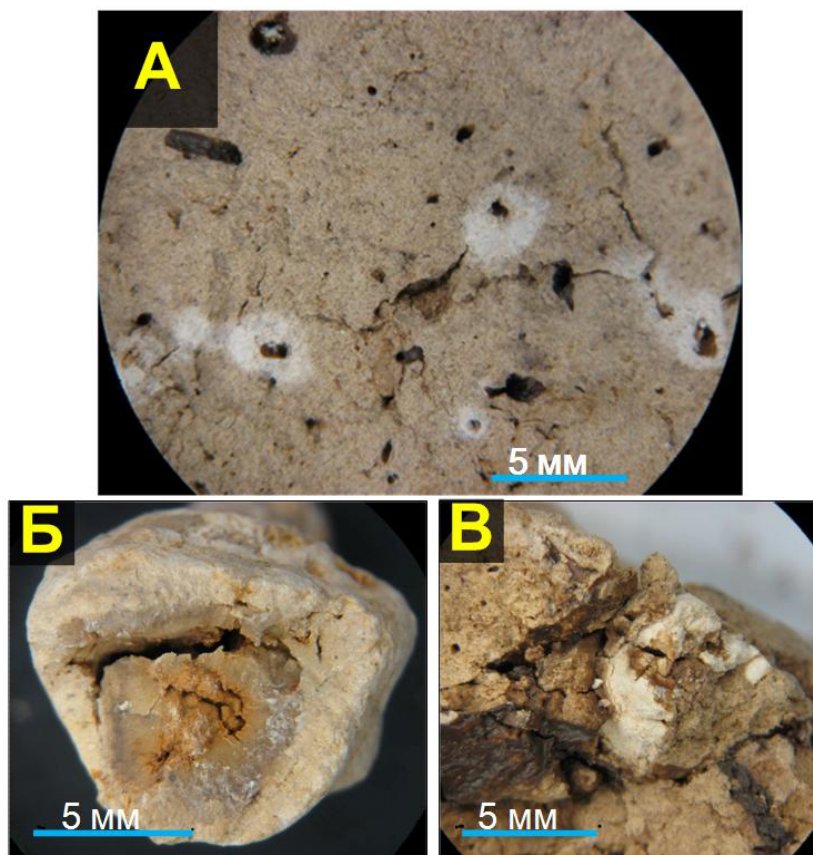


Рис. 2. Карбонатные новообразования почв Томь-Яйского водораздела:

- А* – околопоровые выделения на глубине 200 см (р. 24, гор. Сса);
- Б* – окремный журавчик на глубине 100 см (р. 1, гор. ВСса,г);
- В* – мелкие белесые конкреции на глубине 105 см (р. 27, гор. DBТса)

Группировка носителей почвенной памяти

Номер группы	Группы носителей	Критерий выделения группы носителей	Примеры носителей, встречающихся в исследуемых почвах
Уровень А. Природа, характерное время твердофазной экспликации и историчность действия процесса			
A.1.	<u>Дальней памяти</u>	В современной факторной обстановке процессы формирования отсутствуют либо крайне слабо выражены	Сюда относятся носители, как правило, с длинными характерными временами
A.1.1.	Литогенные	Являются процессами литогенеза. Строго говоря, литогенные носители не относятся к почвенной памяти, но включены сюда, так как всегда описываются исследователями и несут важную информацию	Лессовые характеристики: геометрия порового пространства, карбонатность, пылеватость
A.1.2.	Захваченные	Включенные в современные почвы в виде фрагментов, оставшихся от доголоценовых почв, уничтоженных в периоды активизации литогенеза	По-видимому, сюда можно отнести встречающиеся в ВТ горизонтах включения прогумусированного и насыщенного углями материала
A.1.3.	Реликтовые	Сформированы былыми почвообразовательными процессами, протекавшими в пределах современного твердофазного каркаса почвы	Магистральная трещинная сеть текстурного горизонта с частью кутан, прилегающих к ВПМ
A.1.3.а.	Стираемые	Носители, находящиеся в агрессивной для них среде	Карбонатные журавчики и прожилки, кости палеофауны
A.1.3.б.	Обновляемые	Процесс, ответственный за формирование, активно действовал ранее субатлантического времени голоцена, однако в настоящее время протекают «мимикрирующие» под него по последствиям процессы, поддерживающие существование носителя	Вторые гумусовые горизонты, если принять их генетическую трактовку как наследие климатического оптимума голоцена, поддерживаемые в настоящее время благодаря матричной застройке гуминовых кислот
A.1.3.в.	Законсервированные	Благодаря выходу из активной зоны почвообразования могут сохраняться неопределенно долгое время	Кутаны нижней части текстурного горизонта бледногодара перерезания трещинной сети, выведенные из зоны действия инфильтрующихся вод
Группы «а, б, в» выделены как дополнительные характеристики реликтовых носителей, однако могут применяться и для групп A.1.1 и A.1.2.			

