

УДК 631.456

ПОЧВЕННЫЕ СУКЦЕССИИ КАК ИММАНЕНТНЫЙ ЭЛЕМЕНТ МОРФОГЕНЕТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ ПОЧВ

© 2001 г. И.И. Васенёв, А.П. Щербаков

Воронежский государственный университет
ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, Курск

В статье анализируются изменения почв, происходящие в результате воздействия на них резких импактных нарушений строения профиля и/или условий почвообразования. При анализе возрастных рядов почв, образующихся или измененных в результате импактных воздействий, используется активно применяемый в динамической фитоценологии термин «сукцессия». Для сопоставления результатов исследований различных сукцессий почв предлагается их рабочая систематика. Обсуждается роль почвенных сукцессий и перспективные задачи их исследования.

Последние десятилетия характеризуются активным накоплением и обсуждением разносторонней информации о скорости изменения почвенных субстратов, горизонтов и профилей, о взаимовлиянии разновременной динамики почвенного покрова. Здесь еще остается много «белых пятен». Сохраняется актуальность многолетней дискуссии о значимости влияния быстро меняющихся параметров и режимов почв на изменение-формирование их консервативных характеристик. Большое научное и прикладное значение имеет анализ последствий импактных изменений устойчивых свойств почв на поведение их лабильных параметров и режимов [10, 16, 33, 41, 44]. Высокая сложность, полигенетичность и гетерохронность почвенных тел, а также сильное разнообразие скорости изменения их различных параметров (до 6-8 порядков) серьезно затрудняют решение поставленных вопросов и обуславливают современную актуальность их исследования для развития генетического почвоведения [11, 32, 37, 42, 48].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ПРИМЕРЫ ПОЧВЕННЫХ СУКЦЕССИЙ

Термин «динамика почв» отсутствует в толковых словарях по почвоведению [34, 43], но все более активно используется при описании изменений почв: от анализа годовых циклов питательных веществ до моделей вековой динамики почвенных профилей [4, 17, 30, 35, 38, 47]. Постепенно расширяются круг объектов и временные рамки применения термина, и он приближается к пониманию «динамики», принятому в физической географии, ландшафтоведении и фитоценологии, т.е. в наиболее близких почвоведению научных дисциплинах.

Следуя логике определения динамики ландшафта [29], под *динамикой почв* можно понимать *совокупность всех процессов изменения в почве под воздействием внешних факторов и в результате саморазвития, обусловленного взаимодействием ее компонентов*. Соответственно, раздел почвоведения, занимающийся изучением динамики почв, правомочно называть динамическим почвоведением [16] - по аналогии со ставшими уже традиционными направлениями динамической геологии, динамической геоморфологии, динамической климатологии и т.д.

По аналогии с биоценологией, в динамике почв можно выделить флуктуационные, сукцессионные, эволюционные изменения и катаклизмы (рис. 1). Основной формой морфогенетической динамики почв лесных и степных ландшафтов являются *почвенные сукцессии* - *локальные временные ряды почв с отчетливо выраженным направлением развития* (табл. 1). Они характерны для широкого класса ландшафтов, испытывающих импактные воздействия, и представляют собой структурный компонент сукцессий биогеоценоза [6].

Характер почвенных сукцессий определяется типом и глубиной *импактных воздействий* (*резкие, вызванные сторонними силами изменения строения почвенного профиля и/или факторов почвообразования*), последствия которых максимально выражены в почвах первых сукцессионных стадий. Результатом любого значимого воздействия являются: а) нарушение равновесия между почвой и окружающей средой; б) изменение сочетания ЭПП и повышение их суммарной интенсивности; в) трансформация старых и развитие новых горизонтов и профилей. Глубина сукцессионных трансформаций почвенных режимов, строе-

