

Рус.: УДК 631.4(93)

Отражение социально-экологического кризиса XIX века в работах В.В. Докучаева (на примере антропогенной эволюции черноземов Тамбовской равнины в историческое время)

И.В. Ковалев, Н.О. Ковалева

МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, kovalevmsu@mail.ru;

natalia_kovaleva@mail.ru

Аннотация:

К началу XX в. сочетание двух процессов – истощение почв в результате хозяйственной деятельности человека, и климатические изменения, приведшие к засухам в лесостепной зоне России, стали одной из главных причин социально-экологического кризиса (чередa революций). Радиоуглеродное датирование и кривые распределения изотопов $\delta^{13}\text{C}$ по профилям исследуемых почв показывают, что эволюция почв в различные исторические периоды по-разному зависела от антропогенного пресса. Свойства пахотных горизонтов различных эпох земледельческого освоения различаются. Выход из кризиса – только в появлении нового научного мировоззрения, которое и было предложено В.В. Докучаевым, в создании новых технологий, не разрушающих окружающую природную среду.

Ключевые слова: экологический кризис, чернозем, изотопы, гумус, Докучаев.

Eng.: *Reflection of social and environmental crisis of the XIX century in the works of V.V. Dokuchaev (an example of human evolution of chernozem on Tambov plain in historical time)*

Kovalev I.V., Kovaleva N.O.

Faculty of Soil Science of Lomonosov Moscow State University, kovalevmsu@mail.ru,

natalia_kovaleva@mail.ru

Abstract:

By the early twentieth century, a combination of two processes - the depletion of soil as a result of human activities and climate change, leading to drought in the forest-steppe zone of Russia, became one of the main causes of social and environmental crisis (revolutions). Radiocarbon dating and isotope $\delta^{13}\text{C}$ distribution curves for the studied soil profiles show that the evolution of the soil in different historical periods in different ways dependent on the anthropogenic pressure. Properties of arable horizons of different ages differ in agricultural development. Out of the crisis - only in the emergence of a new scientific worldview, which was asked to VV Dokuchaev, in the creation of new technologies that do not destroy the environment.

Keywords: ecological crisis, black earth, isotopes, humus, Dokuchaev.

В результате антропогенных воздействий на природу, интенсивность которых особенно возрастает в эпохи социально-экономических преобразований, в ландшафтах обширных территорий накапливаются новые признаки, не свойственных исходным природным объектам. В результате сами ландшафты, частично или полностью утрачивая свой первоначальный облик, начинают оказывать обратное, не всегда, позитивное воздействие, на дальнейшее развитие и само существование обществ и цивилизаций.

С давних времен человечество пользовалось только теми функциями почвы, которые удовлетворяют жизненные сиюминутные потребности людей, и

использование которых дает заметный и быстрый результат - прежде всего, использование функции плодородия, которая прямо или косвенно зависела от развития земледельческих технологий. Уже в VII—VIII веках на Руси существовало пашенное земледелие. Об этом свидетельствуют находки археологов и былинный эпос. Особенно успешно земледелие развивалось на лесостепных черноземах, отличавшихся наиболее высоким и устойчивым плодородием. Земля использовалась в земледелии, а лес служил защитой от набегов кочевников. Во второй половине XIX в. одной из главных причин расширения площади распашки была «земельная теснота», ставшая большой социальной и экологической проблемой из-за высокой плотности населения в черноземных регионах России. В этот период отмечалась интенсивная распашка не только водораздельных поверхностей, но и склонов логов, балок и речных долин, приведшая к почти тотальной распаханности территории в конце XIX—XX вв. [4]. Вместе с тем, агрогенное воздействие на почвы, несомненно, относится к одному из самых быстрых и мощных факторов, которые изменяют химические, физические и морфологические свойства почв на всех уровнях организации почвенного профиля. Но точку зрения о высокой интенсивности агрогенных преобразований во времени пока разделяют не все исследователи. Мнения расходятся и по вопросу о направленности временных изменений свойств пахотных серых почв и черноземов лесостепной зоны. Хотя более 120 лет назад В. В. Докучаев высказал такую мысль: «Разве не поразителен факт, что в России, где такая масса роскошнейших земель, урожай наиболее распространенных хлебов в два-три раза ниже, чем в странах Западной Европы. Неужели мы никогда не примем действенных мер к устранению этого поразительного и крайне бедственного для России факта?». К началу XX в. сочетание двух процессов – истощение почв в результате хозяйственной деятельности человека, и климатические изменения, приведшие к засухам в лесостепной зоне России, – стало одной из главных причин социально-экологического кризиса, известного как Великая русская смута начала XX века (чередa революций).

Однако особенности и последствия этих разноречивых антропогенных процессов, равно как и разнообразие их проявлений в ландшафтах восточно-европейской лесостепи до сих пор не выявлены. Поэтому целью нашего исследования стало изучение особенностей антропогенной эволюции ландшафтов лесостепи (на примере Тамбовщины) в эпохи социально-экономических модернизаций, анализ причин и последствий возникающих социально-экологических кризисов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В целях изучения антропогенной эволюции ландшафтов лесостепи были выбраны следующие объекты:

- 1) хронокатена почв, заложенная в 30 км к югу от г. Тамбов на территории Тамбовского участка Белгородской засечной полосы неподалеку от д. Кузьмина Гать, включающая 4 почвенных разреза – чернозем обыкновенный окультуренный на пашне (его распашка не прерывалась более 400 лет), чернозем обыкновенный 400-летнего возраста – на Тамбовском валу, лугово-черноземная почва – в днище рва у Тамбовского вала, чернозем выщелоченный, погребенный под Тамбовским валом;
- 2) хронокатена почв на Тамбовском валу у с. Лысая гора, состоящая еще из 4-х почвенных разрезов: чернозем обыкновенный окультуренный на пашне (его распашка не прерывалась более 400 лет), чернозем обыкновенный 400-летнего возраста – на Тамбовском валу, лугово-черноземная почва – в днище рва у Тамбовского вала, чернозем выщелоченный, погребенный под Тамбовским валом;
- 3) в качестве фоновых разрезов были выбраны автоморфный чернозем оподзоленный под дубравой бывшей усадьбы Строгановых неподалеку от с. Никольское (Знаменский район) черноземно-луговая почва типичного гидроморфного ландшафта Тамбовской равнины – заповедной Матырской дубравы, чернозем обыкновенный и чернозем оподзоленный в районе с. Давыдово (Моршанский район).
- 4) образцы почв, отобранные экспедицией В. В. Докучаева (любезно предоставлены для анализа доцентом Т. В. Прокофьевой) в 1886-1890 гг.

Методы исследования включали морфологический анализ почв [11, 16], определение актуальной и потенциальной почвенной кислотности потенциометрически [3]. Определение группового состава соединений фосфора выполнено колориметрически по методу Мерфи-Райли в модификации Ватанабе-Олсена (по разности содержаний элемента в 1 н. H₂SO₄ вытяжках до и после прокаливания образца при 500⁰ в течение 1 ч аскорбиновым методом). Определение углерода, азота, серы выполнено на элементном CNS-анализаторе (VARIO EL, Elementar GmbH, Hanau). Магнитная восприимчивость определена на приборе KAPPAMETR model KT-5 [1]. Отражательная способности почв получена на приборе СФ-14 [10]. Датирование почв осуществлялось радиоуглеродным методом, изотопный состав углерода гумуса был определен на масс-спектрометре Thermo-Finnigan Delta V Plus IRMS и элементном анализаторе Thermo Flash1112. Для всех полученных числовых результатов выполнена статистическая обработка данных.