Номер группы	Группы носителей	Критерий выделения группы носителей	Примеры носителей, встречающихся в исследуемых почвах
А. I.	<u>Ближней памяти</u>	Процессы, формирующие носители, соответствуют современным условиям и близкому к ним почвообразованию субатлантического времени	Сюда могут быть отнесены носители, имеющие самые различные характерные времена, но с началом формирования не ранее начала субатлантического периода
	Эфемерные	Исчезают за короткий срок после исчезновения процесса либо синхронны с ним	Ряды данных по режимным характеристикам (E_h , NH_4^+ , температуры, параметры солевого профиля), опад растительности
	Короткоживущие	Времена твердофазной экспликации процесса составляют десятки – первую сотню лет, что делает эту группу носителей наиболее удобной при проведении ретроспективного мониторинга почв [20]	Гумусовые горизонты и их свойства, биотурбационные и антропогенные нарушения. Стойкость постагрогенных горизонтов. Профиль аморфных форм железа. Физико-химические свойства
	Долгоживущие	Времена твердофазной экспликации процесса составляют более ста лет	Признаки элювиально-иллювиальной дифференциации по илу
А. II.	<u>Сквозной памяти</u>	Процессы, формирующие носители, действовали на протяжении большей части голоцена с той или иной степенью интенсивности и продолжают действовать и поныне, являясь сквозными для всего голоцена. Формирующие процессы характеризуются продолжительными характерными временами	Развитые кутанный комплекс, элювиальные горизонты, профиль выщелачивания карбонатов, почвенные комбинации
Уровень Б. Особенности проявления процессов записи (и носителей соответственно) в пространстве			
Б. I.	<u>Континуальные</u>	При выбранном масштабе и разрешающей способности метода изучения процесс записи осуществляется в каждой точке («пиксель») почвенного пространства	Физические объемные носители, протяженность превышает толщину в сотни и тысячи раз
	Предельные	При выбранном масштабе изучения выдержаны в пространстве (2–3D), но имеют границы в пределах изучаемой области, обусловленные сменой одного из фактора, как правило, геогенного	Вторые гумусовые горизонты, темнокутанные иллювиальные горизонты
Б. I. I.			

Номер группы		Группы носителей	Критерий выделения группы носителей	Примеры носителей, встречающихся в исследуемых почвах
	Б.1.2	Беспредельные	При выбранном масштабе изучения выдержаны в пространстве и не имеют границы, характеризующаясь изменениями свойств и выхода за пределы изучаемой области	Профиль выщелачивания, элювиальные горизонты, голоценовый микрорельеф
Б.П.		<u>Дискретные</u>	При выбранном масштабе процессы записи всегда имеют локализацию, а носители представлены как точки либо линии, пятна	Физические объемные носители, протяженность превышает толщину не более чем в 100 раз
	Б.П.1.	Закономерно-периодические	Носители распределяются в пространстве с неким периодом, имеющим вариативные отклонения	Сеть магистральных трещин в горизонтах BT2 и BC
	Б.П.2.	Случайные	Случайно распределены в пространстве, что возможно описать и предсказать статистически	Ветровальные почвенные комплексы, предельные структурные элементы под муравейниками
	Б.П.3.	Антропологичные	Подчинены логике антропогенеза	Постагрогенные почвы, микрорельеф колен в местах лесоразработок
Уровень В. Характер протекания записи во времени				
В.1.		<u>Плавные</u>	При минимальном разрешении в 1 год запись на носители осуществляется постоянно во времени	Сюда можно отнести множество ЭПП, например гумусообразование
В.П.		<u>Катастрофичные</u>	В выбранном временном масштабе запись протекает одномоментно и может активизировать запись информации на плавном носителе	Пихтовая фитотурбация с образованием ветровального почвенного комплекса. Выгорание дебриса в сухой год в старовозрастном лесу
	В.П.1.	Периодические	Импакты повторяются во времени периодически и связаны с годичной цикличностью либо с несколько более длительными ритмами природы	Ход червя в горизонте EL. Растрескивание при просыхании
	В.П.2.	Эпизодические	Импакты не связаны либо связаны косвенно с природной ритмикой	Ход крота в горизонт EL. Поступление углей при пожаре
	В. _ . а.	повторимые	Есть условия для записи аналогичной информации (копирование)	Ветровальный почвенный комплекс в старовозрастном лесу
	В. _ . б.	принципиально повторимые	Когда нет ограничений со стороны геогенных и биоклиматогенных факторов, но существуют экосистемные или антропогенные ограничители протекания	Морфонные ветровальные комплексы элювиального горизонта, корневые закладки в почве на лесном лугу