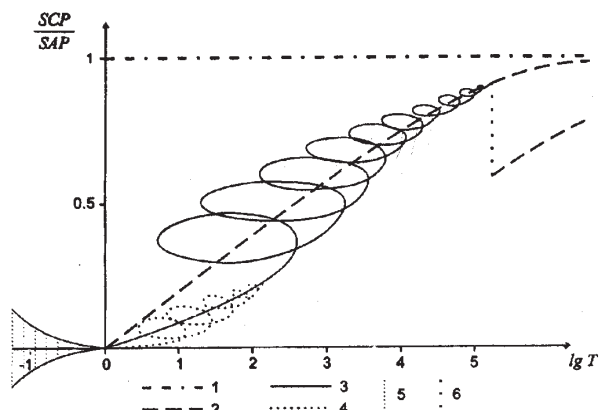


Рис. 1. Общая граф-схема морфогенетической динамики почв. 1- аттрактор (климаксная стадия) данного варианта почвообразования; 2 - эволюционные (макроременные) изменения почв; 3 - сукцессионные (мезоременные) изменения почв; 4 - флуктуационные (микроременные) изменения почв; 5 - почвенные режимы; 6 - почвенные катаклизмы. SCP/SAP - отношение текущих значений основных параметров морфогенетического профиля почв к их аналогам в профиле почвы-аттрактора.

ния профиля и состава субстрата может достигать одного метра и более. Средняя периодичность прохождения почв природных ландшафтов через контрастные сукцессионные стадии может составлять сотни-первые тысячи лет [7]. Флуктуации (или микросукцессии) почв, как динамические явления, граничные собственно сукцессиям и режимам, могут иметь периодичность в несколько лет и даже месяцев.

Почвенные сукцессии являются важным элементом биогеоценологической и динамики почвенного покрова различных природных и природно-хозяйственных ландшафтов. Многие исследователи [3, 7, 13, 45] отмечают связанную с ними высокую пестроту почв в пределах ограниченных территорий и участков. Явные признаки морфогенетической динамики почв нередко фиксируются даже на стенках фоновых разрезов заповедных почв [2, 7, 14, 27, 46].

Природное разнообразие почвенных сукцессий в том или ином регионе определяется наличием в нем

природных и антропогенных факторов резкого импактного нарушения почвенного покрова. В их число, в частности, входят:

- био- и криопедотурбации, нарушающие строение верхней части почвы;
- динамические педотурбации при движении верхней части или всего профиля почв по склону (крипп, оползни, солифлюкция, конжелифлюкция и т.п.);
- эрозия, дефляция и другие виды усечения верхней части почвы;
- погребение, насыпание на поверхность почвы нового для нее, материала, проработанного или непроработанного процессами почвообразования;
- агрогенные-постагрогенные сукцессии в агроландшафтах и при их зарастании;
- трансформации почв при резком изменении их водного режима;
- буревалы, вытаптывание, гари и палы, сопровождающиеся резкой сменой фитоценоза, серьезными изменениями микроклимата и почвенных режимов;
- широкая группа разнообразных техногенных почвенных сукцессий.

Турбогенные сукцессии почв возникают в результате их краткосрочного перемешивания (*крио-, био-, склонового или техногенного*). В ходе сукцессий появляются новые, динамичные морфоны и горизонты. На первых стадиях часто преобладают трансформационно-метаморфические и миграционные ЭПП. В последующем они постепенно заменяются фоновыми процессами. Классическим примером фитотурбогенных сукцессий почв являются изменения почв на вывалах [7]. Склоновые турбогенные сукцессии почв широко распространены в Сибири и горных регионах [2, 27]. Пестрая картина турбогенно-эрозионных сукцессий почвенного покрова наблюдается на поверхности дельтапесчаных оползней (вязко-пластичного движения) с мелкобугристым («морщинистым») микрорельефом.

Эрозионные сукцессии почв широко распространены на распаханых склонах (могут охватывать до 30-40 % всей площади сельхозугодий [20, 26]) и в природных ландшафтах, испытавших сильные им-

Таблица 1.

Основные формы морфогенетической динамики почв

Форма динамики почв	Глубина отражения в профиле	Климакс (катаклимакс)	Модальная площадь ареала, lg (м ²)	Характерное время, lg (лет)
Эволюция	весь профиль	новая почва для региона (района?)	5 - 10	3 - 5
Сукцессия	большая часть профиля	аналог существующим в регионе/районе	0 - 5	1 - 3
Флуктуация	поверхность профиля	почва, близкая к исходной	(-2) - 8	(-1) - 1

пактные нарушения. Сукцессии с различными видами усечения почв имеют много общего между собой. Направление их развития определяется глубиной усечения, провинциально-генетическими особенностями почв и характером землепользования. В зависимости от их сочетания, оно может иметь деградационный или проградационный характер.