Для оценки сопоставимости результатов разных методов определения содержание гумуса, были исследованы 2 образца почв Нижегородской экспедиции В. В. Докучаева: легкий суглинок, переходящий в супесь (д. Матренина, Балахнинского уезда) и каштановый суглинок (1 верста на с-з с. Шокино, Васильского уезда). Сохранившиеся оценки состояния черноземных почв и агроландшафтов 70-90-х годов 19 века и, в первую очередь «Русский чернозем» [4] и «Труды особой экспедиции...» (1892) В. В. Докучаева,

представляют собой прекрасный исходный хронологический «репер» для исследования изменений свойств почв за более чем столетний период. Результаты исследований 2-х образцов почв Нижегородской экспедиции В. В. Докучаева представлены в таблице 1. Данные по содержанию гумуса, определенные в 1886 году, были также найдены в материалах отчета В. В. Докучаева [5]. В работе [6] «О нормальной оценке почв Европейской России» В. В. Докучаев указывал: «Определен при помощи хромовой кислоты перегной с лишком в 300 почвенных образчиков Нижегородской губернии, следовательно, почти в 40 пунктах на каждую из установленных нами 8 групп растительно-наземных почв Нижегородской губернии».

Таблица 1. Содержание гумуса в современных почвах и почвенных образцах В. В. Докучаева, %

Гранулометрический состав, место взятия образца	Массовая доля гумуса в почве	
	1890-96 гг.	2015 г.
легкий суглинок, переходящий в супесь (д. Матренина, Балахнинского уезда)	2,15	2,14
каштановый суглинок (1 верста на с-з с. Шокино, Васильского уезда)	около 4	4,48

Полученные нами величины содержания гумуса оказались очень близкими к результатам определения на этих же образцах «при помощи хромовой кислоты» во времена В. В. Докучаева. Поэтому введение поправочных коэффициентов для пересчета в подобных случаях не целесообразно [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ морфологии профилей обнаружил, что исследованные почвы полигенетичны, так как содержат серии погребенных горизонтов разного возраста и генезиса (табл. 2), а также культурные слои.

Таблица 2. Морфологические свойства почв

№ Разреза	Горизонт	Глубина	Цвет	Munsell, 1990	Структура	Новообразования и включения
Агрочернозем сегрегационный (агрочернозем обыкновенный окультуренный), пашня под озимой пшеницей						
	AP	0-25	Серый	10YR3/1	Зернисто-порошистый	
	A	25-50	Черный	10YR2/2	Зернисто-комковатый	Сизоватость по граням

VI	AB	50-65	На буром фоне черные потеки	10YR3/2	Глыбисто-комковатый	Кремнеземистая присыпка, кротовина из В горизонта
	B	65-90	На ярко-буром фоне черные затеки	10YR3/3	Глыбисто-комковатый	Кремнеземистая присыпка, гумусовые кутаны
	C	90↓	Рыжий	10VR5/3	Призмовидный	Кротовина
Чернозем сегрегационный (чернозем обыкновенный), Тамбовский вал						
VII	A	0-30	Серый	10YR3/2	Комковато-порошистый	
	C	30-35	Палевый	10YR5/3	Бесструктурный	Кротовина из гумусового материала
	[A]	35-65	Черный	10YR2/2	Порошистый	Кротовина из суглинистого материала
	[AD]	65-70	Черный	10YR2/2	Комковато-порошистый	
	C	70-80	Рыжий	10VR5/3	Призмовидно-ореховатая	Гумусовые затеки, окарбоначенный
	[A]	80-90	Черный	10YR2/2	Порошистый	
	C	90-105	Коричнево-бурый	10YR3/3	Бесструктурный	Кротовина из выше лежащего горизонта
	[A]	105-110	Черный	10YR2/2	Комковато-зернистый	
	C	10-130	Рыжий	10VR5/3	Бесструктурный	Червороины, гумусовые конкреции, карбонатные мицелии
	[A]	130-140	Черный	10YR2/2	Комковато-зернистый	
VII	C	140-145	Рыжий	10YR5/3	Плитчатый	
	[A]	145-155	Черный	10YR2/2	Порошисто-комковатый	
	C	155-165	Рыжий	10VR5/4	Комковатый	Точечные карбонаты
	[A]	165-180	Черный	10YR2/2	Комковато-зернистый	

	C	180-210	На рыже-буром фоне черные пятна	10YR3/3	Комковато-плитчатый	Карбонатный мицелий, наличие кротовины из материала вышележащего горизонта
	[A]	210-260	Черный	10YR2/2	зернисто-комковатый	
Чернозём гидрометаморфизированный (лугово-черноземная почва по классификации почв 1977 г.), ров у подножия Тамбовского вала						
VIII	AD	0-15	Черный	10YR2/2	Зернисто-комковатый	
	A	15-50	Буровато-черный	10YR3/2	Порошисто-комковатый	Сизоватый оттенок
	A	50-70	Черный	10YR2/2	Комковатый	Сизоватый оттенок
Чернозёмно-луговая осолодевшая, Матырская дубрава						
IX	O	0-5	Дубовые листья			
	A	май.23	Черный	10YR2/2	Ореховатый	
	A	23-47	Серо-черный	10YR2/1	Творожисто-комковатый	Сизоватый оттенок
	AB	47-61	Желто-бурый с темными затеками	10YR3/3	Комковатый	Оглеенный, оподзоленный, гумусовые пленки,
	B	61-90	Желтовато-бурый	10VR5/3	Ореховатый	Сизоватый оттенок, глинистые кутаны, оподзоленный
	C1	90-108	Сизовато-желтый	10VR5/2	Комковатый	Оподзоленный, железисто-марганцевые конкреции, примазки, журавчики
	C2	108-130	От рыжего до белого	10VR3/1	Бесструктурный, суглинистая часть горизонта призмовидная	По ходам корней оподзаливание, мраморовидная окраска, железисто-марганцевые конкреции,
Чернозём оподзоленный, Строгановская дубрава						
X	AP	0-15	Темно-бурый	10YR3/2	Порошистый	
	A	15-25	Темно-серый	10YR3/2	Глыбисто-порошистый	

	AE	25-28	Светло-бурый	10YR3/3	Комковатый	Опесчаненный, затеки гумуса
	[A]	28-53	Черный	10YR2/2	Комковато-порошистый	Сцементированные агрегаты
	[AE]	54-80	Темно-серый	10YR3/2	Плитчатый	Оподзоленный, белесая присыпка
	E	80-84	Белесо-серый	10YR3/1	Плитчатый	Опесчаненный
	EB	84-100	Серо-бурый	10YR3/3	Плитчато-ореховатый	Оподзоленный, глинистые кутаны

Считается, что к масштабному освоению лесостепи, вырубке лесов и распашке черноземов Россия приступила лишь после присоединения Крымского ханства в последней четверти XVIII в. [9]. До этого времени лесостепь сохраняла свой первозданный облик, нарушаемый лишь строительством засечных черт. Как мы указывали ранее [7], в южной части региона с XVI в. леса получили статус охраняемых зон засечных черт, а в конце XVII – первой половине XVIII в. они охранялись государством в качестве ресурса и источника древесины для строительства Азово-Черноморской флотилии. Поэтому вырубка лесов и освоение ландшафтов лесостепи начиналось с севера. Однако, следы средневековой распашки исследованной территории и катастрофической для ландшафта смены типов растительности обнаруживаются повсеместно – и в почвах, погребенных под Тамбовским валом, и во всех фоновых разрезах, заложенных вблизи древнеславянских городищ (Давыдовского и Никольского).

