

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(Н И У « Б е л Г У »)

ФАКУЛЬТЕТ ГОРНОГО ДЕЛА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
КАФЕДРА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРА

**РЕАКЦИЯ АВТОМОРФНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ЛЕСОСТЕПИ НА
ДЛИТЕЛЬНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЕ ОСВОЕНИЕ: ИЗМЕНЕНИЕ
КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНЫХ УСЛОВИЙ И КАРБОНАТНЫХ
ПРОФИЛЕЙ**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки
05.03.06 Экология и природопользование
очной формы обучения, группы 810001403
Буковцова Валерия Александровича

Научный руководитель:
д.г.н., доцент
Чендев Ю.Г.

БЕЛГОРОД 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава I. История формирования лесостепных черноземов. Особенности развития в лесостепных черноземах реакции среды и карбонатных профилей.....	5
1.1. Происхождение черноземов лесостепи.....	5
1.2. Кислотно-щелочные условия в лесостепных черноземах.....	8
1.3. Карбонатный профиль в черноземных почвах.....	10
Глава II. Объекты и методы исследований.....	16
2.1. Описание изучаемых почвенных разрезов.....	16
2.2. Описание почвенных разрезов.....	18
2.2. Методика, используемая в исследовании.....	35
Глава III. Изменение кислотно-щелочных условий и карбонатных профилей изученного агрохроноряда.....	38
3.1. Полученные результаты.....	38
3.2. Анализ полученных результатов.....	43
Глава IV. Рекомендации по длительному земледельческому использованию автоморфных лесостепных черноземов.....	45
4.1. Основные рекомендации по длительному использованию автоморфных лесостепных черноземов.....	45
Заключение.....	48
Список использованной литературы.....	50

ВВЕДЕНИЕ

Жизнь человека с давних времен тесно связана с почвой. Почва ассоциируется у человека с кормилицей – главным источником пищи. Упоминания о значении земли можно найти еще в древнегреческой мифологии, где описан подвиг Геракла, победившего великана, только лишь отсоединив его от матери-земли. Почва по сей день остается одним из самых важных элементов в жизни человека. «Почва – это среда обитания, уютный дом и убежище для многих животных и микроорганизмов» [1].

Интенсивное использование почв в земледелии приводит к деградации почв и, как следствие, к значительному сокращению объемов производства. В последнее время значительно выросли масштабы загрязнения, захламления и других форм ухудшения почв городских и сельских поселений, а также других категорий земель. Вместе с тем, рекультивация земель и восстановление качественных характеристик почв ведется низкими темпами. Таким образом, эта проблема является на сегодняшний день актуальной [27].

Целью работы стало выявление закономерности изменения кислотно-щелочных условий и карбонатных профилей в результате сельскохозяйственного использования автоморфных черноземов лесостепи.

Объектом исследования являются автоморфные черноземы агрохроноряда на территории лесостепи (Ивнянский район Белгородской области) – на пашнях юго-восточнее поселка Курасовка, а фоновые участки – в окрестностях поселков Сафоновка и Покровский.

Предметом исследования послужил сравнительный анализ агрохроноряда карбонатных профилей и кислотно-щелочных условий автоморфных лесостепных черноземов.

Двигаясь к достижению нашей цели, мы последовательно решали ряд ключевых задач, обусловленных предметом и объектом нашей исследовательской работы:

- анализ сведений об особенностях формирования в черноземах кислотно-щелочных условий и карбонатных профилей;
- выявление степени влияния распашки на карбонатные профили и кислотно-щелочные условия афтоморфных черноземов лесостепи;
- разработка рекомендаций по длительному использованию афтоморфных лесостепных черноземов с учетом полученных результатов.

Основными методами лабораторного исследования являются: ацидиметрический метод определения содержания карбонатов в почве и потенциометрический метод определения рН водного. Кроме того, были использованы сравнительно-географический метод, а также методы обработки и анализа литературного материала.

Глава I. История формирования лесостепных черноземов. Особенности развития в лесостепных черноземах реакции среды и карбонатных профилей

1.1. Происхождение черноземов лесостепи

Впервые о происхождении черноземов высказался великий русский ученый М. В. Ломоносов. В своем труде под названием «О слоях земных» он пишет о данной почве как о природном теле, которое появилось в результате воздействия биосферы, продуктов жизнедеятельности растений и животных. «Его (чернозема) происхождение не минеральное, но из двух прочих царств природы, из животного и растительного, всяк признает...».

Существует несколько гипотез о происхождении черноземов. В.В. Докучаев выразил мнение о том, что черноземы были образованы при изменении почвообразующих пород под действием степной растительности, климата и других факторов. Гипотеза о растительно-наземном происхождении чернозема была сформулирована М.В. Ломоносовым в 1763 году. Существует морская гипотеза происхождения чернозема, выдвинутая П.С. Палласом. Она подразумевает образование чернозема из морского ила, разложения органических остатков при отступлении моря.

Третья гипотеза происхождения черноземов, высказанная Эйхвальдом Э.И. в 1850 и Бриляком Н.Д. в 1852, подразумевает возникновение черноземов из болот при постепенном их высыхании.

По некоторым данным черноземы являются относительно молодыми почвами. Исследователи, применяя способ радиоуглеродного датирования, установили, что черноземы возникли в течение последних 10-12 тыс. лет послеледниковое послеледниковое времени. Возраст глубоких горизонтов

составляет не менее 7-8 тыс. лет, а возраст гумуса верхних почвенных горизонтов не достигает тысячи лет [19].

Основой для современного представления о возникновении черноземных почв растительно-земным способом стали труды В.В. Докучаева, Адерихина П.Г., Костычева П.А., Высоцкого Г.Н., Афанасьевой Е.Л. и других исследователей.

При этом основным процессом формирования черноземов, по мнению Ганжара Н.Ф., является дерновой. Суть этого процесса заключается в накоплении гумуса, аккумуляции биофильных элементов и формировании водопрочной структуры за счет травянистой растительности [9].

Гумусообразование является ведущим простым процессом почвообразования. Этот процесс сопровождается наиболее оптимальными условиями: высокое количество ежегодного опада, преобладающая часть опада растений (более 60 %), поступающих в почву в виде корней, высокое содержание оснований в почвообразующих породах, высокое содержание оснований и азота в составе опада, насыщенность минеральной части почв кальцием и магнием, близкая к нейтральной реакция среды, умеренная биологическая активность.

Перечисленные выше условия, по мнению В.П. Ковриго, предполагают пониженное присутствие фульвокислот, сложность гуминовых кислот, гуматный тип гумуса черноземов [19].

Взаимодействие гумусовых веществ с минеральной частью почвы образует устойчивые органо-минеральные соединения, т.е. в черноземах происходит процесс оструктурирования.

При выветривании первичных материалов, а также путем синтеза продуктов разложения опада образуются вторичные материалы (монтмориллонит и др.), однако они не перемещаются по профилю почвы.

Таким образом вместе с закреплением важных элементов питания растений (N, P, S, Ca и др.) происходит накопление гумуса, а также в гумусовом поле возникают зернистые водопрочные агрегаты. Они возникают за счет клеящейся способности гумусовых веществ.

Особенности черноземообразования в пределах определенной зоны определяют несколько факторов: изменение климатических условий, неоднородность факторов почвообразования, а также изменение растительности.

Наиболее благоприятными условиями для черноземообразования находятся в южной части лесостепной зоны, где наблюдается оптимальный гидротермический режим, который приводит к образованию максимальной биомассы. Более влажные условия климата, наблюдающиеся на севере, способствуют выносу оснований из опада, выщелачиванию и даже оподзоливанию черноземов.