Различные варианты *насыпных почвенных сукцессий* также имеют много общего. Направление и скорость их развития обычно определяется мощностью и составом насыпи, профилем погребенной почвы, меняющимися биогеоценотическими условиями. Формирующаяся почва стремится к равновесному состоянию с окружающей средой, но при неблагоприятных условиях развития (консервативный субстрат, регулярное «омоложение» поверхности) может его не достигать.

Агрогенные сукцессии почв часто характеризуются процессами некомпенсированной минерализации гумуса, декальцификации верхней части профиля, деградации поглощающего комплекса, обесструктурирования и формирования плужной подошвы [9, 15, 18, 30, 38]. Очень широко распространены эрозия, уплотнение и сезонная цементация или коркообразование. Для черноземов основным показателем различных стадий агрогенных сукцессий почв является содержание гумуса. Проведенный анализ [39] гумусного состояния черноземов в хронорядях для разных генетических подтипов и вариантов землепользования показал постепенную стабилизацию содержания гумуса при неизменном характере землепользования (в течение 30-50 лет) и четкую функционально-генетическую дифференциацию содержания гумуса на квази-климаксных стадиях агрогенных сукцессий (рис. 2). Количественный уровень устойчивого содержания гумуса определили:



Рис. 2. Примеры устойчивого содержания гумуса в пахотных горизонтах черноземов ЦЧР разных вариантов землепользования.

ЦЧ¹ - лугово-черноземные почвы; ЦЧ^{оп} - черноземы оподзоленные; ЦЧ^в - черноземы выщелоченные; ЦЧ^т - черноземы типичные; ЦЧ^{об} - черноземы обыкновенные

тип землепользования, подтип и гранулометрический состав почвы.

Постагрогенные сукцессии почв начинаются при их залужении или облесении. С поверхности и от границы старопашотного горизонта постепенно восстанавливаются иерархическая педная организация и поровое пространство [1, 8]. Падает интенсивность процессов выщелачивания и вертикального перераспределения по профилю. Наблюдается постадийная трансформация почвообразования, с возрастанием удельного веса зональных природных процессов и постепенным восстановлением гумусового состояния и плодородия почв (рис. 2).

В ходе *оросительных сукцессий почв* резко меняется их водный режим и наблюдаются глубокие изменения морфогенетических профилей [18, 24, 28, 36, 48]. Как правило, они характеризуются интенсивным развитием процессов минерализации гумуса, выщелачивания, выноса лабильных веществ и дезагрегации. Часто - сопровождаются осолонцеванием и вторичным засолением (карбонатизацией), подкислением или подщелачиванием, сильным переуплотнением и сезонной цементацией пахотного и ниже лежащих горизонтов (рис. 3). Нередко бывает отчетливо выражена зонально-генетическая дифференциация интенсивности развития основных деградационных процессов [18, 28, 36, 38].

Техногенные сукцессии почв могут включать в себя комбинации различных видов импактных воздействий, что затрудняет анализ процессов почвообразования и выделение сукцессионных стадий. Средневременная динамика морфогенетических профилей определяется характером техногенного нарушения, особенностями

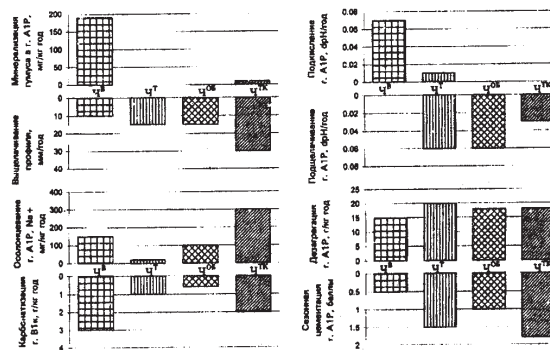


Рис. 3. Превышение скорости деградационных ЭПП в оросительных сукцессиях старопашотных черноземов над их богарными аналогами (средние значения для ряда датированных объектов Молдовы и ЦЧР, богарные почвы приняты за относительный контроль).