Исходя из данных радиоуглеродного датирования, гумусовые горизонты исследованных черноземов сформировались около 3300 лет назад в автоморфных позициях ландшафтов Давыдовского мыса и Лысой горы и закономерно чуть позже – 2500-2600 лет назад, – по мере обсыхания более гидроморфных ландшафтов Матырской дубравы и Кузьминой гати (табл. 3).

Таблица 3. Радиоуглеродное датирование почв (^{14}C) Тамбовской равнины

Привязка: объект, почва	Лабораторный номер	Возраст, ^{14}C , лет назад
Тамбовский Вал, гор. [A] (250–260 см), разрез VII	Ki-17408	2510 ± 50
Черноземно-луговая осолодевшая почва. Матырская дубрава, гор. А (23–47 см)	Ki-17409	2680 ± 80
Чернозем оподзоленный, Никольское городище, III-я терраса р. Цна, гор. [A] (15–25 см), разрез X	Ki-17410	1210 ± 70
Чернозем сегрегационный, пашня, гор. Ар (0–25 см), Р. XI	Ki-17740	1640 ± 60

Чернозем сегрегационный, пашня, гор. А (25–50 см), разрез VI	Ki-17741	3320 ± 100
Давыдовское городище, гор. [А] (195–202 см)	Ki-17742	3290 ± 90
Давыдовское городище, гор. [А], (25–35 см)	Ki-17743	101 ± 1,5

Их формирование происходило, судя по величинам изотопного отношения $\delta^{13}\text{C}$, в условиях экстремально сухого для всего ряда исследованных почв климата лесостепи ($\delta^{13}\text{C} = -24,7 \text{ ‰}$), но недостаточно сухого для развития степной травянистой растительности (рис. 1). Господствовала флора умеренной полосы с С-4 типом фотосинтеза (широколиственные породы деревьев, кустарники, луговые травы).

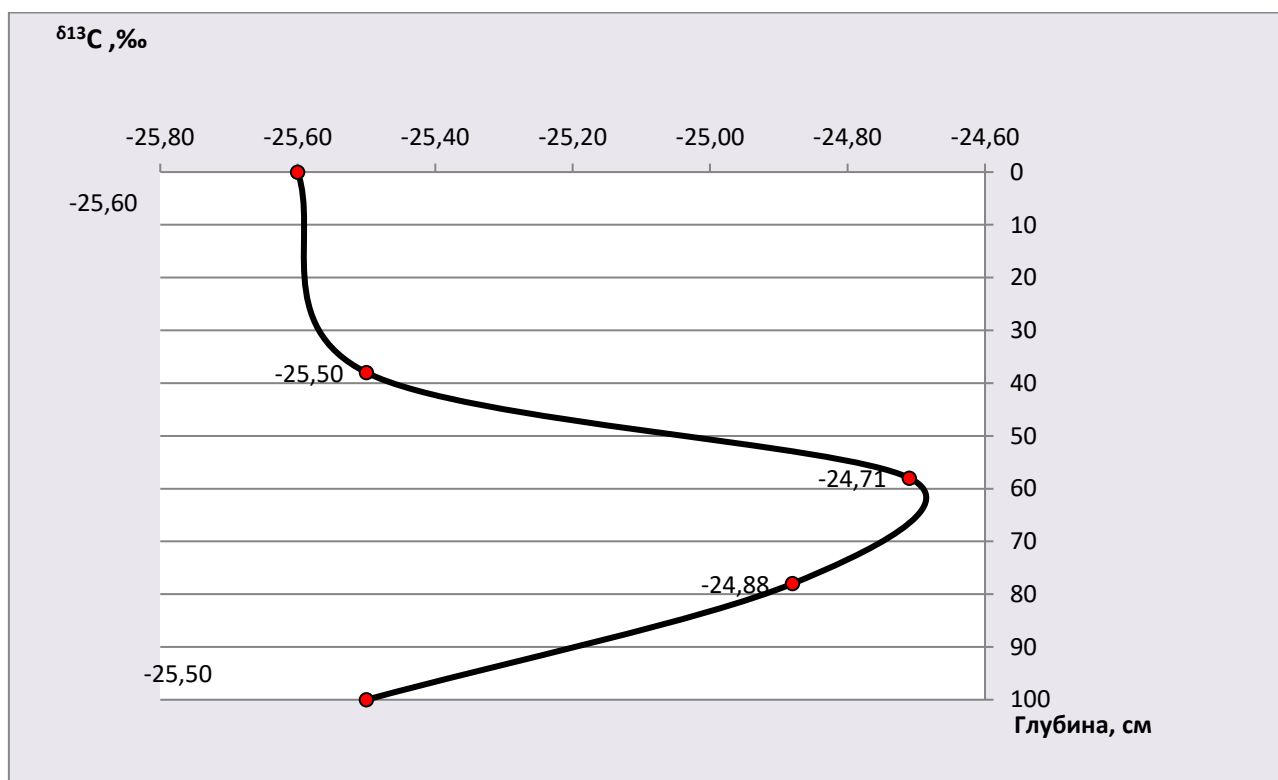


Рис. 1. Распределение $\delta^{13}\text{C}$ (‰) по профилю агрочернозема сегрегационного (обыкновенного) (пашня)

Период, предшествовавший средневековому климатическому оптимуму, отличался увеличением увлажненности климата: величины $\delta^{13}\text{C}$ достигают значений $-26 - -27 \text{ ‰}$ в почвенных горизонтах, сформированных 1200 лет назад (рис. 2). Благоприятный водный режим черноземов на плакорах, по-видимому, и стал причиной их активного освоения и выхода славянских поселений из часто затопляемых пойм на высокие водоразделы. Но вместе с тем, распашка

территории сопровождалась неизбежной вырубкой леса и развитием экстенсивного способа хозяйствования.