Южные условия климата приводят к снижению интенсивности гумусообразования. Это происходит за счет нарастающего дефицита влаги в почве, снижения количества органических остатков, усиления их минерализации.

Особенности факторы почвообразования в зоне черноземов формируют следующие подзоны: типичных черноземов, оподзоленных и выщелоченных, обыкновенных и южных черноземов. Две первые подзоны принадлежат лесостепи, остальные – степи.

Различия черноземных почв, проявляющиеся в разном количестве содержания гумуса, мощности гумусового слоя, формах выделения карбонатов, глубине промывания, особенностях водного и теплового режима вызваны изменением климата и растительности с запада на восток.

Дерновый процесс образования черноземов сопровождается целым рядом ЭПП: метаморфических (оглеение, оглинение, слитизация), элювиальных (выщелачивание, оподзоливание, лессиваж, осолодение), иллювиально-аккумулятивных и других. Результат данных процессов позволяет разделять черноземы на подтипы, рода и виды [33].

1.2. Кислотно-щелочные условия в лесостепных черноземах

Кислотно-щелочная характеристика, или реакция — это способность почв проявлять свойства кислот и щелочей при взаимодействии с водой или растворами солей. Мерой реакции почв является соотношение в почвенном растворе водородных (H^+) и гидроксильных (OH^-) ионов. Реакция почв характеризуется величиной рН — отрицательным логарифмом активности водородных ионов в растворах. Почвы могут иметь кислую ($pH < 7$), нейтральную ($pH = 7$) или щелочную ($pH > 7$) реакцию.

Различают два вида почвенной кислотности: актуальную и потенциальную, которая в свою очередь делится на обменную и гидролитическую. Актуальной кислотность — это кислотность почвенного раствора. Она измеряется при взаимодействии почвы с дистиллированной водой. Актуальная кислотность зависит от наличия в почвенном растворе свободных органических и минеральных кислот (в основном, угольной кислоты). Актуальная кислотность в почвах проявляется в диапазоне рН от 3 до 7.

Обменная кислотность обусловлена наличием в ППК обменных водорода и алюминия и определяется путем вытеснения ионов H^+ 2 [1]. Принято считать, что перманентные заряды ППК возникают при изоморфных замещениях в кристаллических решетках глинистых минералов. Ионы H^+ и Al^{3+} , компенсирующие эти заряды, будучи относительно сильными кислотами, легко вытесняются из ППК даже при относительно низких значениях рН. Они обуславливают обменную кислотность. Расчет по этой кислотности показывает, что для ее нейтрализации необходимо в 100 раз больше извести, чем показывают расчеты по активной кислотности в водном почвенном растворе [15].

Актуальная щелочность связана с наличием в почвенном растворе щелочных солей — Na_2CO_3 и $NaHCO_3$, $Ca(HCO_3)_2$, при диссоциации которых образуется гидроксильный ион. Потенциальная щелочность обнаруживается в почвах, содержащих поглощенный натрий. В результате взаимодействия ППК с углекислым газом, содержащимся в почвенном растворе, происходит замещение Na^+ водородом с образованием соды (Na_2CO_3), подщелачивающей почвенный раствор.

По величине рН различают слабощелочные, щелочные и сильнощелочные почвы. Щелочность угнетает развитие культурных растений и деревьев, обуславливает низкое плодородие почвы. При рН более 8,5 почва характеризуется липкостью, слабой водопроницаемостью, бесструктурностью.

Проявление ОВ-процессов в почве зависит от ее генетических свойств и состояния водно-воздушного, температурного и биохимического режимов. Главным окислителем в почвах является свободный кислород почвенного воздуха и кислород, растворенный в почвенной влаге. Большая часть окислительно-восстановительных реакций имеет биохимическую природу, т. е. они связаны с проявлением микробиологических процессов. На развитие ОВ-процессов большое влияние оказывают также формы и содержание соединений элементов переменной валентности. В частности, повышенное

содержание подвижных форм марганца и железа способствует более быстрому снижению потенциалов при переувлажнении почв [19].

Диссоциация угольной кислоты – один из важнейших естественных источников протонов в почва связан с круговоротом углерода и реакцией диссоциации угольной кислоты [28].

Как известно, растения в процессе фотосинтеза образуют углеводы, черпая углерод из атмосферы. Отмирающие растительные и животные остатки и микроорганизмы на поверхности почвы и в почвенном профиле подвергаются частичной минерализации с образованием CO_2 .

Деятельность биоты является одним из главных источников продуцируемых в почве органических кислот. К другим естественным источникам кислотности относятся многочисленные проходящие в почвах процессы окисления элементов с переменной валентностью – N, S, Fe, Mn и других [28].

Причиной повышения кислотности почв является также климат и ее интенсивное изменение, особенно в последние десятилетия. При преобладании осадков над их испарением и недостаточном количестве тепла процесс почвообразования протекает в условиях избыточного увлажнения. Вода содержит углекислоту, которая активно растворяет известняк и многие минералы. Кальций и другие питательные элементы мигрируют с влагой по профилю почвы и при промывном режиме теряются с грунтовыми водами.

Помимо естественных причин подкисления почв, существуют и причины, обусловленные человеческой деятельностью: вынос из почвы кальция и магния с урожаем, применение физиологически кислых минеральных удобрений и выпадение кислых дождей. Интенсивность подкисления почв в естественных условиях вполне соизмерима с интенсивностью подкисления почв в результате антропогенной деятельности [33].

1.3. Карбонатный профиль в черноземных почвах

Карбонаты в почве – карбонаты кальция и магния, присутствующие в почве в виде минералов кальцита, доломита, люблинита, арагонита, анкерита и др. По происхождению могут быть вторичными (почвенными) новообразованиями или первичными (породными) и тогда называются остаточно-карбонатными. «Выделяют следующие формы Карбонатов в почве: сединка (карбонатная плесень, иней), псевдомицелий (мицелий, лжемицелий, лжегрибница, прожилки), бородки, пропитка, конкреции (мягкие — белоглазка, плотные твердые – журавчики или желваки, лессовые куклы, дутики)» [4].

Карбонатного профиль образуется из двух важных составляющих: источник солей и условия их осаждения. Основным источником солей выступают почвообразующие породы, насыщенные основаниями, которые высвобождаются в процессе их выветривания. Второй источник поступления в почву оснований это отмершая травянистая растительность, в которой преобладает кальций, содержащийся в составе золы. Диоксид углерода, необходимый для образования углекислых солей, попадает в почвенный раствор в процессе дыхания живых организмов и корней; образуется из атмосферы и в процессе разложения органических остатков.

Высказывалось мнение, что одним из важных источников CO_2 в почве является разложение карбонатов. Однако фактически отмечается высокое содержание CO_2 в болотных почвах и относительно низкое - в почвах степей и пустынь, хотя именно в них, как правило, больше всего карбонатов. Это свидетельствует о том, что карбонаты не оказывают существенного влияния на увеличение концентрации CO_2 в почвенном воздухе, в том числе в слоях, где содержание карбонатов, повышенное [5]. Отсутствие такой связи позволяет утверждать, что главный источник почвенной углекислоты - гумус, микроорганизмы и животные.

С другой стороны, установлено, что концентрация углекислого

газа в пахотных почвах меньше, чем в аналогичных горизонтах целинных и лесных почв. Это, очевидно, связано с энергичным газообменом между атмосферой и разрыхленной почвой.

Образование карбонатных солей происходит при взаимодействии карбоната кальция - CaCO_3 с водой и углекислым газом. При достаточном количестве влаги равновесие сдвигается в сторону бикарбонатных солей, что, будучи подвижными, мигрируют во влажные сезоны вниз по почвенному профилю [36].