Номер группы	Группы носителей	Критерий выделения группы носителей	Примеры носителей, встречающихся в исследуемых почвах
		ния процессов записи. При снятии ограничителей процесс записи через какое-то время восстанавливается	
	В...в. неповторимые	В силу наличия непреодолимых, при свободном развитии экосистем, запретов на запись	Криогенные деформации, текстура породы, агрогенные горизонты в областях деградирующего земледелия
	Группы «а, б, в» выделены как дополнительные к катастрофическим и плавным носителям и характеризуют принципиальную возможность осуществления процесса записи. В какой-то мере они перекликаются с уровнем А и могут быть как от дальней, так и от ближней памяти. Отнесение носителей к одному из пунктов осуществляется с учетом внешних условий, что следует оговаривать		
Уровень Г. Почвенная самостоятельность процесса записи носителя. Данный уровень в той или иной мере отражен в предыдущем, однако выделен, так как позволяет уловить момент записи информации на носитель			
Г.1	Инситные	Процессы, при условии наличия всех факторов почвообразования («в живой почве») протекающие при любых значениях их параметров. Эти процессы осуществляются in situ по отношению к почве, т.е. не требуют никаких дополнительных агентов извне	Гумусоаккумулятивные горизонты, почвенная структура, профиль выщелачивания, карбонатный профиль
Г.2	Экзитные	Протекание записи-процесса обусловлено внешними по отношению к почве условиями. Возникают не при любых значениях параметров факторов почвообразования либо могут быть с ними вообще не связаны. Процессы имеют ex situ причину, т.е. требуют действия дополнительных по отношению к почве агентов	Почвенные ветровальные комплексы. Антропогенные трансформации морфогенетического облика (агрогенные и постагрогенные горизонты, коллейный микрорельеф и т.д.). Сферические магнитные частицы, тяжелые металлы, поступившие при эмиссии из антропогенных пулов

называемый фактический материал («фактура»): физико-химические параметры, морфологические описания, данные о свойствах горизонтов в пространстве, т.е. все то, что исследователь получает при первичном изучении почв (в том числе и лабораторными методами). Сама по себе информация не несёт смысловую нагрузку, что можно наглядно представить, если рассмотреть следующий пример: знакомство «непочвовед» с фактическими данными о почвах, когда для неспециалиста все эти данные «всего лишь цифры», не несущие ничего содержательного. Лишь отбор и последующая интерпретация в рамках определенных теоретических воззрений формируют содержательные высказывания, которые и представляют собой память. То есть *память есть не только информация, это понятие шире и включает также содержательные высказывания, сделанные на основе интерпретации информации в рамках принятой гипотезы (теории) и, шире, парадигмы* (рис. 1, на вклейке).

На основе памяти возникают новые гипотезы/теории, а также корректируются старые. Получается интересная циклическая схема, «замкнутый круг», когда не только «фактура» и память формируют гипотезы/теории, но и сами гипотетико-теоретические предпосылки влияют на интерпретацию первичной информации, да и на саму методологию «считывания» фактического материала, а также отбор тех фактов, что в дальнейшем будут включены в процесс анализа. При этом единственным независимым элементом здесь остается парадигма, которая влияет на входящие в неё элементы, оставаясь при этом неподконтрольной со стороны последних.

Подобный познавательный «круг» приводит ряд философов к крайним позициям в отношении научной методологии. Так, П. Фейерабенд [10], формулируя свой эпистемологический анархизм, показал на примерах из истории науки, что парадигма возникает даже раньше, чем обнаружены соответствующие факты действительности, которые апостериорно подбираются для доказательной базы. Возможно, нечто подобное было и в почвоведении, когда В.В. Докучаевым была описана суперпозиционная формула почвообразования («соль докучаевской парадигмы»): $почва(f) = (климат \times рельеф \times почв. \text{ породы} \times биота) \times время$, изначально трактуемая излишне актуалистично, что на первых этапах развития науки о почвах вылилось в недооценку полигенеза почв и переоценку климата и привело к закреплению за докучаевским почвоведением ярлыка «климатического». Ярким примером этому служат почвенные карты СССР, созданные в середине XX в., на которых в Восточной Сибири было показано широкое распространение подзолистых почв. Это стало следствием того, что парадигма требовала, чтобы на всех таежных пространствах были подзолистые почвы, поэтому без какого-либо фактического подтверждения этот постулат был распространен на всю территорию тайги СССР.

В дальнейшем всё большее накопление фактов приводило к корректировке обслуживающих теорий, при этом парадигмальная основа остаётся без изменений, почва по-прежнему рассматривается как функция, отражение. Итогом развития почвоведения и всё большего осознания многообразных аспектов хранящейся в почвах информации явилось появление рассматриваемой концепции, где основой является всё та же докучаевская парадигма,

но информация переводится в память почв о био-, гео-, антропоферных взаимодействиях. Из сказанного следует, что понятие «память» не является избыточным, а органично встраивается в процесс познания педосферы.