ЦЧ^в - черноземы выщелоченные; ЦЧ^т - черноземы типичные; ЦЧ^{об} - черноземы обыкновенные; ЦЧ^к - черноземы типичные карбонатные

ми нарушенной почвы, условиями окружающей среды и стадийными сочетаниями ЭПП. Важной особенностью морфогенетических профилей в почвах техногенных сукцессий является их повышенная нестабильность – вследствие высокой изменчивости условий и внешних воздействий [5, 12, 20, 23, 31].

В различных вариантах почвенных сукцессий имеется много общего. Знания, полученные при исследовании одной сукцессии, могут пригодиться при анализе других сукцессий или того же вида сукцессии, но в других условиях. Это особенно важно при исследовании и прогнозировании новых или сложных видов сукцессий, когда меняются несколько факторов почвообразования и/или сложно подобрать многолетние хронологические ряды с изменением одного фактора на однородном почвенном фоне. Для сопоставления процессов, моделей и прогнозов развития различных почвенных сукцессий необходима их систематизация.

ОБЩАЯ СИСТЕМАТИКА СУКЦЕССИЙ ПОЧВ И ИХ ОСНОВНЫХ СТАДИЙ

Систематика почвенных сукцессий (ПС) неразрывно связана с систематизацией инициирующих их импактных воздействий (ИСИВ) и выделяемых в них временных сукцессионных стадий (ВСС – табл. 2). Предлагаемая группировка почвенных сукцессий начинается с *разделения их по числу факторов почвообразования* (рельеф, субстрат, микроклимат, действующий биоценоз, деятельность человека), которые резко меняются в результате импакта. Чем меньше факторов почвообразования изменяется в ходе сукцессии, тем легче ее исследовать.

Следующим по важности признаком систематизации является *временной характер воздействия*. Соотношение периодичности и силы импакта со скоростью ЭПП, действующих в нарушенной почве, определяет уровень замкнутости сукцессионной динамики почвообразования. В сукцессиях с разовыми ИСИВ успевает сформироваться полный почвенный профиль или субпрофиль, соразмерный с профилем фоновой почвы. Примером таких сукцессий являются возрастные ряды почв после ветровала или пожара. В сукцессиях с *периодическими* ИСИВ послеимпактное развитие морфогенетического профиля почвы периодически прерывается повторными импактными воздействиями. Они нарушают развивающийся субпрофиль или меняют направление его развития. Это не позволяет формирующимся морфогенетическим горизонтам и субпрофилям достигать мощности, соразмерной с профилем нормальной, фоновой, почвы. Примером подобной антропогенной сукцессии могут служить почвы залежной или подсеčno-огневой систем земледелия с высокой периодичностью возврата

пашни [4]. В сукцессиях с *регулярно-постоянными* ИСИВ импактное воздействие сравнительно равномерно распределено во времени, имеет постоянный характер или повторяется с высокой частотой. Почвообразование сингенетично воздействию и не успевает проработать его последствия. Примерами являются: крипповое движение на склоне, орошение, кислотное загрязнение вблизи химических комбинатов.

Следующим признаком систематизации ИСИВ является *пространственный характер импактного воздействия*. В зависимости от своей природы и особенностей территории, различные воздействия могут иметь сплошной или случайный характер распространения, регулярно повторяться по определенной системе (сетке) или концентрироваться в гнездовых скоплениях. Примером сплошного ИСИВ может служить плоскостная эрозия на большом склоне после сильного ливня, регулярного – нарушения почв при закладке сада, лесополосы или дренажной системы, гнездового – пятнистый характер эрозии на большом склоне со сложным микрорельефом («шагреньевая кожа» – [20]). К случайным ИСИВ относятся вывалы, валеж, пятна вытаптывания на пастбище или в парке.