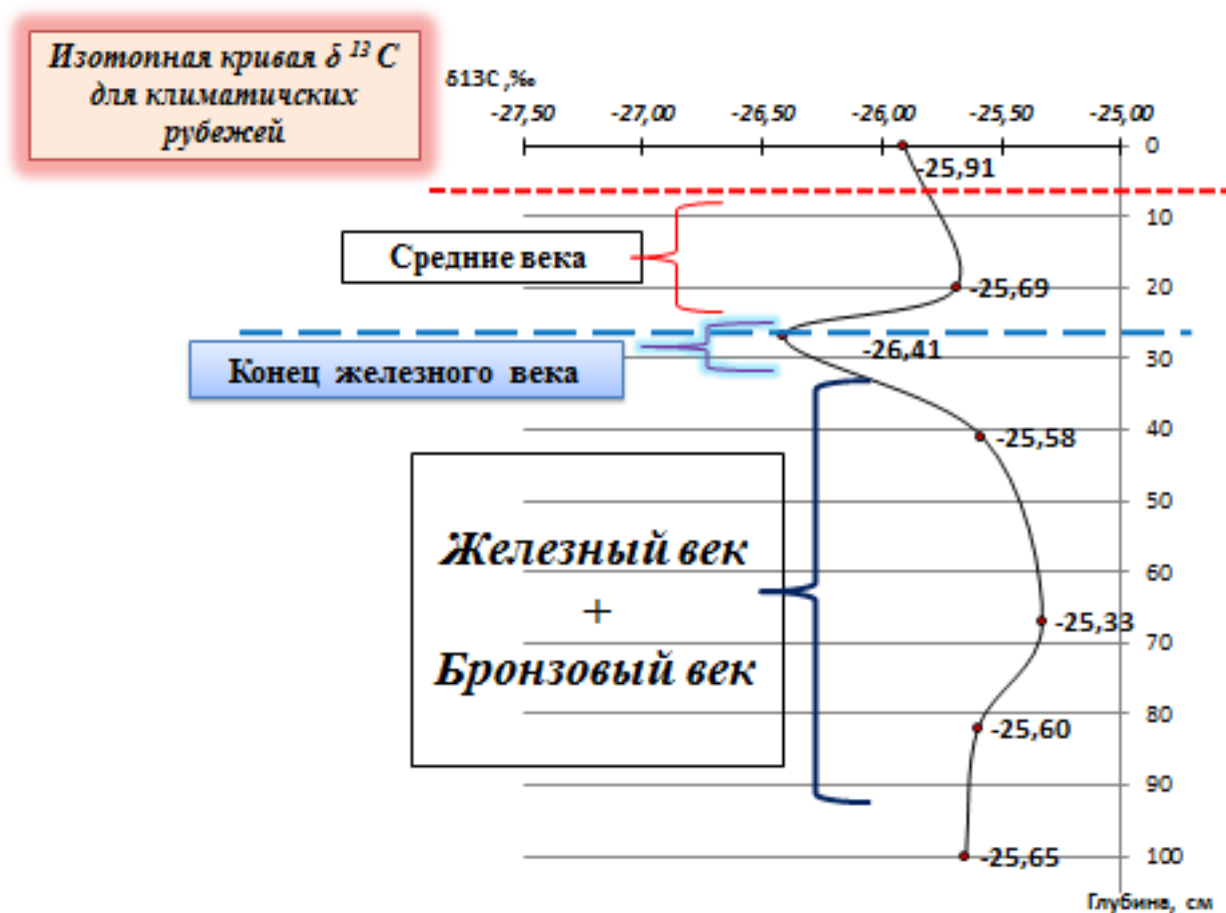


Рис. 2. Распределение $\delta^{13}C$ (‰) по профилю чернозема оподзоленного (Никольская дубрава).

При этом важно отметить, что свойства гумуса погребенных под Тамбовским валом, черноземов, отличаются как от фоновых почв, так и от освоенных в более поздний период. Тенденция к деградации гумуса заметна по упрощению строения молекул гуминовых кислот. Величина коэффициента экстинкции – 0,005 – ниже фоновой (0,008) но не достигает современных значений (0,004). На рис. 3 гельхроматограммы гуминовых кислот из разных по возрасту горизонтов чернозема, тоже явно отличные друг от друга, диагностируют разные эпохи земледельческого освоения региона.

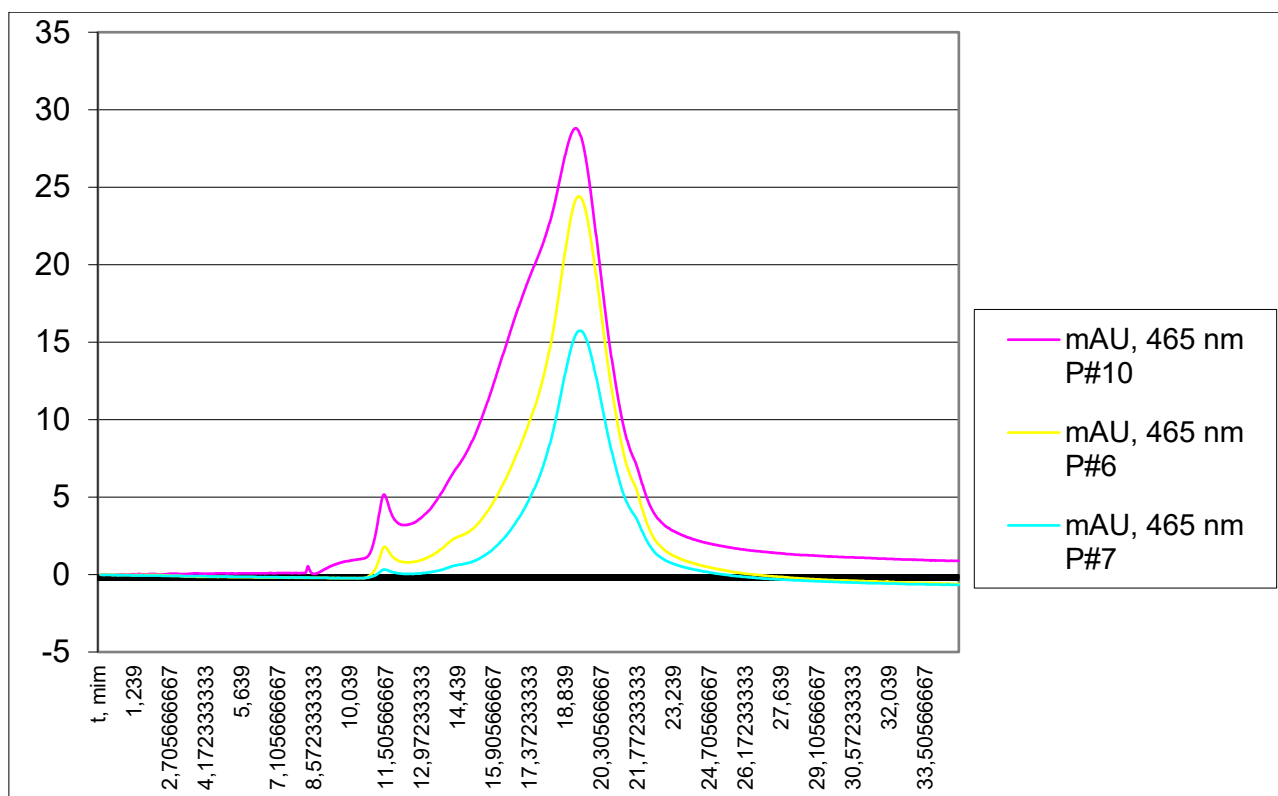


Рис. 3. Гель-хроматограмма раствора гуминовых кислот: разрез 6 (P#6) - чернозем обыкновенный окультуренный, (пашня), гор. Ар, разрез 7 (P#7) - чернозем обыкновенный, Тамбовский вал (под валом), гор. [А], разрез 10 (P#10) - чернозем оподзоленный, Строгановская дубрава, гор. А

Значительное повышение величин магнитной восприимчивости в погребенных средневековых почвах свидетельствует в пользу более автоморфных условий их существования, нежели современные.

Начиная со средних веков, резкая смена типа фотосинтеза, а значит, растительности, наблюдается по величинам $\delta^{13}\text{C}$ гумуса во всех разрезах, за исключением Матырской дубравы и чернозема, сформированного в фортификационных рвах у Тамбовского вала. Таким образом, освоение черноземных ландшафтов под пашню стало необходимым элементом агропейзажа славянских поселений уже в средние века. Эффективность экстенсивных, привнесенных из лесной зоны, технологий при этом еще не достигала мощностей последующих веков, но уже стала, по-видимому, причиной демографического подъема и начала процесса резкого остепнения ландшафтов лесостепи, усиливших понижение температур в последующий малый ледниковый период.