Сделаем попытку хотя бы предварительно дать определения некоторых ключевых терминов, часть из которых при интуитивном восприятии мыслятся синонимично.

Носители почвенной памяти – абстрактные группы субстратных результатов педогенеза, записанные в почвенном теле. Понимается несколько шире терминов «свойства» и «параметры», так как последние скорее атрибуты носителей и к тому же для ряда носителей памяти их невозможно применить. Например, ареал почвы, отображенный на почвенной карте, что это: свойство или параметр, тогда чего? почвенного покрова? Скорее так: носителями памяти ПП являются ареалы почв, которые в свою очередь описываются свойствами и параметрами. То есть носитель – это познавательная абстракция над конкретными почвенными явлениями.

Запись-результаты – конкретные твердофазные продукты педогенеза (либо экzogенеза), а не их абстрактные группы. То есть то, с чего мы, используя методологические приемы, производим считывание информации. Например, подстилочный горизонт (О) и кислая реакция среды (рН) есть *носители почвенной памяти* о гумидном климате с развитием сопутствующих процессов образования низкомолекулярных органических кислот и образования мор-гумуса; при этом наличие в конкретной точке значения рН = 3,5 в горизонте А2 и горизонте О мощностью 15 см есть *запись-результат* ведущей роли названных процессов. Ближе понятию «носитель» и в ряде случаев может перекрываться с ним.

Почвенная информация – качественно либо количественно формализованное значение запись-результата (значения, материал для статистики и вычислений).

Три вышеприведенных термина традиционно выглядят синонимично в силу перекрытия семантических полей и представляются расширяющими, раскрывающими различные аспекты общего, широко используемого термина «почвенное свойство».

Запись-процессы – те процессы почвообразования со свойственными им механизмами, что обуславливают появление запись-результатов, объединяемых в носители почвенной памяти.

Для лучшего раскрытия соотношения этих терминов можно составить высказывание: абстрактные *носители почвенной памяти* состоят из субстратных *запись-результатов*, образованных путем реализации *запись-процессов*, и несут *почвенную информацию*, получаемую после реализации методологии считывания.

Материалы и методики исследования

Попытаемся изложить пространственно-временной подход к классификации носителей почвенной памяти на примере почв и ПП черневой тайги Томь-Яйского междуречья, которое является областью сочленения Томь-

Колыванской складчатой зоны и Кузнецкого Алатау. Склоны Томь-Яйского междуречья заняты зональными подтаежными ландшафтами, где преобладающими почвами являются автоморфные серые и серые метаморфические. Почвы с ЕL горизонтом занимают подчиненные местоположения. Ведущим типом растительности являются мелколиственные коротконожковые леса. При приближении к центральной области междуречья с отметками высот более 200 м подтаежные экосистемы [11–13] сменяются темнохвойной осиново-пихтовой высокотравной черневой тайгой [14, 15], относящейся к северной части ареала черневых экосистем. Следуя за [16], черневая тайга рассматривается как переходная от черневых лесов («черни») к бореальной темнохвойной тайге. При этом для объединения этих двух понятий нами используется термин «черневые экосистемы», под которыми понимаются все травяные леса гор и предгорий Юга Сибири с господством пихты в древостое и с почвами без органогенных горизонтов.

ПП центральной области междуречья разделяется на два типа ПК. Первый тип приурочен к плоским водораздельным пространствам первого и второго порядков, где доминируют комплексы и сочетания дерново-подзолистых глубоко- и сверхглубокоосветленных глееватых с наличием вторых гумусовых горизонтов и подчиненных им по микрорельефу серых, темно-серых темнокутаных и органо-аккумулятивных глееватых и глеевых почв. Второй тип ПК распространен на водоразделах более низких порядков, расчлененных потяжинно-лощинно-балочной сетью, и склонах долин. Преобладают дерново-сверхглубокоподзолистые почвы, а в лощинах – серые, темно-серые глееватые темнокутаные со вторыми гумусовыми горизонтами почвы [17]. Именно второй тип наиболее полно соотносится с экосистемами черневой тайги Салаира и Кузнецкого Алатау [13, 15, 17]. Таежные ландшафты вершины междуречья рассматриваются как проявление первой ступени высотной зональности за счёт локальной фронтальной активности в зоне условного рельефа Кузнецкого Алатау, а также различной палеогеографии вершины и склонов междуречья.

Исследовались морфогенетические свойства почв сопряженно с анализом геоморфологических условий и растительного покрова. Также проводилось лабораторное аналитическое и мезоморфологическое исследование почвенных горизонтов, морфонов и морфем. Полученные результаты [13, 17, 18] используются в качестве иллюстрации к приведенной ниже классификации носителей почвенной памяти.