Исследования Е.А. Афанасьевой также подтверждают, что изменение концентрации диоксида углерода в почвенном воздухе и растворимости CaCO_3 вызывают сезонную миграцию карбонатов в почвенном профиле [10].

В большинстве случаев, наиболее глубокое промачивание почвы до уровня грунтовых вод происходит в период весеннего снеготаяния раз в десятилетие, это обусловлено климатическими условиями. С нисходящими водами выносятся растворимые вещества, в частности $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, но следует отметить, что в связи с господством низких температур в этот период, биологическая активность незначительна, содержание и растворимость гидрокарбоната кальция понижено, как и содержание в почвенном воздухе углекислого газа, поэтому вынос $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ за пределы карбонатного профиля незначителен. Летом, в процессе поглощения влаги корнями растений и испарения, господствуют восходящие токи воды. Эти растворы обогащены $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ за счёт повышенного содержания диоксида углерода в почвенном воздухе в связи с высокой биологической активностью, вследствие этого растворимость карбоната кальция значительно выше. Гидрокарбонат кальция, утраченный в весенний период, возвращается в карбонатный горизонт восходящими токами, поддерживая равновесное существование горизонта с содержанием в почвенном растворе $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ [6].

В процессе испарения раствора, уменьшения парциального давления углекислоты в почвенном воздухе или наличии геохимических барьеров на

пути миграции происходит выпадение осадка в форме карбонатных солей и постепенное их накопление. Также при осаждении солей и переходе бикарбоната кальция в карбонат не исключено участие бактерий.

В настоящее время сложно в полной мере оценить биогеохимическую и почвообразующую роль организмов. Изучением этого вопроса занимался ещё В.И. Вернадский. Существует ряд функций, выполняемых организмами и имеющих значительную роль в формировании почв. Нам наиболее интересна функция концентрации и выделения слаборастворимых солей кальция в виде карбонатов. Способностью к концентрации и последующему выделению солей кальция в нерастворимый осадок обладают многие виды бактерий, одноклеточных животных, водоросли, мхи, а также высшие растения и животные. В процессе эволюции биогенное концентрирование солей кальция усилилось с появлением высших травянистых растений, т.к. в составе их зол соли кальция занимают очень значительную часть [18].

Образование карбонатного горизонта при гидрогенной аккумуляции происходит в зоне капиллярной каймы при достижении грунтовыми водами состояния насыщенности в отношении гидрокарбонатных солей. По данным М.А. Глазовской, поступление карбонатов кальция на поверхность и их аккумуляция в почвенном профиле может происходить в результате выпадения атмосферными осадками эолового привноса [11].

«Окарбоначивание при неизменяющихся гидробиоклиматических условиях относится к постоянно действующим, не затухающим во времени процессам, так как объём аккумуляции солей не скомпенсирован объёмом оттока насыщенного раствора» [36].

Ранее уже было сказано о том, что процесс окарбоначивания широко развит и охватывает почти все природные зоны. В почвах степной зоны накапливаются более способные к миграции формы карбонатов, а сам карбонатный горизонт опущен на некоторую глубину и расположен ниже гумусового.

Такие учёные как С.С. Неуструев, Б.Б. Польшов и Л.С. Берг и считали, что карбонатность материнских пород является следствием почвообразовательного процесса в данных природных условиях [11].

Учёными Е.И. Парфеновой и Е.А. Яриловой были определены интервалы значений водородного показателя рН, при котором в почвах происходит образование вариантов карбонатных минералов. Игольчатый кальцит, или люблинит, кристаллизуется при низкой минерализации растворов и значениях рН в пределах 6,5-6,8. Он имеет характерный облик и встречается в нижних горизонтах с динамичным режимом карбонатно-бикарбонатного равновесия, что применимо и к серым лесостепным почвам[25].

Тенденция уменьшения размеров кристаллов пропорционально росту концентрации растворов и скорости осаждения характерна для процессов образования изометричных кристаллов кальцита. Различного рода заполнения почвенных пор – поровые кутаны, несомненно, являются педогенными. Они широко распространены во всех почвах, в том числе исследуемых, с различным содержанием CaCO_3 . Они имеют множество названий, разнообразны по формам, расположению и составу, и, являются прямыми показателями перемещений карбонатных растворов по почвенному профилю. Часто карбонатные новообразования содержат примеси компонентов плазмы: глины, гипса или магнезия, гидроксидов железа; позволяющих судить о происхождении и процессах диагенеза (перерождения осадков в осадочную породу) [36]. Карбонаты остро реагируют на поведение влаги в почвенном профиле, они многократно растворяются, переносятся вместе с почвенными растворами, и, осаждаясь, кристаллизуются. В зависимости от концентрации почвенного раствора и формируются карбонатные новообразования, которые впоследствии аккумулируются в определённых почвенных горизонтах. Глубина вскипания от соляной кислоты является весьма мобильным показателем, изменяющимся в широких пределах [23].

Процесс промывки и отложения карбонатов получил название карбонатно-иллювиального. Карбонаты аккумулируются на среднемноголетней глубине промачивания почв (в основном весеннего, после снеготаяния). Вымываются, в первую очередь, мелкодисперсные карбонаты [5].

Явления выщелачивания легкорастворимых солей и карбонатов в серых лесостепных почвах предшествуют лессивированию или происходят одновременно вместе с ним. Выносу солей способствует хорошая фильтрационная способность данных почв и периодическое промачивание почвенно-грунтовой толщи на значительную глубину. Интенсивному выщелачиванию подвергаются карбонаты кальция, обусловлено это формированием почв Среднерусской лесостепи на преимущественно карбонатных отложениях, содержащих в среднем 8-10 % CaCO_3 [21].

Карбонатный профиль почв южной лесостепи характеризуется следующими чертами: линия вскипания от HCl располагается у нижней границы иллювиально-оглиенного горизонта, где главной формой выделения карбонатов является плесень и псевдомицелий; максимальное количество карбонатов сосредоточено в слоях на глубине 140-200 см. В зоне наибольшего скопления карбонатов основной формой их выделения являются журавчики, а также плесень и мучнистые скопления. Степень выщелоченности CaCO_3 существенно влияет на реакцию среды, насыщенность почв основаниями и развитие процесса перемещения глины без разрушения [3].

Глава II. Объекты и методы исследований

2.1. Описание изучаемых почвенных разрезов

В качестве объектов исследования были выбраны разновозрастные пашни, расположенные в пределах лесостепной зоны Среднерусской возвышенности на территории Ивнянского района Белгородской области юго-восточнее поселка Курасовка, а фоновые участки – в окрестностях поселков Сафоновка и Покровский. По разновременным картографическим материалам, поиск и подбор которых осуществлялся в Российском государственном архиве древних актов (РГАДА) (г. Москва), был определен возраст земледельческого освоения почв, изучаемых агрохронорядов: молодые пахотные угодья имеют возраст земледельческого освоения менее 130 лет, а старопахотные угодья – более 240 лет.