Программа российской модернизации второй половины XIX – начала XX веков, известная под названием Крестьянской или Великой реформы XIX в., довела новые для лесостепного ландшафта явления до максимальных стадий

проявления. Старопахотные горизонты доагротехногенного периода обнаружены нами повсеместно в районе исследований, в том числе и в черноземах оподзоленных под лесами 100-150-летнего возраста. Их находка свидетельствует в пользу известных фактов возросшей численности населения и сопутствующей ей «земельной тесноты», ставшей основной причиной социально-экологического кризиса к концу 19 в. Материалы земских исследований тамбовской деревни показывают [7], что распашка пригодных для земледелия угодий завершилась в обсуждаемом регионе к 1880 г. При этом распашке подверглись не только выровненные поверхности водоразделов, но, как показывают находки старопахотных горизонтов, также склоны, лога, пойменные террасы, ранее использовавшиеся в качестве сенокосов и выгонов для скота. Вырубка лесов в оврагах, в свою очередь, привела в катастрофическому развитию водной и ветровой эрозии почв, интенсивному оврагообразованию и еще большему ускорению поверхностного стока. Переуплотненные лишенные органического вещества почвы не впитывали редкую влагу, а переводили ее в поверхностный сток. При сохранении низкого уровня агротехники в крестьянских хозяйствах, при распространении переложной системы земледелия, все эти факты привели к снижению уровня плодородия черноземов и, в конечном итоге, усилили масштабное развитие засухи на территории лесостепи к концу XIX - началу XX в. Последующий голод и стал основной причиной и движущей силой Великих русских революций начала XX века в России [7].

Действительно, в дальнейший период машинной обработки земли глубина пахотного горизонта достигла в современном агрочерноземе на пашне 25-30 см. Гумусовые горизонты древних и современных агрочерноземов, в отличие от 400-летнего чернозема на Тамбовском валу, отчетливо подразделяются на две части: 1) рыхлый пахотный горизонт серого цвета и 2) уплотненный горизонт плужной подошвы более темного цвета и более тяжелого гранулометрического состава, сохранившийся от предыдущего этапа черноземного педогенеза среднего голоцена. Его возраст, согласно данным Е.М. Самойловой [13] составляет 6760 ± 90 лет. На такую же двухслойность гумусового горизонта черноземов Тамбовского уезда обращал внимание и В. В. Докучаев (1883) [5]. Интересно отметить, что количество ходов землероев уменьшается в ряду от нераспаханного чернозема на валу к старопахотным вариантам черноземов под валом и под лесом. В переуплотненном агрочерноземе на пашне ходы землероев отсутствуют. Переуплотнение верхних частей средневековых и современных пахотных почв подтверждается и результатами гранулометрического анализа.

В отдельную область выделяются древние и современные пахотные горизонты и по характеристикам отражения на графике, построенной по методу Салфелда (рис. 4). Кривые спектрального отражения бессленно распаханной почвы (агрочернозема обыкновенного окультуренного) имеют самые низкие величины отражения в рассматриваемом хроноряду благодаря наименьшей

порозности агрочернозема и обладают отчетливым максимумом при 450 и при 750 нм, что отличает их от гумусовых горизонтов типичного нераспаханного чернозема.

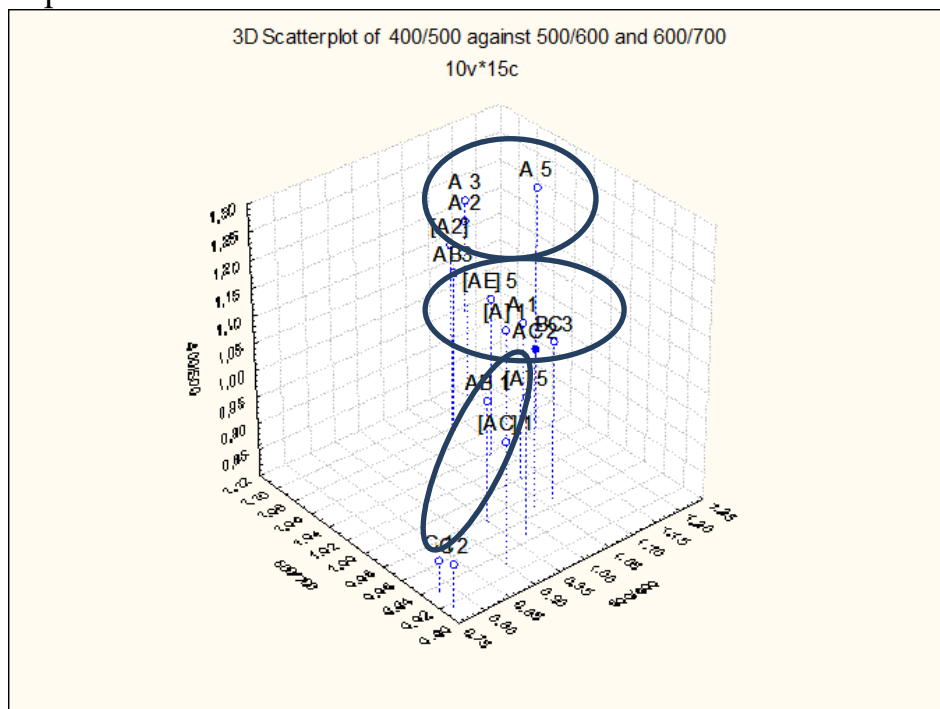


Рис. 4. Анализ спектральных кривых методом Салфелда

Максимальное содержание гуминовых кислот приурочено к дневным гумусовым горизонтам – до 3 %, а также погребенному под валом горизонту разреза № VII (чернозем обыкновенный (чернозем сегрегационный)) и нижней части профиля чернозема обыкновенного (чернозем сегрегационный). Распределение гуминовых кислот по профилю агрочернозема – более изометричное, в отличие от полимодального в разрезе VII и равномерно-аккумулятивного в нераспаханном варианте чернозема из разреза VIII (лугово-черноземная почва (чернозем гидрометаморфизованный)).

Самые высокие величины коэффициента экстинкции, а значит и самые сложные, обогащенные бензойными структурами молекулы гуминовых кислот, обнаружены в дневном и втором гумусовом горизонте черноземов на валу – до 0,008. Сходные величины (0,007) демонстрируют нижние части разрезов № X (чернозем оподзоленный) и № VI (чернозем обыкновенный (чернозем сегрегационный)). Минимальные значения коэффициента экстинкции присущи пахотным и старопахотным горизонтам исследованных черноземов – 0,004. Величина экстинкции около 0,005 в гумусовом горизонте, погребенного под валом профиля, позволяет предполагать его распашку в прошлом

Полимодальный характер кривой распределения величин **магнитной восприимчивости** по профилю позволил диагностировать погребенные

гумусовые горизонты и культурные слои в разрезах №7 (чернозем обыкновенный (Тамбовский вал)), № 6 (чернозем обыкновенный (чернозем сегрегационный)) и разреза №10 (чернозем оподзоленный) (рис. 5). Хорошую корреляцию с содержанием и распределением гумуса обнаруживают значения магнитной восприимчивости. В соответствии с гипотезой А.Ф. Вадюниной, В.Ф. Бабанина [2], магнитная восприимчивость всегда выше в органогенных горизонтах с повышенным содержанием гуминовых кислот, так как, возможно, гуминовые кислоты почв являются катализатором ферромагнетизации слабомагнитных железистых соединений. Значительное уменьшение величин χ в выше- и нижележащих слоях Тамбовского вала с 68 до 23 см³/г СГСМ связано с прерыванием педогенеза и активизацией этапов экзогенеза (седиментогенеза или гидроморфизма). Резкий контраст значений магнитной восприимчивости в верхней и нижней частях гумусового горизонта подтверждает вывод о длительной высокой антропогенной нагрузке. А значительное повышение величин магнитной восприимчивости в погребенных средневековых почвах свидетельствует в пользу более автоморфных условий их существования, нежели современные.