Результаты исследования и обсуждение

Дальнейшее развитие рассмотренной концепции зависит от оформления полноценного дискурса, чему должны способствовать различные группировки и классификации, увязанные с логикой памяти. Ниже нами предлагается группировка, построенная вокруг ключевого понятия концепции «запись», которое может пониматься двояко:

- как процесс (микро- и макропроцессы по Роде, элементарные почвообразовательные процессы, элементарные ландшафтно-геохимические процессы по Козловскому) создания следа на твердофазном носителе;

– как результат этого процесса, тот след, в котором запечатлена информация о процессе.

Запись-процесс формирует запись-результат. Процессы записи информации специфичны на каждом из иерархических уровней почв. Так, в пределах горизонтов и почвенного профиля запись осуществляется по тетраде [4]: факторы → процессы функционирования → элементарные почвообразовательные процессы (запись-процессы) → свойства. Запись-процессы можно сравнить с «пишущими головками», ареной действия которых являются морфемы, морфоны, горизонты. На уровне катен в действие вступают уже ландшафтно-геохимические запись-процессы с ареной действия – почвенным покровом, а запись-результаты представлены латеральными телами.

В почвоведении и смежных науках разработано много группировок и классификаций для запись-процессов и запись-результатов. По причине того, что формирование почвенной памяти происходит на последнем этапе тетрады, когда запись-процессы формируют запись-результаты, нами в настоящей статье предложен следующий вариант группировки: запись-результаты (в виде обобщающих их носителей почвенной памяти) группируются по пространственно-временным особенностям сформировавших их запись-процессов. Применение этого слабо разработанного подхода наиболее полно отвечает сути свойств почв как памяти об условиях формирования. Стоит отметить, что часто для одних и тех же носителей предлагаются различные механизмы формирования (например, общеизвестная дискуссия о механизмах образования вторых гумусовых горизонтов и текстурного профиля на суглинистых породах тайги). Однако, несмотря на это, обычно с той или иной долей точности можно говорить о принципиальных характеристиках процесса, поэтому для большинства носителей современных почв применение группировки видится возможным.

Полученная группировка состоит из четырех уровней, разделенных на группы и подгруппы (таблица, на вклейке). В основу выделения *уровней* положены самые общие критерии, применяемые в практиках познания естественно-исторических тел. Это катастрофизм/униформизм записи (в выбранном временном масштабе срок действия процесса на шкале времени выглядит как точка либо как отрезок). Соответствие процесса современным факторным условиям либо его остаточная природа. Континуально либо дискретно локализован процесс записи в пространстве либо на шкале времени. Уровень можно применить практически к любому носителю почвенной памяти, он в свою очередь включает в себя *группы и подгруппы*, в основе которых лежат частные критерии, уточняющие особенности носителя в пределах уровня. В итоге любой носитель может быть охарактеризован несколькими группами/подгруппами в пределах каждого уровня. При разработке уровня «А» мы опирались на работы [1, 4, 6 и др.]. Названия для групп либо взяты в указанных источниках, либо приведены авторские, так как был выбран несколько иной принцип, положенный в основу группировки. Так как точкой опоры при разработке группировки служили данные по почвам черновой тайги, то вполне возможно, что, опираясь на, допустим, почвы аридного климата, можно было бы получить иную структуру группировки (хотя бы за счёт легкорастворимых солей).

При группировке носителей необходимо выполнение двух условий:

1. Выбор для рассматриваемого носителя иерархического уровня. Это необходимо, чтобы определить, как в выбранном масштабе предстаёт носитель перед исследователем. К примеру, на горизонтном уровне глинистые кутаны представлены морфонами – дискретными образованиями с локализацией в трещинах. При выборе уровня почвенных комбинаций и рассмотрении автоморфно-гидроморфных микроструктур они будут отображены в виде соответствующих почвенных горизонтов, ведущих себя континуально с постепенными переходами. Если же выбрать уровень почвенных ландшафтов либо региональный уровень, то почвы с глинистыми кутанами будут отображены в виде дискретных почвенных контуров.

2. Учёт масштаба действия процесса во времени. В критериях группировки для этого применяется понятие *твердофазной экспликации процесса*, которое, в отличие от *характерного времени*, предполагающего срок достижения свойством квазиравновесного состояния с факторами [1], подразумевает то время, за которое в твердой фазе почвы появляются вызванные протеканием процесса достоверно диагностируемые изменения. То есть твердофазная экспликация процесса предполагает *экспликационное время*, величина которого будет во многом определяться используемыми методами диагностики («на глаз» либо через сканирующий электронный микроскоп) и зависеть от скорости достижения продуктом почвообразования накопления до величин чувствительности метода. Характерное время определяет тот срок, за который сформируется тот почвенный морфогенетический элемент (от морфемы к ЭПА), который является равновесным пределом, достигаемым суммой накопления остаточных продуктов функционирования рассматриваемого процесса (полно развитый горизонт, конкреция, кутанный комплекс, ЭПА, ПК, ПП). К примеру, твердофазная экспликация элювиально-иллювиальной дифференциации по илу (осветленные морфемы, белесоватая присыпка) составляет не более 300–400 лет, а характерное время формирования горизонта A2 – более 5 000 лет [19].