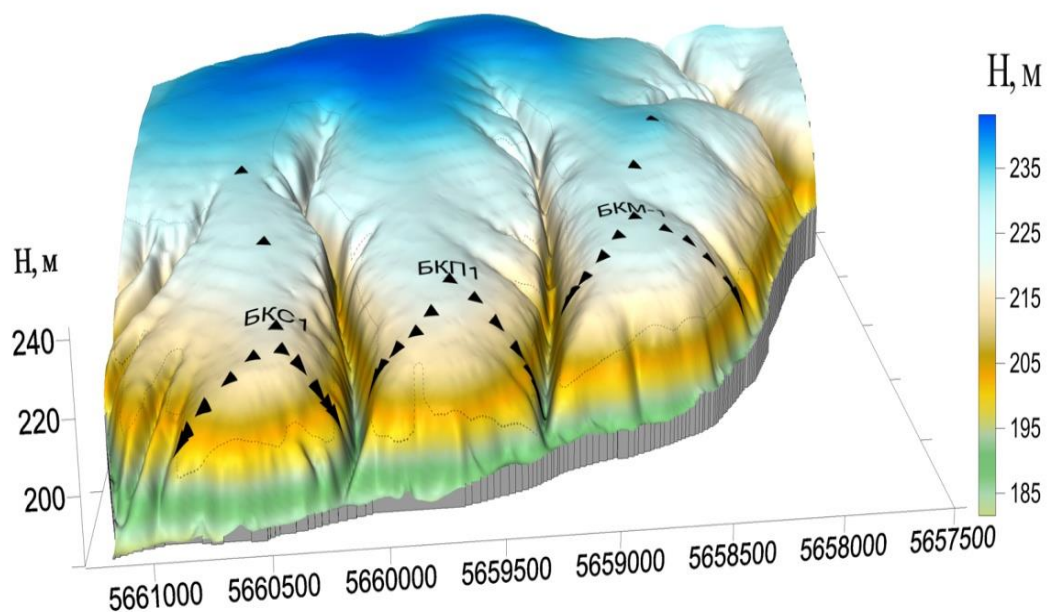
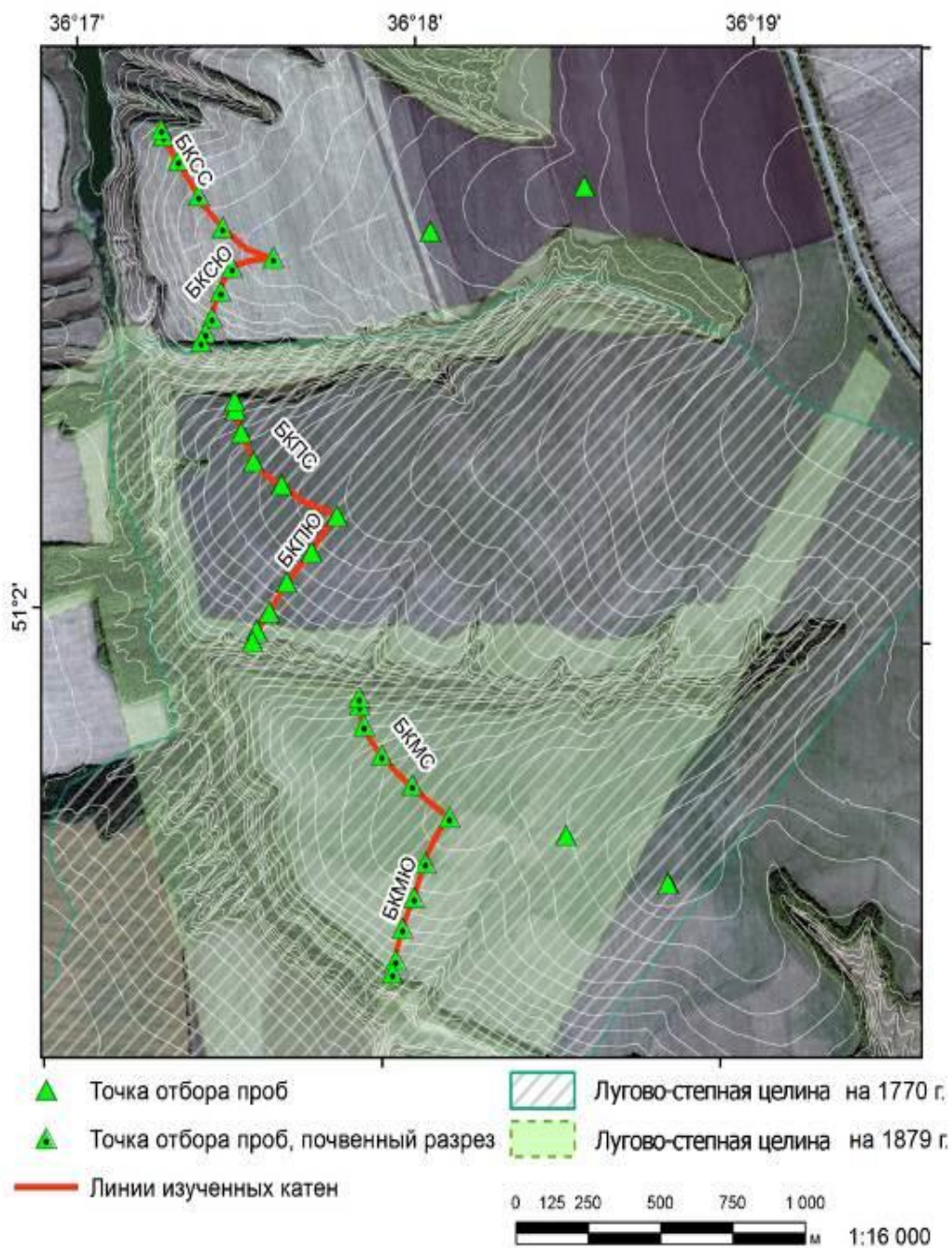


Рис. 3.1. Цифровая модель рельефа изучаемой территории и план участков полевого исследования почв с линиями профилирования, где изучались только самые верхние почвы катен – на абсолютно ровных поверхностях или на водоразделах с крутизной до 2-х градусов. (данные предоставлены д.г.н., доц. Ю.Г. Чендевым)



Имя	Длина, м	Описание
БКСС	604	пашня старше 240-летнего возраста
БКСЮ	410	пашня старше 240-летнего возраста
БКПС	557	пашня возраста около 180 лет
БКПЮ	499	пашня возраста около 180 лет
БКМС	531	пашня моложе 130-летнего возраста
БКМЮ	548	пашня моложе 130-летнего возраста

При составлении карты использовались:
 1) Топографическая карта масштаба 1:10 000, год издания - 1980
 2) Карта ..., год издания - 1879
 3) Карта ..., год издания - 1770
 4) Космические снимки съёмочной системы..., предоставленные ресурсом...

Рис. 3.2. План участков полевого исследования почвенных катен разных сроков сельскохозяйственного использования (данные предоставлены д.г.н., доц. Ю.Г. Чендевым)

Экспедиционные исследования агрохронорядов почвенных катен и эрозионно-аккумулятивных процессов на черноземных землях проводились сотрудниками и студентами НИУ «БелГУ», а также исследователями географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова

Было отобрано 96 почвенных образцов со всех исследуемых разрезов катен, которые были проанализированы в двух, а иногда трех повторностях, для уменьшения погрешности в измерениях. Данные описания почвенных катен предоставлены д.г.н., проф. Ю.Г. Чендев

2.2. Описание почвенных разрезов

Фоновый разрез у с. Покровский

Участок находится северо-восточнее пос. Покровский Ивнянского р-на Белгородской области. Это водораздельная поверхность с уклоном около 1°. Участок покрыт разнотравно-злаковой растительностью. В составе травостоя преобладают: полевица, дикая клубника, помаренник, молочай, клевер, ястребинка, тысячелистник, гравилат, яснотка. Площадь проективного покрытия травянистой растительности 70%, задернованность 50%.

На поверхности почвы 0+4 см – ветошь из стеблей и листьев травянистых растений, рыхлая, сухая, покрывает 80-90% площади поверхности почвы, возраст 4-х летний, местами стебли растений обуглены

Описание почвенного разреза:

Ад 0-8 см. Серый, местами до тёмно-серого; уплотнённый; среднесуглистый; зернистый с порошистостью диаметром 3-4 мм; имеются копролиты и многочисленные поры; обильно пронизан корнями и стеблями травянистых растений в среднем 20% от горизонта, местами до 40%; переход постепенный по структуре и уменьшению пронизанности корнями; граница волнистая с увеличением по дерновиннам злаков.