Вид сукцессии определяется механизмом импактного воздействия: перемешивание, эрозия или погребение, резкая смена фитоценоза и т.д. В таблице 2 отмечено 6 видов ПС, на которые мы обратили особое внимание в данной работе. Их число и степень детализации определяются задачами конкретного исследования. При анализе сложных сукцессий целесообразно выявлять все механизмы ИСИВ; это облегчает поэтапный анализ сукцессии и прогноз ее развития.

Наряду с механизмом импактного воздействия, направлением и длительностью сукцессии определяются *глубиной и площадью* нарушения. Эти показатели вошли в основу V и VI уровней группировки почвенных сукцессий. Количественные градации для диагностических параметров этих уровней имеют, во многом, относительный (и частный) характер, но помогают разделять наблюдаемое разнообразие ИСИВ и ПС, сузить пространственное варьирование почв сукцессионных стадий и выделить временную составляющую при их сопоставлении. Применение подобной систематики при анализе ветровальных сукцессий позволило одному из авторов разделить обратимые и необратимые последствия ветровала и детализировать ветровальную модель развития таежных подзолистых почв [7].

Завершающий уровень группировки посвящен *временным сукцессионным стадиям* (ВСС) развития почв. Количественные значения таксонов могут изменяться в зависимости от вида сукцессии и особенностей почвы. Их использование позволяет сопо-

Таблица 2.

Группировка почвенных сукцессий, инициирующих сукцессии импактных воздействий и временных сукцессионных стадий

Уровень	Диагностический параметр	Систематический выдел сукцессии (ПС), воздействия (ИСИВ) или стадии (ВСС)	Значение параметра	
I. Тип сукцессии	Число меняющихся факторов почвообразования	Простая сукцессия	1	
		Двойная сукцессия	2	
		Сложная сукцессия	>2	
II. Подтип (ИСИВ)	Периодичность воздействия, lg, лет	Разовое воздействие	>2	
		Периодическое воздействие	1-2	
		Регулярно-постоянное ИСИВ	(-2) - 0	
III. Род (ИСИВ)	Распределение воздействия	Сплошное, регулярное, гнездовое или случайное воздействие		
IV. Вид сукцессии	Вид (механизм) воздействия	Турбогенная, эрозийная, насыпная, агрогенная, оросительная или техногенная сукцессия		
V. Разновидность сукцессии	Глубина воздействия (см), с поправочным $K=2$ для мощных степных и лесостепных почв	Сукцессия с мелким ИСИВ	<10	
		Сукцессия с неглубоким ИСИВ	10 – 20	
		Сукцессия с углубленным ИСИВ	20 – 30	
		ПС с сильно углубленным ИСИВ	30 – 40	
		Сукцессия с глубоким ИСИВ	40 – 50	
		ПС с очень глубоким ИСИВ	>50	
			D	lg(S)
VI. Разряд (ИСИВ)	Диаметр (D), м, или площадь (S), м ² , ИСИВ	Точечное	<0.3	<-1
		Узколокальное	0.3-1	(-1)-0
		Локальное	1-3	0-1
		Значительное	3-10	1-2
		Среднее	10-30	2-3
		Большое	30-100	3-4
		Очень большое	100-300	4-5
		Массовое	>300	>5
VII. ВСС развития почвы	Время после воздействия (лет), с поправочными коэффициентами на диаметр и глубину (в тексте)	Свежая	0 – 10	
		Молодая	10 – 50	
		Зрелая	50 – 100	
		Старая	>100	
		Очень старая	>200	

ставлять одновременные стадии разных сукцессий - для сравнения скорости доминирующих в них ЭПП, моделирования процессов и прогнозирования развития почв, типизации структурных элементов почвенного покрова. С увеличением глубины и площади ИСИВ длительность стадий значительно возрастает. Поэтому целесообразно использовать поправочные коэффициенты к указанным в таблице 2 средним количественным интервалам ВСС, например: $K_D = \lg(D+1)$ и $K_H = H/10$ - для лесных почв, $K_H = H/20$ - для степных почв. От длительности ВСС зависит уровень замкнутости сукцессии, т.е. насколько нарушенная почва успевает вернуться к исходному состоянию за один цикл нарушений.