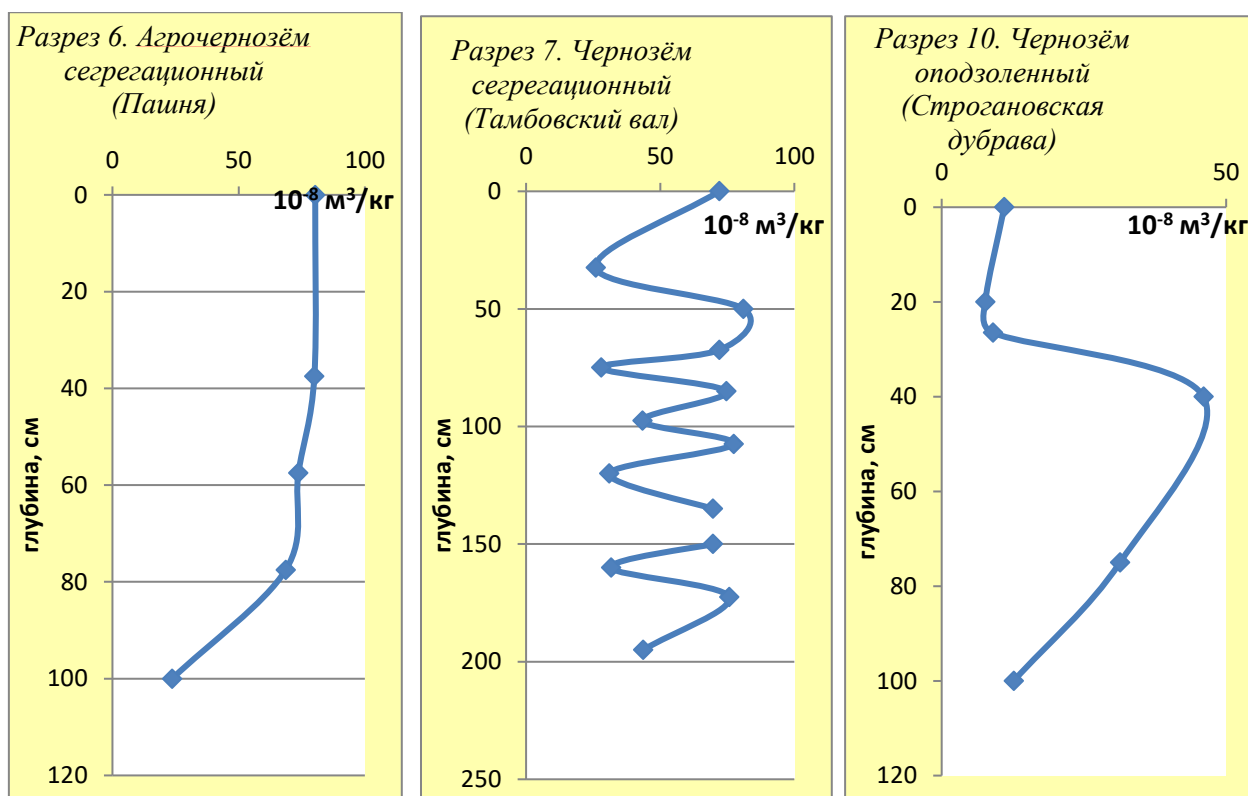


Рис. 5. Профильное распределение величин магнитной восприимчивости $X \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$

pH водной вытяжки исследованных почв колеблется от слабо- и среднекислого в черноземе оподзоленном до близкого к нейтральному и

слабощелочному – в черноземах сегрегационных. Значительного подщелачивания почв в ходе распашки, которое фиксирует Ю. Г. Чендев [15] в черноземах лесостепи, мы не обнаружили.

Содержание гумуса в гумусовых горизонтах чернозема сегрегационного на валу, в агрочерноземе и в погребенном гумусовом горизонте – высокое (6 %), в старопахотных горизонтах доагротехногенного периода под валом и дубравой – среднее и низкое (4-5 %) (табл. 4). По данным В.В. Докучаева (1883), содержание гумуса в черноземах Тамбовского уезда в конце 19 в. – высокое и очень высокое (9-13 %). Наибольшим – до 8 % содержанием гумуса отличается второй гумусовый горизонт чернозема оподзоленного. Резкое увеличение содержания углерода во вторых гумусовых горизонтах подтверждает нашу гипотезу о том, что верхний слой являлся пахотным горизонтом, а следующий – обычным гумусовым горизонтом предыдущей черноземной стадии педогенеза.

Наши выводы согласуются с результатами моделирования необратимой агрогенной деградации чернозема обыкновенного для Курской области, полученными А. В. Смагиным [14], а также с данными сравнительного анализа Мухи и Сулимы, выполненного на реперных точках В. В. Докучаева (1883) [15]. Сравнивая результаты анализов образцов современных пахотных почв и образцов, отобранных В. В. Докучаевым, можно наблюдать интенсивную деградацию чернозема по содержанию гумуса (табл. 4).

Распределение гумуса по профилю нераспаханных черноземов – регрессивно-аккумулятивное, а на пашне – бимодальное.

Таблица 4. Сравнение свойств исследованных почв с данными В.В. Докучаева

Объекты исследования	Содержание гумуса, (%)	Содержание CaO, (%)
<i>Реперные точки, находящиеся в Тамбовской губернии, по В. В. Докучаеву (1883 г.)</i>		
1.1) Девственная почва (Лебедянский уезд)	9,21	1,052
1.2) Девственная почва (глубина 18 см) (Кирсановский уезд)	13,06	1,004
2.1) Поле (не бывшее унавоженным) с глубины, до которой не доходят корни растений	9,48	4,450 (известь)
2.2) Пахотный горизонт (хорошая пшеничная почва)	10,02	0,923
2.3) Пахотный горизонт (истощенный)	10,01	0,998
3.0) Почва (Козловский уезд)	9,00	1,810
<i>Современные объекты исследования (Тамбовская область, 2012 г.)</i>		
Тамбовский вал, гор. А	6,50	1,98
Агрочернозем, гор. Ар	6,50	2,01
Чернозем глинисто-иллювиальный оподзоленный, гор. А, Строгановская дубрава	3,69	1,07

Распределение величин общего, минерального и органического **фосфора** по профилям исследуемых почв носит полимодальный характер (рис. 6). Содержание как органического, неорганического так и общего фосфора увеличивается в культурных слоях почв. Эти факты надежно диагностируют антропогенное происхождение погребенных гумусовых горизонтов. Относительно обогащены минеральным фосфором гумусовые горизонты нераспаханного чернозема на валу и особенно (в 3-5 раз) пахотные горизонты агрочернозема, вероятно, в результате применения минеральных удобрений. Старопахотные горизонты под лесом и под валом отличаются наименьшими значениями содержания минерального фосфора.