A1' 8-27 см. Тёмно-серый, на срезе местами с буроватым оттенком; свежий близкий к сухому; сильноуплотнённый; среднесуглинистый; комковато-зернистый с диаметром агрегатов от 1 см до 5 мм; среднее количество ходов червей и насекомых, поры-камеры; высокая копрогенность; по граням структурных отдельностей видны светлые песчинки; наблюдаются вертикальные трещины, начинающиеся с 6 см и заканчивающиеся на 40 см: большие трещины (около 1 см в толщину) встречаются с шагом 50 см, трещины диаметром 1 мм – с шагом в 10 см; среднее количество корней травянистых растений, преимущественно тонкие, местами встречаются размером до 2 мм, особенно заметные вдоль крупных трещин; переход постепенный структуре, граница слабоволнистая.

A1" 27-55 см. Тёмно-серый, местами, особенно на срезе, с буроватым оттенком; свежий; уплотнённый; тяжелосуглинистый; зернисто-комковатый с призматичностью, средний размер агрегатов 1 см -0.6 см; единичные слепышины с желтовато-бурым крапчатым заполнением размером 6 см; многочисленные копролиты; обильные поры-ходы, даже больше, чем в вышележащем горизонте; сеть трещин без выраженной вертикальной составляющей; трещины усыхания на стенке разреза толщиной в 1 мм встречаются через 5 см; заметны светлые песчинки по граням структурных отдельностей; бусы по корням; корней от среднего к малому количеству – тонкие 1 мм и менее, единично встречаются корни толщиной 6 мм; переход по структуре и цвету заметный; граница слабоволнистая.

A1B 55-68 см. Неоднородный: фон буровато-темно-серый, пятна серо-бурого цвета около 20% от горизонта (слепышины в бурую крапинку), влажный; комковато-ореховатый с призматичностью: орехо-призмы размером 3-4 см при нажатии распадаются на комки размером около 1 см и менее; среднесуглинистый; уплотнённый; обильно-тонкопористый, среднее количество пор – ходов червей; частые светлые зерна минералов по граням структурных отдельностей, блестящие на солнце, менее 0.5 мм в размере;

редкие копролиты, редкие корни размером 2 мм и менее; переход по цвету и структуре постепенный, граница слабоволнистая.

ВА1 68-82 см. Неоднородный: серо-бурый, в нижней части до серовато-бурого, темно-серые пятна слепышин в количестве около 10% от горизонта, размером около 8 см; свежий; сильноуплотнённый; среднесуглинистый; близкий к увлажненному; призматически-ореховатый с комковатостью; редкие копролиты; единичная тонкая глянцевая глинистая пленка по граням структурных отдельностей; светлые песчинки встречаются гораздо реже, чем в вышележащем горизонте; корни редкие, поры ходы в среднем количестве, многочисленные тонкие поры; переход заметный по цвету, местами по вскипанию, граница слабоволнистая. В нижней части горизонта встречаются участки желтовато-бурые, но ещё без вскипания, в измерениях статистики они будут отнесены к горизонту В (не больше 2 см)

Вса 82-110 см. Желтовато-светло-бурый, при высыхании буро-белесый; свежий; ореховатый, с глыбистостью и элементами призматичности; среднесуглинистый опесчаненный; сильноуплотнённый; слепышин 60%, из них тёмно-серых – 5%; псевдомицелий редкий по граням агрегатов – около 1 шт на кв.см., на срезе почти не встречается, два вида: палевый псевдомицелий (старый) и очень молодой – выцветы по тонким порам, по слепышинам мицелия больше; карбонатная плёнка по крупным граням в нижней части горизонта (почти полностью перекрывает грани), под ней – глинистая пленка; редкие тонкие корни; обильно-пористый; слепышины вскипают менее бурно, переход постепенный по структуре и окраске, граница слабоволнистая.

ВСса 110-150 см. Фон желтовато-светло-бурый, слепышины серо-бурого цвета в крапинку, занимают 40% площади среза горизонта, встречаются они и с более светлым, однородным буро-палевым заполнением, вскипающим более бурно, чем основной фон, более влажным и менее опесчаненным чем основная масса горизонта. Сам горизонт свежий, местами до влажного; крупно-ореховато-глыбистый с призматичностью;

среднесуглинистый; уплотнённый; по вертикальным граням обильный карбонатный белесый налет, покрывающий более тонкую глинистую плёнку (на этот горизонт приходится максимум глинистой плёнки и налёта); псевдомицелий – редкий в верхней части горизонта; тонкопористый, обилие пор среднее, редкие тонкие корни; переход постепенный по убыванию количества слепышин и карбонатного налета; по левой стенке – слепышина с буро-палевым заполнением и буро-серой окольцовкой; граница слабоволнистая.

Сса 150-180 см. Желто-бурый, влажный, крупно-глыбистый, среднесуглинистый, близкий к легкосуглинистому, опесчаненный, местами песчинки до 1 мм в ширину, они блестящие, обильно тонко пористый, редкие примазки (2-3 шт на кв.см), единичные корни и включения мертвых корней. Псевдомицелий не выражен, но есть осветление вокруг тонких пор, единичная и очень слабая плёнка по граням агрегатов

Почва: Чернозём типичный, среднемошный, близкий к мощному, среднесуглинистый, на маломощном среднем карбонатном лессовидном суглинке.

Фоновый разрез у с. Сафоновка

Фоновый участок катены северной экспозиции был выбран на поверхности увала между двумя балками в окрестностях поселка Сафоновка Ивнянского района Белгородской области. Увал заканчивается в месте слияния двух балок и далее на юго-восток от основания увала тянется единая балка, задернованная травами, с редко стоящими кустарниками и молодыми деревьями. Борты балки с двух сторон обсажены искусственными полезащитными лесополосами. Высота увала в месте слияния двух балок составляет 15 м.

Водораздельная поверхность целинного степного участка северной экспозиции.

Подрост дикого шиповника, единично ясень (до 7м). Преобладают дерновинные злаки, шалфей, куриная слепота (лютик), клевер, гравилат,

подмаренник луговой, земляника. На поверхности почвы разновозрастный войлок. Проективное покрытие 100%.

Ад 0-6 см – серый; сухой, местами до свежего; зернистый, с небольшой порошистостью, обильные бусы по корням; рыхлый; среднесуглинистый; обильно пронизан корнями диаметром до 3-4 мм и стеблями дерновинных злаков, их 15-30%; переход постепенный по уменьшению количества корней; граница волнистая.

А1 (6-23) – темно-серый, срез иногда имеет буроватый оттенок; свежий; уплотненный; среднесуглинистый; комковато-зернистый, имеются бусы по корням; с 20 до 25 см структура приобретает горизонтальную делимость на левой и правой стенках; тонких корней среднее количество, есть средние корни диаметром до 4 мм; частые поры-ходы; единичные включения карбонатного щебня; единично белесая присыпка; частые копролиты; переход заметный по структуре, граница волнистая.

А1(В) (23-44) – темно-серый, в нижней части со слабой буроватостью; свежий; зернисто-комковатый, с признаками ореховатости и призматичности, редкие бусы по корням; среднесуглинистый, близкий к тяжелосуглинистому; среднее количество ходов червей, местами заполненных копролитами, единичные слепышины желтовато-бурого цвета (менее 5%); слабая единичная матовая пленка по ГСО; корней мало количество, они тонкие; переход постепенный по структуре и цвету, граница слабо-волнистая.