Таксономическое разнообразие и своеобразие почв различных временных стадий исследуемых сукцессий очень велико и часто не поддается удовлетворительному описанию с использованием существующих классификаций. В таком случае разрабатываются рабочие систематики для конкретных видов нарушений или даже классов нарушенных почв [7, 12, 19, 23, 31]. Повышенная дробность применяемых в конкретных исследованиях группировок ПС, ИСИВ и ВСС помогает оценить вклад различных составляющих в сукцессионные изменения почвенных режимов, субстрата, горизонтов и профилей. Использование обобщенной схемы позволяет сопоставлять условия, особенности и процессы развития различных сукцессий, вы-

являть их вклад в общее развитие почв, средневременную динамику почвенного покрова, прогнозировать его состояние на перспективу.

РОЛЬ ПОЧВЕННЫХ СУКЦЕССИЙ В РАЗВИТИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ПРОБЛЕМЫ МОРФОГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ПОЧВ

Природные и антропогенные ландшафты характеризуются высоким разнообразием импактных нарушений и широким распространением почвенных сукцессий. Почвы первых сукцессионных стадий часто отличаются от фона и/или своего исходного состояния на высоком таксономическом уровне, до типа и выше. В ходе сукцессий может наблюдаться существенная *динамика границ почвенных горизонтов*. Так, в почвах старых глубоких вывалов и старой пашни неоднократно фиксировалось опускание нижних границ подзолистых горизонтов на 5-10 и более сантиметров [7, 15, 22]. В случае глубоких или частых импактных нарушений сукцессионные изменения морфогенетических профилей почв являются необратимыми. Исходя из имеющихся оценок периодичности импактных нарушений и описаний инициируемых ими почвенных сукцессий, можно предположить чрезвычайно важный вклад природной и антропогенной средневременной динамики почв в *общее развитие и функционирование почвенного покрова*. В развитии почвенных профилей велика роль сукцессионных пульсаций активности ЭПП. В них выделяются незамкнутые циклы с накапливающимся остаточным эффектом (трендовая составляющая динамики – см. рис. 1).

Сукцессионные ряды почв существенно увеличивают *классификационно-генетическое разнообразие почвенного покрова*. Они создают многообразные комбинации почвенных профилей и субпрофилей, находящихся на разных стадиях сукцессий различной импактной природы. В результате может формироваться особая внутрибиогеоценотическая пестрота почвенного покрова, которая накладывается на его более крупные и стабильные структуры, обусловленные межбиогеоценотическими (рельефными, породными и гидрогенными) различиями. Выделение в почвенном покрове разновременных стадий почвенных сукцессий позволяет ввести временную составляющую в анализ пестроты почвенного покрова.

Детальный *анализ* и систематика инициирующих сукцессии импактных нарушений, почвенных сукцессий и *функционально-генетического разнообразия почв* разновременных сукцессионных стадий помогает: – дифференцировать импактные нарушения по их характеру и глубине;

- выявлять и обосновывать сопоставимость различных элементов почвенных хронорядов, с учетом их исходного состояния и нарушений;
- детализировать вклад сукцессий в общее развитие почв, посредством дифференцированного анализа их импактных нарушений и динамики;
- разрабатывать долгосрочные прогнозы развития антропогенно-нарушенных почв на основе накопленной информации по их природным аналогам;
- повышать эффективность управления земельными ресурсами, с учетом разных уровней устойчивости и скорости развития почв сукцессионных стадий.

В основе устойчивого, экологически сбалансированного земледелия и землепользования должен лежать принцип максимального «замыкания» годовых и многолетних циклов антропогенных воздействий на почву [4, 18, 21, 25, 38]. Высокая сложность, пространственное варьирование и временная изменчивость основных факторов средневременной динамики почв обуславливают устойчивую актуальность ее исследований, научную и практическую значимость получаемых результатов. Выделение и параметризация природных и антропогенных сукцессий почвенных горизонтов и профилей дает полезную информацию для оценки текущего состояния и стабильности почвенного покрова. Их модели позволяют давать более обоснованные прогнозы средневременной динамики почв и рекомендации по эколого-экономической оптимизации землепользования. Большинство антропогенных сукцессий почв имеет близкие природные аналоги, что позволяет использовать для их анализа и прогноза имеющуюся информацию по хронорядам природных сукцессий.