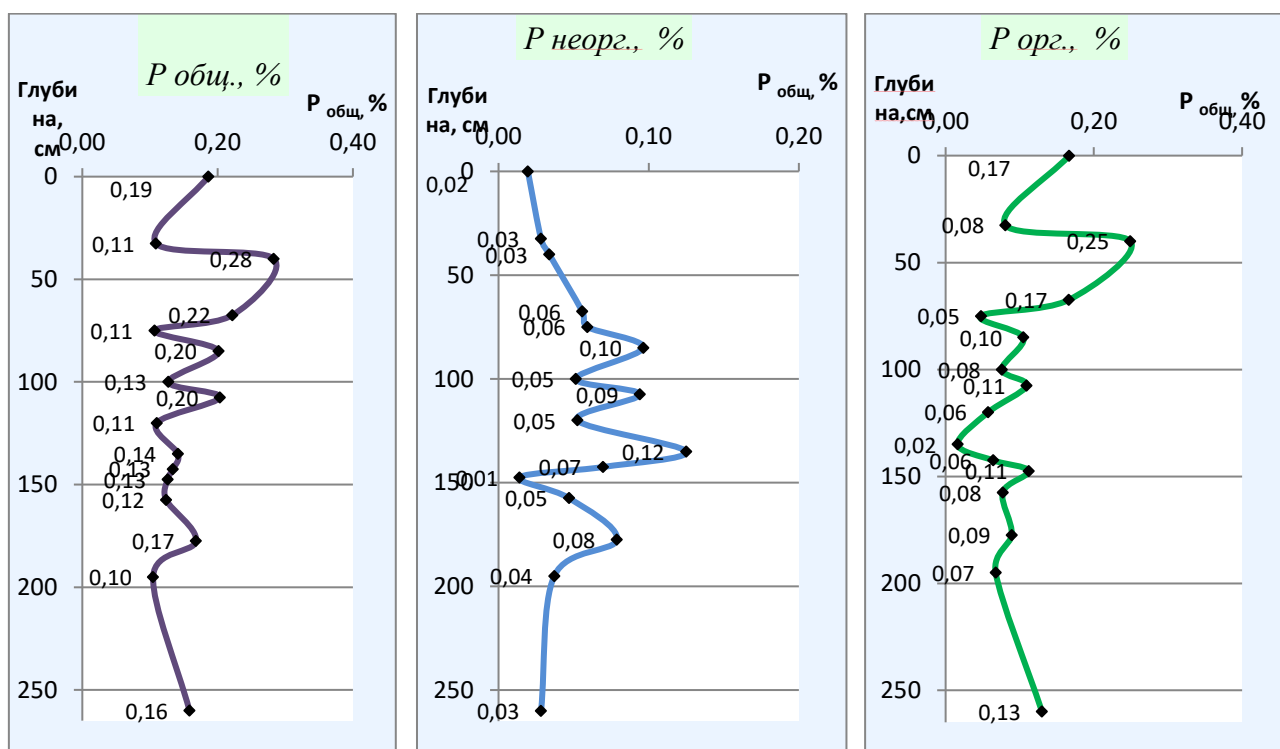


Рис. 6. Полимодальный характер распределения группового состава фосфора в профиле чернозема сегрегационного Тамбовского вала

Среднее значение обогащенности гумуса азотом свойственно всем горизонтам на пашне. В то же время отношения C:N в нижних погребенных гумусовых слоях характеризуются низкими значениями (рис. 7).

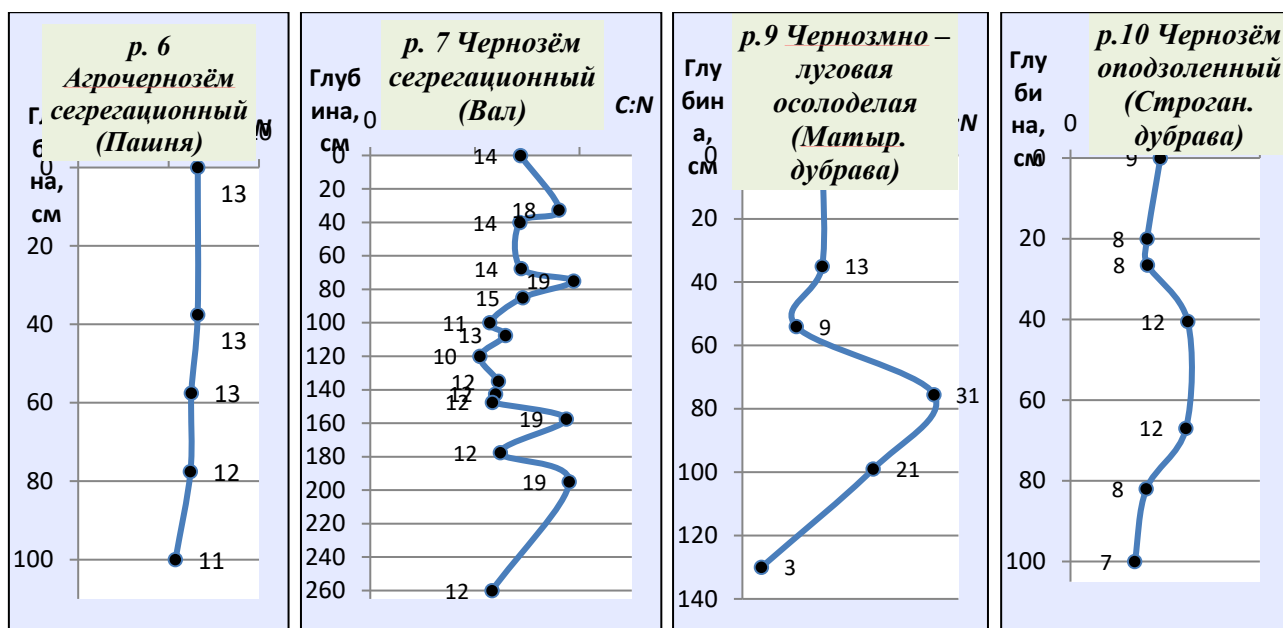


Рис. 7. Профильное распределение C:N в черноземах

Таким образом, затянувшийся социально-экологический кризис малого ледникового периода на рубеже 19-20 веков усугубился чередой засух, о которых пишет в своих работах и В. В. Докучаев [4, 5]. Он также отмечает поднятие глубины вскипания карбонатов. Развернувшийся кризис был порожден российской земледельческой практикой: уничтожением лесов, естественных водоемов и экстенсивной распашкой массы земель. Значительное ухудшение свойств погребенного пахотного горизонта средневекового возраста по содержанию фосфора, азота и углерода в исследованных черноземах – яркое тому свидетельство.

Однако интенсивный техногенный этап освоения региона, пришедший на смену описанному кризису в 20-21 веках, привел к дальнейшей деградации черноземов и развитию процессов их дегумификации, переуплотнения, слитизации. Следовательно, выход из кризиса – не только в появлении новых технологий, но, главным образом, в становлении нового научного мировоззрения, которое и было предложено В.В. Докучаевым, а затем уже - в создании таких технологий, которые не разрушают окружающую природную среду, а обеспечивают ее устойчивое развитие.

ВЫВОДЫ

1. Главным фактором эволюции почв лесостепи в древности был климат, а в историческое время – антропогенный фактор. Этапы заселения региона соответствуют временным рамкам эпизодов климатической истории. Таким образом, процессы естественной эволюции почв в древней истории Тамбовской равнины преобладали над антропогенными, и подчинялись изменениям климата.
2. Факт распашки почв в исторический период, предшествующий строительству Тамбовского вала, установлен впервые.
3. Радиоуглеродное датирование и кривые распределения изотопов $\delta^{13}\text{C}$ по профилям исследуемых почв показывают, что эволюция почв в различные исторические периоды по-разному зависела от антропогенного пресса. Антропогенное обезлесивание ландшафтов лесостепи не затронуло лишь заболоченные понижения так называемых «осиновых кустов», не пригодных к распашке (из-за высокого уровня грунтовых вод гидрокарбонатно-натриевого состава [8]).
4. Свойства пахотных горизонтов различных эпох земледельческого освоения различаются: пахотные горизонты средневековья более деградированы по содержанию минерального фосфора, гумуса, свойствам гуминовых кислот, но менее переуплотнены по сравнению с горизонтами современной агротехногенной эпохи землепользования.
5. Гумусовые горизонты современных черноземов окультуренных отчетливо подразделяются на две части: 1) современный пахотный горизонт с измененными морфологическими, физическими и химическими свойствами и 2) уплотненный, но сохранивший химические и физические свойства предыдущего этапа педогенеза, горизонт полноголоценового чернозема, сформированного 2500 лет назад.
6. В результате многовековой распашки в профиле черноземов развиваются такие деградационные явления, как дегумификация, упрощение структуры молекул гуминовых кислот, слитизация, переуплотнение.
7. Анализ литературы обнаружил, что социально-экологический кризис рубежа 19-20 вв. был во многом порожден российской земледельческой практикой.