После проведения группировки каждому изученному носителю можно присвоить атрибут либо в виде описаний именами из таблицы, либо адресным (кодовым) выражением, которое может быть использовано при составлении баз почвенных данных. Приведем группировку носителей почвенной памяти на примере карбонатных новообразований, имеющих широкое распространение в черневой тайге вершины Томь-Яйского междуречья. Из всех изученных новообразований в рассматриваемых почвах к наиболее глубоко залегающим относятся карбонатные, в целом не являющиеся облигатными для черневых экосистем. Так, в почвах Салаирского кряжа они вскрываются на глубинах 2–3 м, где представлены равномерно рассеянным по всему горизонту кальцитом, зерна которого мелкие [21, 22], в Кузнецком Алатау и Горной Шории наличие карбонатного горизонта для почв не характерно [23].

На основании работ [3, 23, 24] и наших наблюдений сделан вывод о том, что отсутствие карбонатов в глубоких горизонтах части ареала черневых экосистем обусловлено по большей части не их выщелачиванием, а почвообразованием на исходно бескарбонатном материале покровной глины, пере-

крившей карбонатные отложения на рубеже голоцена и плейстоцена. Происхождение покровных бескарбонатных глин представляется эоловым, в то время как лежащие ниже карбонатные глины могли формироваться и в аквальной обстановке. Таким образом, бескарбонатную толщу нельзя рассматривать как зону голоценового выщелачивания, она намного меньше и по нашим наблюдениям составляет от 15–20 см в условиях рассеивающих крутых склонов, до 60 см и более – на собирающих склонах и в ложбинах. Такая незначительная мощность зоны выщелачивания объясняется тем, что доступ почвенных растворов трещинной сети карбонатного горизонта к карбонатам внутрипедной массы блокируется кутанами. По кутанам магистральных трещин области выщелачивания проникают намного глубже, вплоть до глубин 40 см вглубь карбонатного горизонта, т.е. в верхней части карбонатного горизонта проявляются резкие геохимические различия между внутрипедной массой и поверхностями раздела.

На вершине Томь-Яйского междуречья, кроме рассеянного кальцита, обнаружены две формы карбонатных новообразований (рис. 2, на вклейке):

1) Карбонатные прожилки и околоторовое окарбонирование (рис. 2, А, на вклейке). Типичный для почв водораздела тип новообразований. Количество их невелико, а образование свидетельствует о былом испарении растворов из ВПМ в поры. Стенки пор с околоторовыми карбонатами покрыты тонкой глинистой кутаной, свидетельствующей об остаточной природе выделений.

2) Конкреционные формы (журавчики, нодулы). Редкая форма новообразования. Встречаются на плоских останцовых водоразделах и в почвах верхних сегментов южных склонов средней крутизны балочной сети, реже на склонах северной экспозиции (см. рис. 2, Б, В, на вклейке).

Проведем группировку карбонатных носителей памяти почв для трех иерархических уровней.

При рассмотрении автоморфно-полугидроморфных микроструктур в пределах элементов почвенных ландшафтов (термин по [25]) необходимо оперировать таким носителем, как карбонатные горизонты, которые имеют следующий код: А.І.(1.+3.)(а.+в.)–Б.І.1.–В.І.в.–Г.2. Это в генетическом прочтении говорит о формировании карбонатных горизонтов на бывших этапах литогенеза и почвообразования в условиях площадной аккумуляции с привносом соответствующего материала извне. В настоящее время карбонаты этих горизонтов подвергаются тотальной стирающей эволюции и их накопление уже не может осуществляться в пределах почвенного профиля.

На горизонтном и морфонном уровнях выявляются, кроме сплошной пропитки, карбонатные новообразования, распределенные дискретно в форме прожилок и журавчиков, причем последние приурочены к участкам плоского рельефа либо палеоложбин, ныне прорезанных балками. Цифровой код для новообразований будет следующим: А.І.3.(а.+в.)–Б.ІІ.(1.+2.)–В.І.в.–Г.1. Изменения кода произошли на уровнях А, Б и Г, что с генетических позиций говорит о том, что прожилки и журавчики являются реликтовыми носителями памяти, распределенными в пространстве дискретно: прожилки – закономерно, будучи приурочены к порам, а журавчики – случайно, не имея строгой привязки в пределах горизонта. Формирование их происходило плавно, для осуществления записи не требовалось условий *ex situ*, т.е. большую роль в

формировании карбонатов играло постлитогенное гидрогенное перераспределение карбонатов (первоначальный литогенный пул карбонатов был подвергнут гипергенной модуляции в соответствии с рельефом).