К наиболее актуальным и дискуссионным проблемам морфогенетического и функционально-экологического анализа средневременной динамики почв следует отнести следующие *вопросы*:

- анализ закономерностей функционального, провинциального и внутрибиогеоценотического разнообразия основных видов импактных нарушений почв и условий почвообразования - с дифференцированной оценкой их периодичности;
- количественные исследования сукцессионных изменений почвенных режимов и процессов - с анализом интенсивности изменений и глубины их проявления;
- изучение механизмов и скорости сукцессионных трансформаций почвенной массы - с дифференцированной оценкой степени обратимости-необратимости трансформаций для разных почвенных горизонтов и выделением основных циклических и направленных составляющих для различных почвенных сукцессий;
- анализ общего вклада средневременной динамики почв в формирование и развитие их профилей, основных диагностических горизонтов и показателей;

– эволюционно-генетическую и функционально-экологическую оценку общей роли средневековой динамики почв в формировании и функционировании почвенного покрова природных и природно-хозяйственных экосистем.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (грант № 98-04-49059) и Фонда Макаруров (грант № 00-62817-000).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранова О.Ю., Номеров Г.Б., Строганова М.Н. // Почвообразование в лесных БГЦ. М.: Наука. 1989. С. 60-78.
2. Белоусова Н.И., Беркгаут В.В., Цехановская Е.Б. // Структура почвенного покрова и организация территории. М.: Наука. 1983. С. 145-156.
3. Бондарь В.И., Строганова М.Н. // Генезис и экология почв ЦЛГЗ. М.: Наука. 1979. С. 87-110.
4. Боул С., Хоул Ф., Мак-Крекен Р. Генезис и география почв. М. 1977. 416 с.
5. Васенев И.И. // Ноосферогенез. Кишинев. АН МССР. 1990. С. 66-68.
6. Васенев И.И. // Почвенные ресурсы Прикаспийского региона. Астрахань. 1994. С.45-47.
7. Васенёв И.И., Таргульян В.О. Ветровал и таежное почвообразование. М.: Наука. 1995. 247 с.
8. Васенёв И.И., Васенёва Э.Г., Панина Н.А. // Агроэкологическое состояние черноземов ЦЧО. Курск. 1996. С. 40-80
9. Васенёв И.И., Щербаков А.П., Букреев Д.А., Козловский Ф.И., Крупеников И.А., Савин И.Ю., Щеглов Д.И. // Агроэкологическое состояние черноземов ЦЧО. Курск: ГУИПП «Курск», 1996. С. 290-312.
10. Гаджиев И.М., Дергачева М.И. // Почвоведение. 1995. № 3. С. 277-289.
11. Геннадиев А.Н. Почвы и время: модели развития. М.: МГУ. 1990. 232с.
12. Геннадиев А.Н., Солнцева Н.П., Герасимова М.И. // Почвоведение. 1992. № 2. С. 49-60.
13. Дайнеко Е.К., Целищева Л.К. Почвенный покров Стрелецкого участка. Труды Центрально-Черноземного госуд. заповедника. Вып. 10. Курск. 1966. С. 24-48.
14. Дмитриев Е.А., Карпачевский Л.О., Соколова Т.А., Строганова М.Н., Шоба С.А. // Структурно-функциональная организация БГЦ. М.: Наука. 1980. С. 184-220.
15. Долотов В.А. // Биогеохимические процессы в подзолистых почвах. Л.: Наука. 1972. С. 269-285.
16. Карпачевский Л.О. Динамика свойств почвы. М.: ГЕОС. 1997. 170 с.
17. Карпачевский Л.О., Холопова Л.Б., Просвирина А.П. // Почвоведение. 1980. № 5. С. 40-49.
18. Козловский Ф.И. Современные естественные и антропогенные процессы эволюции почв. М.: Наука. 1991. 196 с.
19. Кравчук И.В. Почвенный покров оползней и его изменения при мелиорации. Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Кишинев: НИИПАГ. 1998. 23 с.
20. Крупеников И.А. Почвенный покров Молдовы: прошлое, настоящее, управление и прогноз. Кишинев: Штинца. 1992. 264 с.
21. Модели управления продуктивностью агроландшафта (под ред. В.М. Володина и Г.Н. Черкасова). Курск. 1998. 215 с.
22. Пестряков В.К., Бережков С.Ф. // Закономерности развития почвенных микроорганизмов. Л. Наука. 1975. С. 212-230.
23. Подорожнюк В.Г. Техногенно-преобразованные почвы и особенности их картирования. Автореф. дисс... канд. с.-х. наук. Харьков. 1992. 17 с.
24. Приходько В.Е. Орошаемые степные почвы: функционирование, экология, продуктивность. М. Интеллект. 1996. 168 с.
25. Роде А.А. Система методов исследования в почвоведении. Новосибирск: Наука. 1971. 92 с.
26. Рожков А.Г. // Агроэкологическое состояние черноземов ЦЧО. Курск: ГУИПП «Курск», 1996. С. 237-246.
27. Ромашкевич Н.И. // Почвоведение. 1985. № 11. С. 87-96.
28. Сапожников П.М., Уткаева В.Ф., Васенев И.И. // Почвоведение. 1992. № 11. С. 43-54.
29. Словарь-справочник по физической географии. М.: Просвещение. 1983. 224 с.
30. Сорокина Н.П., Козут Б.М. // Почвоведение. 1997. № 2. С. 178-184.
31. Строганова М.Н., Мяжкова А.Д., Прокофьева Т.В. Городские почвы: генезис, классификация, функции. М. 1997. С. 15-88.
32. Таргульян В.О. // Почвоведение. 1985. № 11. С. 36-45.
33. Таргульян В.О., Соколова Т.А. // Почвоведение. 1996. № 1. С. 34-47.
34. Толковый словарь по почвоведению. М.: Наука, 1975. 286 с.
35. Холопова Л.Б. Динамика свойств почв в лесах Подмосковья. М.: Наука. 1982.
36. Щеглов Д.И., Щербаков А.П. // Агроэкологическое состояние черноземов ЦЧО. Курск: ГУИПП «Курск», 1996. С. 247-261.
37. Щербаков А.П., Васенёв И.И. // Почвоведение, 1996, № 3. С. 359-365.
38. Щербаков А.П., Васенёв И.И., Козловский Ф.И., Крупеников И.А., Лебедева И.И., Щеглов Д.И. Вековая динамика, экологические проблемы и перспективы использования черноземов. Воронеж: ВГУ. 1996.