Литература.

1. Бабанин В.Ф., Трухин В.И., Карпачевский Л.О. и др. Магнетизм почв. М.: Ярославль, 1995. 222 с.
2. Вадюнина А. Ф., Бабанин В. Ф. Магнитная восприимчивость некоторых почв СССР // Почвоведение, 1972. № 10. С. 56-66.
3. Воробьева Л.А. Химический анализ почв: Учебник. – Изд-во МГУ, 1998. 272 с.
4. Докучаев В.В. Русский чернозем. Соч. АН СССР, 1949, т. III. 200 с.

5. Докучаев В.В. Материалы к оценке земель Нижегородской губернии. Естественно-историческая часть. 1896, вып. 10, Балахнинский уезд; 1890, вып. 9, Васильский уезд.
6. Докучаев В.В. «О нормальной оценке почв Европейской России», 1950, с. 315.
7. Канищев В.В., Ковалева Н.О., Ковалев И.В. Историческое почвоведение Тамбовской области: первые результаты исследований // Вестник Тамбовского университета. Сер. Естественные и технические науки. 2012, вып. 6. С. (0,7 п.л.) (1810-0198).
8. Ковалева Н.О., Канищев В.В., Тютерева О.И., Ковалев И.В. Гидрогеохимия ландшафтов Тамбовщины в историческое время // Вестник Тамбовского университета. Сер. Естественные и технические науки. 2016. Вып. 1. Том 21. С. 280-289. (0,7 п.л.). Интернет: <http://vesnik.tsutmb.ru/rus>; <http://vesnik.tsutmb.ru/eng>.
9. Кульпин Э. С. Василий Докучаев как предтеча биосферно-космического историзма: судьба ученого и судьбы России. В: Кульпин, Э. С. (ред.), Природа и общество: на пороге метаморфоз. Серия «Социоестественная история. Генезис кризисов природы и общества в России». 2010. Вып. XXXIV (с. 172–189). М.: ИАЦ Энергия.
10. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. М., МГУ, 1981. 272 с.
11. Розанов Б.Г. Морфология почв. М. МГУ 1983. 319 с.
12. Салимгареева О.А., Ковалев И.В. По следам экспедиции В.В. Докучаева // Роль почв в биосфере. Тр. Ин-та экологического почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. – Вып. 15. – М.: МАКС Пресс, 2015. С. 60-69.
13. Самойлова Е.М. Луговые почвы лесостепи. М.: Изд-во МГУ, 1981. 264 с.
14. Смагин А.В. Моделирование естественной динамики и агрогенной деградации черноземных почв. // Роль почв в биосфере: Тр. Ин-та экологического почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. Вып. 10. – М.: МАКС Пресс, 2010. -236 с.
15. Чендев Ю.Г. Эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене. М: ГЕОС, 2008. 212 с.
16. Munsell. Soil color charts. Macbeth, 1990.

Literatura.

Ковалев И.В., Ковалева Н.О., Отражение социально-экологического кризиса XIX века в работах В.В. Докучаева (на примере антропогенной эволюции черноземов Тамбовской равнины в историческое время) // «Живые и биокосные системы». – 2016. – № 16; URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-16/article-10>

1. Babanin V.F., Truhin V.I., Karpachevskij L.O. i dr. Magnetizm pochv. M.: Jaroslavl', 1995. 222 s.
2. Vadjunina A. F., Babanin V. F. Magnitnaja vospriimchivost' nekotoryh pochv SSSR // Pochvovedenie, 1972. № 10. S. 56-66.
3. Vorob'eva L.A. Himicheskij analiz pochv: Uchebnik. – Izd-vo MGU, 1998. 272 s.
4. Dokuchaev V.V. Russkij chernozem. Soch. AN SSSR, 1949, t. III. 200 s.
5. Dokuchaev V.V. Materialy k ocenke zemel' Nizhegorodskoj gubernii. Estestvenno-istoricheskaja chast'. 1896, vyp. 10, Balahninskij uезд; 1890, vyp. 9, Vasil'skij uезд.
6. Dokuchaev V.V. «O normal'noj ocnke pochv Evropejskoj Rossii», 1950, s. 315.
7. Kanishhev V.V., Kovaleva N.O., Kovalev I.V. Istoricheskoe pochvovedenie Tambovskoj oblasti: pervye rezul'taty issledovanij // Vestnik Tambovskogo universiteta. Ser. Estestvennye i tehicheskie nauki. 2012, vyp. 6. S. (0,7 p.l.) (1810-0198).
8. Kovaleva N.O., Kanishhev V.V., Tjutereva O.I., Kovalev I.V. Hidrogeohimija landshaftov Tambovshhiny v istoricheskoe vremja // Vestnik Tambovskogo universiteta. Ser. Estestvennye i tehicheskie nauki. 2016. Vyp. 1. Tom 21. S. 280-289. (0,7 p.l.). Internet: <http://vesnik.tsutmb.ru/rus>; <http://vesnik.tsutmb.ru/eng>.
9. Kul'pin Je. S. Vasilij Dokuchaev kak predtecha biosferno-kosmicheskogo istorizma: sud'ba uchenogo i sud'by Rossii. V: Kul'pin, Je. S. (red.), Priroda i obshhestvo: na poroge metamorfoz. Serija «Socioestestvennaja istorija. Genезis krizisov prirody i obshhestva v Rossii». 2010. Vyp. HHHIV (s. 172–189). M.: IAC Jenergija.
10. Orlov D.S., Grishina L.A. Praktikum po himii gumusa. M., MGU, 1981. 272 s.
11. Rozanov B.G. Morfologija pochv. M. MGU 1983. 319 s.
12. Salimgareeva O.A., Kovalev I.V. Po sledam jekspedicii V.V. Dokuchaeva // Rol' pochv v biosfere. Tr. In-ta jekologicheskogo pochvovedenija MGU im. M.V. Lomonosova. – Vyp. 15. –M.: MAKS Press, 2015. S. 60-69.
13. Samojlova E.M. Lugovye pochvy lesostepi. M.: Izd-vo MGU, 1981. 264 s.
14. Smagin A.V. Modelirovanie estestvennoj dinamiki i agrogennoj degradacii chernozemnyh pochv. // Rol' pochv v biosfere: Tr. In-ta jekologicheskogo pochvovedenija MGU im. M.V. Lomonosova. Vyp. 10. – M.: MAKS Press, 2010. -236 s.
15. Chendev Ju.G. Jevoljucija lesostepnyh pochv Srednerusskoj vozvyshehnosti v golocene. M: GEOS, 2008. 212 s.
16. Munsell. Soil color charts. Macbeth, 1990.