Если рассмотреть на уровне почвенных комбинаций конкреционно-карбонатные почвы, то код будет иметь следующий вид: А.І.З.а.–Б.ІІ.І.–В.І.в.–Г.І. Изменения свидетельствуют, что формирование конкреций было приурочено к почвенным комбинациям плоских водоразделов либо ложбинам древней гидросети, по которым ныне сформировались балки.

Рассмотрев карбонатные носители памяти почв, можно предложить гипотезу, согласно которой ландшафты северной части ареала черневых экосистем прошли одну либо две стадии (например, дополняя друг друга во времени) накопления лессовидных глин и карбонатов в ландшафте. Стадии могли быть следующими:

- 1) аридного педокосма с накоплением карбонатов в результате выветривания пород аквального/субаэрального седиментогенеза (почвенная теория облессовывания) либо поступления эоловой карбонатизированной пыли;
- 2) аквального лито/педогенеза с возможной карбонатизацией осадков.

Стадии либо сменяли друг друга, либо имела место одна из них, но предполагающая и аккумуляцию осадка, и его карбонатизацию. Уже после этого наступил предголоцен-голоценовый этап модуляции карбонатного пула в условиях слабо-расчлененного рельефа и погребения бескарбонатным материалом, скорее всего, эолового происхождения. С повышением абсолютных высот к югу (Кузнецкий Алатау) карбонатные горизонты исчезают, видимо, не формировались там ранее и криостепи/аквальные обстановки карбонатного седиментогенеза.

Заключение

Разработанная группировка может иметь различное применение, так как позволяет разносторонне оценить почвенные явления по степени их пригодности к отражению динамики как самих почв, так и формирующих их почвообразователей. Это может быть полезным при выборе системы показателей мониторинга почвенных объектов, когда, исходя из целей, можно выбрать носители памяти, адекватно отражающие пространственно-временные порядки изменчивости почвенных систем. Также группировка может найти применение при проведении генетических исследований, особенно в ландшафтах с полигенетичными почвами и активной современной трансформацией. В таких случаях исследователь имеет дело со множеством разнообразного материала, который необходимо сравнивать, соотносить, а предложенная группировка позволит объединить в едином ключе разнообразные почвенные свойства и явления различных временных (по характерным временам) и иерархических порядков, тем самым упростив задачу анализа с позиций концепции памяти почв.

Литература

1. Соколов И.А. Теоретические проблемы генетического почвоведения. Новосибирск : Гуманитарные технологии, 2004. 288 с.

2. Александровский А.Л., Александровская Е.И. Эволюция почв и географическая среда. М. : Наука, 2005. 223 с.
3. Воробьева Г.А. Почва как летопись природных событий Прибайкалья: проблемы эволюции и классификации почв. Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. С. 54–60.
4. Память почв: Почвы как отражение биосферно-геосферно-антропоферных взаимодействий. М. : Изд-во ЛКИ, 2008. 692 с.
5. Соколов И.А., Таргульян В.О. Взаимодействие почвы и среды: почва-память и почва-момент // Изучение и освоение природной среды. М. : Наука, 1976. С. 150–164.
6. Лебедева И.И., Тонконогов В.Д., Герасимова М.И. Географические аспекты почвенной памяти в мезоморфных почвах некоторых регионов Евразии // Почвоведение. 2002. № 1. С. 36–48.
7. Годельман Я.М. Неоднородность почвенного покрова и использование земель. М.: Наука, 1981. 200 с.
8. Коломыц Э.Г. Бореальный экотон и географическая зональность. М. : Наука, 2005. 390 с.
9. Козловский Ф.И., Горячкин С.В. Почва как зеркало ландшафта и концепция информационной структуры почвенного покрова // Почвоведение. 1996. № 3. С. 288–297.
10. Фейерабенд П. Против метода. Очерк анархистской теории познания. М. : АСТ, Хранитель, 2007. 413 с.
11. Герасько Л.И. Подтайга Западной Сибири: ландшафтно-динамические аспекты // Сибирский экологический журнал. 2007. № 5. С. 719–724.
12. Герасько Л.И., Аникеева С.А. Компоненты почвенного покрова подтайги Притомья: основные параметры, функционирование, систематика // Вестник Томского государственного университета. 2008. № 314. С. 187–193.
13. Лойко С.В., Герасько Л.И., Куликова О.Р. Сукцессии растительности на дерново-подзолистых почвах подтайги Томь-Яйского междуречья // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2010. № 4(12). С. 32–43.
14. Лебков В.Ф., Кузьмичев В.В., Филиппова О.Д. Изучение и оценка динамики пихтосиносовых древостоев черневой тайги // Совершенствование методов и устройства лесов Сибири. М. : Наука, 1967. С. 84–105.
15. Гаджиев И.М., Дюкарев А.Г. О своеобразии почв черневой тайги Томь-Яйского водораздела // География, плодородие, бонитировка почв Западной Сибири. Новосибирск : Наука, 1984. С. 56–79.
16. Назимова Д.И., Пономарев Е.И., Степанов Н.В., Федотова Е.В. Черневые темнохвойные леса на юге Красноярского края и проблемы их обзорного картографирования // Лесоведение. 2005. № 1. С. 12–18.
17. Лойко С.В., Герасько Л.И. Факторы дифференциации и компонентный состав почвенного покрова таежных экосистем Томь-Яйского междуречья // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2009. № 1(5). С. 63–70.
18. Лойко С.В. Географические особенности почв черневой тайги // Отражение био-, гео-, антропоферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове. Томск : ТМЛ-Пресс, 2010. Т. 1. 320 с.
19. Махонина Г.И., Коркина И.Н. Формирование подзолистых почв на археологических памятниках в Западной Сибири. Екатеринбург : Академкнига, 2002. 264 с.
20. Хитров Н.Б. Подход к ретроспективной оценке изменения состояния почв // Почвоведение. 2008. № 8. С. 899–912.
21. Корсунов В.М. Генетические особенности глубокоподзолистых почв черневой тайги Салаира и некоторые элементы современного почвообразования // Лесные почвы горного окаймления юго-востока Западной Сибири. Новосибирск : Наука, 1974. С. 133–192.
22. Ковалев Р.В., Корсунов В.М., Шоба В.Н. Процессы и продукты почвообразования в темнохвойных лесах. Новосибирск : Наука, 1981. 153 с.
23. Петров Б.Ф. Древняя кора выветривания и послетретичные отложения западной части Кузнецкого Алатау (Горная Шория) // Труды Почвенного института им. В.В. Докучаева. Исследования по вопросам генезиса почв. 1939. Т. XIX, вып. 2. С. 3–37.