39. Щербаков А.П., Васенёв И.И. // Антропогенная эволюция черноземов. Воронеж: ВГУ, 2000. С. 32-67.
40. Щербаков А.П., Девятова Т.А., Стахурлова Л.Д., Стороженко Н.В. // Антропогенная эволюция черноземов. Воронеж: ВГУ, 2000. С. 120-144.
41. Addiscott T.M. // Qualitative modeling of soil forming processes. SSSA Special Publication Number 39. Madison, Wisconsin, USA, 1994. P. 1-16.
42. Global soil change (R.W. Arnold, I. Szabolcs, V.O. Targulian edit.). IIASA. Laxenburg. Austria. 1990. 110 p.
43. Glossary of Soil Science Terms. The Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin, USA, 1997. 134 p.
44. Hoosbeek R.M., Bryant R.B. // *Geoderma*, 1992. 55. P. 183-210.
45. Lutz H.T. // *Yale Univ. School Forestry. Bull.* 1940. 1 45. P. 1-53.
46. Pawluk S., Dudas M.J. // *Canad. J. Soil Sci.* 1982. 1 4. P. 617-629.
47. Smeck E.N., Runge E.C.A., Mackintosh E.E. // *Pedogenesis and soil taxonomy. I. Concepts and interactions.* Amsterdam: Elsevier S.P. 1983. P. 51-81.
48. Wagenet R.J., Bouma J., Hutson J.L. // *Qualitative modeling of soil forming processes.* SSSA Spec. Public. 1 39. Madison, Wisconsin, USA, 1994. P. 17-36.