А1В (44-74) – буровато-темно-серый; свежий; комковато-ореховатый с призматичностью; в нижней части призматичность усиливается, тяжелосуглинистый; уплотненный; слепышины серо-бурого цвета 10-15% часто в крапинку; большое количество ходов червей, карбонатные новообразования в виде пленки по порам редко, карбонатный псевдомицелий по бурым слепышинам; мелкий 8 шт на кв.см, в остальной части не наблюдается, слабая единичная пленка по ГСО, корни тонкие в малом количестве, присутствуют копролиты, переход постепенный по цвету и структуре, граница волнистая.

ВА1 (74-93) – серо-бурый, местами до буро-серого, свежий, ореховато-призматический с комковатостью, тс, уплотненный, псевдомицелий в среднем 2 шт на кв см, местами до 5 шт на кв см, корни тонкие редкие, слепышины обильно: желтовато-бурые 10%, темно-серые 20%, по всему горизонту бурая крапенка диаметром до 5 мм, обильно тонко пористый, переход постепенный по цвету и структуре, граница сильно-волнистая.

Вса (93-115) – очень неоднородный: серовато-бурый фон с бурой крапинкой, местами до желто-бурого; крупноореховатый с призматичностью; уплотненный; тяжелосуглинистый; обильный псевдомицелий по граням с обилием 4 шт/кв.см, карбонатная плесень, скопления по слепышинам, слепышины средние и молодые 30-40%: желтовато-бурые 20% и буро-темно-серые 10%, редкие поры ходы червей, обильно пористый, корни единичные и тонкие трав растений, единичные древесные корни до 5 мм, переход заметный по окраске и структуре, граница сильно волнистая и кармановидная.

ВСса (115-140) – желтовато-бурый в верхней части с осветлением, слепышины 40% цветом буро-серые местами буро-темно-серые, среднего и старого возраста, свежий, тс, крупно-ореховато-глыбистый с призматичностью, псевдомицелий 2 шт на кв см, скопления до 6 шт на кв см, белесые, обильно-пористый, сильно уплотненный, единичные корни тонкие, переход постепенный по окраске и уменьшению количества новообразований, граница волнистая.

Сса (140-180...) – желтовато-бурый светлее вышележащего, крупноглыбистый с элементами призматичности, уплотненный, тс, слабо-глинистая пленка единичная, псевдомицелий менее 1 шт на кв см, но более длинный, чем в вышележащем горизонте; слепышины буро-серые менее 5%, обильно пористый, единичные корни.

Участок на поле с возрастом распайки более 230 лет.

Абсолютно ровный водораздел. Посев кукурузы. Высота всходов, как и везде по точкам исследования изучаемой катены – 10-15 см.

Точка БКМ-1. Апах 0-25 см. Темно-серый; свежий; глыбисто-комковатый с зернистостью; среднесуглинистый; уплотненный; местами копрогенный; встречаются мелкие корешки живых трав и сухая запаханная стерня злаковых растений прошлогоднего урожая; переход ясный; граница ровная.

A1 25-51 см. Темно-серый; свежий; зернисто-комковатый; среднесуглинистый; уплотненный; копрогенный; встречаются пустотелые ходы червей; много мелких корешков; переход постепенный; граница слабоволнистая.

A1B 51-80 см. Буровато-серый; свежий; комковато-ореховатый с элементами зернистости; некоторые ореховатые агрегаты имеют вертикальную ориентировку; среднесуглинистый; уплотненный; местами на гранях ореховатых отдельностей присутствуют тонкие буровато-серые коллоидные пленки с тусклым глянцевым блеском; местами содержит копролиты червей; встречаются серые, серовато-бурые и буровато-желтые слепышины; пронизанный редкими корешками трав; переход постепенный; граница волнистая.

В_{Ca} 80-100(110) см. Неоднородный, от буровато-серого до серо-бурого с желтоватостью; свежий; комковато-крупноореховатый; среднесуглинистый; уплотненный; с глубины 89 см начинают встречаться очаги белесого псевдомицелия карбонатов, толщина прожилок псевдомицелия - до 1 мм, и обилие – до 3-4 шт. на 1 см², зоны с карбонатами чаще встречаются в рыхлом заполнении слепышин; горизонт перерыв серыми, серо-желтыми и буровато-желтыми слепышинами; местами встречаются копролиты; содержит редкие корни трав; переход заметный; граница сильноволнистая.

В_{Ca} 100(110)-120(130) см. Буровато-палевый; свежий; призматично-глыбистый; среднесуглинистый; плотный; мелкопористый; повсеместно встречаются белесые прожилки псевдомицелия и трубочки карбонатов толщиной от 0,5 до 1,5 мм и обилием от 1 шт. на 3 см² до 5 шт. на 1 см²;

много очень мелких (0,2-0,3 мм) железисто-марганцевых примазок обилием до 5 шт. на 1 см²; встречаются буро-серые и серо-бурые слепышины, в заполнении которых содержатся редкие мелкие корни; переход постепенный; граница волнистая.

С_{Ca} 120(130)-170 см. Палевый, местами с буроватостью; свежий; глыбистый; среднесуглинистый; плотный; мелкопористый; пронизанный белесыми карбонатными трубочками размером 1-2 мм и обилием от 1 шт. на 4 см² до 4 шт. на 1 см²; размеры и обилие железисто-марганцевых примазок такие же, как в гор. ВС_{Ca}.

Вскипание почвы начинается с глубины 90 см, к низу интенсивность вскипания усиливается.

Почва – чернозем пахотный, типичный, среднемоощный, среднесуглинистый на карбонатном среднем лессовидном суглинке.

Точка БКМЮ-2. Начало водораздельного склона. Крутизна поверхности -1-2°. Посев кукурузы.

Апах 0-23 см. Темно-серый; свежий; вверху комковато-глыбистый, внизу глыбисто-комковатый с зернистостью; среднесуглинистый; уплотненный; много пустотелых ходов червей и копролитов; встречаются корни трав и остатки стерни злаков прошлогоднего урожая; переход ясный; граница ровная.

А1 23-36 см. Темно-серый, местами с буроватостью; свежий; зернисто-комковатый; среднесуглинистый; уплотненный; копрогенный; содержит редкие тонкие корешки; переход заметный; граница слабоволнистая.

А1В_{Ca} 36-58 см. Буровато-серый, местами с желтоватостью; свежий; комковато-ореховатый с зернистостью; среднесуглинистый; уплотненный; по слепышинам скопления белесоватого псевдомицелия карбонатов, толщина прожилок до 1 мм, обилие до 6 шт на 1 см²; местами копрогенный; перерыв желто-бурыми и желтовато-серыми слепышинами; пронизанный редкими корешками; переход постепенный; граница сильноволнистая.

ВА_{1Ca}58-80 см. Неоднородный, от буровато-серого до серовато-бурого с желтоватостью; свежий; комковато-ореховатый с фрагментарной зернистостью; среднесуглинистый; уплотненный; содержит псевдомицелий карбонатов, распределенный очагами по слепышинам; сильно перерыв буро-серыми и буровато-желтыми слепышинами; встречаются редкие корешки; переход постепенный; граница сильноволнистая.

В_{Ca} 80-104 см. Неоднородный, серовато-бурый с желтоватостью, местами буровато-желтый; свежий; комковато-крупноореховатый; среднесуглинистый; уплотненный; карбонаты локализируются в слепышинах в форме очаговых выцветов плесени и повсеместно в форме белесого псевдомицелия обилием 3-10 прожилок на 1 см²; сильно перерыв слепышинами (до 80 % от площади горизонта), цвет слепышин аналогичен таковым в вышележащем горизонте.