24. Добродеев О.П. Состав и происхождение покровных глин Саяна и Кузнецкого Алатау // Вестник МГУ. Сер. Геогр. 1965. № 4. С. 33–40.
25. Иванов И.В. Соотношение уровней структурной, процессной и временной организации почвенных систем (опыт рассмотрения) // Эволюция почвенного покрова. История идей и методы, голоценовая эволюция, прогнозы. Пущино : ИФХиБПП РАН, 2009. С. 21–23.

Поступила в редакцию 30.05.2011 г.

Sergey V. Loyko, Ludmila I. Gerasko, Sergey P. Kulizhskiy

Biological Institute of Tomsk State University, Tomsk, Russia

GROUPING THE CARRIERS OF SOIL MEMORY (THE CASE OF THE NORTHERN AREA OF CHERNOVAYA TAIGA)

The concept of soil memory is a new paradigmatic step in the development of genetic soil science. It allows to analyze scientifically a great amount of accumulated and published factual material on soil and to view it in terms of memory. The possibilities of new information approach to soil and notions related to it are under consideration. It was concluded that further development of the concept requires formation of a special discourse, and that can be achieved through the establishment of various classifications. There is a scheme of the cognitive process within the paradigm of soil science of V.V. Dokuchaev. On its basis an attempt was made to determine a number of terms which are used while grouping the carriers of soil memory according to spatial and temporal characteristics of recording processes forming them. The derived grouping is made up of four levels, divided into groups and subgroups. The division of levels is based on the most common criteria used in the processes of learning natural and historical objects. That is catastrophism / uniformism of the record (in the chosen time scale duration of one process looks like a point or a segment). The correspondence of the process with factor conditions, or its residual nature. The recording process is localized in space or on the timescale, continually or discretely. The level can be applied to almost any carrier of soil memory, and it, in its turn, is made up of groups and subgroups, which are based on particular criteria, specifying characteristics of the carrier within the level. All units of the grouping of soil memory carriers are provided with examples from the northern extremity of taiga. While grouping, one should understand how the researcher views the object being examined, and what significant features it will possess. For that you should correctly identify the hierarchical level and scale of the process effect in time. After grouping every examined carrier is given a metric that can be represented by the names of levels / groups / subgroups, or by some addresses (codes), which can be used while forming soil databases. The grouping of soil memory carriers was based on soil samples taken in the submountain taiga in the South-East of Western Siberia. Therefore, it is possible that basing on soils of the arid climate, you could probably get a different grouping structure. The approaches stated can be used in the development of a metric for monitoring soil objects of different hierarchical levels, because they allow to evaluate soil properties in terms of their ability to reflect changes.

Key words: soil memory; evolution and monitoring; carriers of soil memory.

Received May 30, 2011