В_{Ca} 104-160 см. Желтовато-бурый, местами с сероватостью; свежий; призматично-глыбистый; среднесуглинистый; от уплотненного до плотного; тонкопористый; пронизан псевдомицелием карбонатов с тенденцией роста его обилия в слепышинах, толщина прожилок псевдомицелия - до 1 мм, обилие – от 1 шт на 4 см² до до 6 шт на 1 см²; с глубины 120 см начинает встречаться редкая грязно-желтая белоглазка размером до 2-2,5 см., белоглазка имеет рыхлое заполнение и размытые контуры; местами заметно перерыв буро-серыми и желто-серыми слепышинами.

Почва слабо вскипает с глубины 37 см, книзу интенсивность вскипания усиливается, достигая максимума в нижней части изученного профиля – на глубине 150-160 см.

Почва: чернозем пахотный, типичный, среднемоощный, среднесуглинистый, на карбонатном среднем лёссовидном суглинке.

Точка БКМС-2. Пологий склон северо-западной экспозиции, крутизна 1.5-2 градуса. Микрорельеф – борозды вспашки. Растительность – посев кукурузы высотой 15 см.

А пах 0-24 см. Тёмно-серый, в слое 0-8 см свежий, глубже влажный; зернисто-комковатый с элементами глыбистости; среднесуглинистый; в слое 0-8 см рыхлый, глубже – уплотненный; присутствуют редкие тонкие корни и запаханная стерня; переход постепенный по структуре; граница слабоволнистая.

А1 24-52 см. Тёмно-серый, в нижней части – со слабым буроватым оттенком; влажный; комковато-зернистый с элементами призматичности; среднесуглинистый; уплотнённый; содержит редкие тонкие корни и редкие слепышины с серым гумусированным и с жёлто-бурым заполнением; встречаются многочисленные ходы червей; переход постепенный по цвету и структуре; граница слабоволнистая.

А1В 52-70 см. Тёмно-серый с буроватым оттенком; влажный; комковато-ореховатый с призматичностью (размер агрегатов 2-3 см); среднесуглинистый, близкий к тяжёлосуглинистому; уплотнённый; содержит слепышины серо-бурого и жёлто-бурого цвета, занимающие около 20% площади горизонта; в заметном количестве встречаются вертикальные пустотелые ходы червей; пронизанный редкими тонкими корнями; переход заметный по цвету и структуре; граница волнистая.

ВА1_{Ca} 70-82 см. Буро-серый, влажный, призматично-ореховатый с элементами комковатости (размер агрегатов 2-4 см) среднесуглинистый, уплотнённый; повсеместно распространен белесый карбонатный псевдомицелий в виде пятен различного обилия: участки с количеством прожилок до 5-6 шт/см² (эти участки встречаются чаще) чередуются с участками с обилием прожилок менее 1 шт/см²; на подсохших гранях структурных отдельностей заметны белесые выцветы карбонатной плесени; буровато-тёмно-серые и желтовато-бурые слепышины занимают

приблизительно 60% от площади горизонта; встречаются редкие тонкие корни; переход постепенный структуре; граница волнистая.

V_{Ca} 82-98 см. Неоднородный, серо-бурый, местами по слепышинам желто-бурый и буровато-серый; свежий; ореховато-призматичный, среднесуглинистый; уплотнённый; содержит обильный белесый псевдомицелий карбонатов (до 6-8 прожилок на 1 см^2); встречаются редкие тонкие корни; переход заметный по цвету; граница волнистая.

VS_{Ca}^I 98-125 см. Неоднородный, желтовато-палево-бурый, по слепышинам серо-бурый и буровато-тёмно-серый; свежий, близкий к влажному; ореховато-глыбистый; от уплотнённого до плотного, среднесуглинистый; содержит белесый псевдомицелий карбонатов такого же обилия, как в вышележащем горизонте, на гранях ореховатых агрегатов заметны тонкие глинистые плёнки; пористый; перерытость слепышинами составляет 40-50% площади горизонта; встречаются редкие тонкие корни; переход постепенный по цвету; граница волнистая.

VS_{Ca}^{II} 125-140 см. Желтовато-бурый; влажный; мелко глыбистый с ореховатостью; среднесуглинистый; уплотнённый, близкий к плотному; по крупным вертикальным граням наблюдаются глинистые плёнки; повсеместно распространён белесый псевдомицелий карбонатов обилием 1-2 прожилки на 1 см^2 , встречена единичная желто-белесая сегрегация белоглазки размером 1 см; перерытость серовато-бурыми слепышинами составляет 10 % площади горизонта; встречаются единичные тонкие корни; переход постепенный по структуре; граница волнистая

S_{Ca} 160-180 см. Палево-бурый; влажный; призматично-глыбистый; среднесуглинистый; плотный; содержит единичные диффузные пятна карбонатной плесени, единичную белоглазку размером до 1.5 см; встречается редкий белесый псевдомицелий карбонатов, обилие которого составляет 1 прожилка на 1 см^2 .

Вскипание почвы средней интенсивности начинается с глубины 62 см, с глубины 98 см вскипание становится бурным.

Почва – чернозем пахотный, типичный, мощный, близкий к среднемошному, среднесуглинистый, на карбонатном среднем лессовидном суглинке.

Участок на поле с возрастом распашки более 230 лет.

Точка БКС-1. Водораздельная абсолютно ровная поверхность. Посев пшеницы, высотой 60 см, ширина междурядий - 15 см. Пшеница густая, почти без сорных растений.

Апах^I 0-9(12) см. Тёмно-серый; свежий; комковато-зернистый с порошистостью; среднесуглинистый; рыхлый; содержит среднее количество мелких корней, встречаются включения запаханых стеблей и листьев растений прошлогоднего урожая; переход ясный по сложению и структуре; граница ровная.

Апах^{II} 9(12)-26 см. Тёмно-серый; свежий; угловато-комковатый с зернистостью; среднесуглинистый; сильно уплотнённый, на глубине 22-26 см в виде линз встречается плотная подплужная подошва с угловатой структурой.

встречаются редкие ходы червей и копролиты; содержит среднее количество тонких корней; переход постепенный по цвету; граница ровная.

А1 26-42 см. Тёмно-серый со слабым буроватым оттенком, свежий, комковато-зернистый, местами с ореховатостью и призматичностью, многопорядковый, ореховатые и призматичные агрегаты имеют размер около 3 см и при надавливании распадаются на зернистые и угловатые агрегаты размером 0.5-0.8 см; среднесуглинистый, близкий к тяжелосуглинистому; сильно уплотнённый, содержит единичные слепышины с желтовато-бурым заполнением размером 8 см; встречается малое количество тонких корней; переход постепенный по структуре и цвету; граница слабоволнистая

А1В 42-58 см. Буровато-тёмно-серый; свежий; комковато-ореховатый с непрочной призматичностью, среднесуглинистый, близкий к тяжелосуглинистому; уплотнённый, близкий к плотному; мелкопористый; грани агрегатов имеют фрагментарные покрытия серыми гумусированными

пленками; редко встречаются мелкие (менее 0.5 мм) белесоватые отмытые зёрна минералов; встречаются многочисленные копролиты и ходы червей; содержит редкие желтовато-бурые слепышины, занимающие около 5 % площади горизонта; пронизанный редкими тонкими корнями; переход постепенный по структуре и цвету; граница слабоволнистая.

ВА1 58-75 см. Неоднородный, серовато-бурый, местами по слепышинам буровато-серый; свежий; ореховато-призматичный с элементами комковатости; среднесуглинистый, близкий к тяжелосуглинистому; уплотнённый, близкий к плотному; по вертикальным ходам червей, встречающихся в заметном количестве, местами выражены тонкие гумусированные пленки - покрытия; слепышины занимают около 20 % площади горизонта; содержит редкие тонкие корни; переход постепенный по цвету и структуре; граница сильно волнистая.

В 75-104 см. Неоднородный, желто-бурый с темно-серыми и серо-бурыми пятнами по слепышинам; свежий; ореховато-призматичный, размер агрегатов - 2-4 см; тяжелосуглинистый, уплотнённый; грани структурных отдельностей местами покрыты матовыми коллоидными пленками; перерытость слепышинами составляет около 60 % площади горизонта; встречаются ходы червей; содержит редкие корни; переход ясный по цвету и карбонатным новообразованиям; граница волнистая Ю местами карманами.

В_{Ca} 104-129 см. Светло-бурый, местами белесовато-бурый; свежий; крупнопризматично-ореховатый с глыбистостью, размер агрегатов 5-7 см; среднесуглинистый; плотный; грани агрегатов покрыты белесыми трубочками карбонатного мицелия обилием 5-6 шт. на 1 см², во внутрипедной массе обилие мицелия снижается до 1 шт. на 1 см²; содержит редкие серовато-бурые и буровато-темно-серые слепышины, занимающие 15 % площади горизонта, в некоторых темно окрашенных слепышинах мицелий карбонатов отсутствует; встречаются единичные корни; переход постепенный по структуре; граница слабоволнистая.

ВС_{Ca} 129-162 см. Палево-бурый с белесоватостью; свежий; глыбистый с элементами призматичности; среднесуглинистый; уплотнённый, близкий к плотному; тонкопористый; белесый карбонатный псевдомицелий распространен в виде диффузных пятен обилием 2-3 прожилки на 1 см², в нижней части горизонта встречена единичная белесовато-желтая единичная белоглазка с размытой периферией размером около 1 см; повсеместно выражены железо-марганцевые призмазки размером 0.3 мм и обилием до 8 шт. на 1 см²; в нижней части горизонта встречаются вертикальные полосы с охристым оттенком; слепышины от буро-тёмно-серого до серовато-бурого цвета занимают 5-10% площади горизонта: переход ясный по цвету; граница слабоволнистая.

ВС_{Caг} 162-180 см. Буровато-белесый с сизым оттенком; свежий, близкий к влажному, призматично-непрочноглыбистый; пылевато-среднесуглинистый; от уплотнённого до плотного; пористый; по крупным вертикальным граням агрегатов заметен редкий белесый налет карбонатного псевдомицелия, под карбонатными покрытиями часто определяется буровато-желтая глинистая пленка, насыщенная диффузно рассеянными и визуальными невыраженными карбонатами; встречаются многочисленные мелкие железо-марганцевые призмазки обилием более 12 шт. на 1 см²; горизонт пересекают охристые вертикальные полосы; встречаются редкие слепышины светло-серого и серого цвета (слепышинами занято около 5 % площади горизонта).

Вскипание наблюдается с глубины 104 см.

Почва – чернозем пахотный, типичный, среднемоощный, среднесуглинистый на карбонатном среднем лессовидном суглинке, подстилаемом неоднородно окрашенными глееватыми суглинками.

Точка БКСЮ-2. Склон юго-западной экспозиции. Крутизна поверхности – 1-2⁰. Пшеничное поле.

Апах^I 0-8(10) см. Тёмно-серый; свежий, в верхней части сухой; комковато-зернистый с порошистостью; среднесуглинистый; рыхлый; среднее количество тонких корней, запаханые стебли и листья растений;

редкие копролиты; переход по сложению ясный; граница волнистая по бороздам.

Апах^{II} 8(10)-26 см. Тёмно-серый; свежий; комковато-зернистый с угловатостью, бусы по корням; среднесуглинистый, близкий к тяжелосуглинистому; уплотнённый; малое количество тонких корней; редкие поры-ходы и поры-камеры; переход заметный по цвету и структуре; граница ровная.

А1 26-43 см. Буровато-тёмно-серый, с редкими серо-бурыми пятнами (5 % от площади горизонта); свежий; зернисто-комковатый с призматичностью; среднесуглинистый, близкий к тяжелосуглинистому; уплотнённый; встречаются обильные поры-ходы; содержит малое количество тонких корней; переход постепенный по структуре; граница слабоволнистая.

А1В 43—51 см. Буро-серый, местами по слепышинам буровато-темно-серый и серовато-бурый; свежий; ореховато-комковатый с призматичностью; тяжелосуглинистый; уплотнённый; пористый; встречаются вертикальные ходы червей с гумусированной обкладкой стенок; перерытость слепышинами составляет около 10 % площади горизонта; встречаются редкие корни; переход заметный по цвету; граница сильно волнистая.

ВА1 51-61 см. Серо-бурый; свежий, ореховато-призматичный с комковатостью; среднесуглинистый, близкий к тяжелосуглинистому; уплотнённый; встречаются поры-ходы и поры-камеры, заполненные многочисленными копролитами; пронизанный редкими тонкими корнями; переход ясный по цвету и карбонатным новообразованиям; граница сильно волнистая.

В_{Ca} 61-128 см. Серовато-светло-бурый; свежий; ореховатый со слабой призматичностью; тяжелосуглинистый; уплотнённый; мелкопористый; по слепышинам хорошо выражены белесоватые скопления карбонатного псевдомицелия обилием до 6 шт./см², за пределами слепышин встречаемость псевдомицелия снижается до 1 шт./см²; перерыт буровато-тёмно-серыми и желтовато-бурыми слепышинами, занимающими 30-40 % площади

горизонта; содержит редкие тонкие корни; переход постепенный по окраске и цвету; граница карманами по слепышинам.

ВС_{Ca}^I 88-140 см. Неоднородный, желтовато-светло-бурый, местами по слепышинам серовато-бурый и буровато-тёмно-серый; свежий; крупно-ореховатый с призматичностью и глыбистостью; тяжелосуглинистый; уплотнённый к плотному; по крупным вертикальным граням агрегатов глянцевая глинистая пленка, на которую наложены белесые выцветы карбонатного псевдомицелия, обилие которого составляет 2-3 прожилки на 1 см²; встречаются единичные белесовато-желтые журавчики размером 1 см; вдоль магистральных трещин наблюдаются вертикально ориентированные полосы палевого цвета, насыщенные дисперсными, визуально не определяемыми карбонатами (которые фиксируются лишь по интенсивному вскипанию), толщина полос в верхней части 2 см, в нижней части - 5 мм, длина полос – до 30 см, в нижней части указанные полосы местами маркируются сегрегациями желтовато-белесой белоглазки размером около 1 см; повсеместно распространены мелкие (0.2 мм) железо-марганцевые примазки обилием до 4 шт./см², перерывность слепышинами составляет около 25 % площади горизонта; встречаются редкие тонкие корни; переход постепенный по структуре и цвету; граница слабоволнистая.

ВС_{Ca}^{II} 140-180 см. Желтовато-бурый, местами светло-бурый; свежий, близкий к влажному; глыбистый с элементами призматичности, тяжелосуглинистый; плотный; пористый; глинистая матовая плёнка встречается местами на поверхности призматичных агрегатов; содержит редко рассеянный белесоватый карбонатный псевдомицелий и единичную белесовато-желтую белоглазку; в заметном количестве встречаются мелкие железо-марганцевые примазки обилием 2-3 шт./см²; содержит редкие тёмно-серые и буро-серые слепышины и единичные корни.

Вскипание наблюдается с глубины 61 см.

Почва – чернозем пахотный, типичный, среднемощный, близкий к маломощному; среднесуглинистый, на карбонатном тяжелом лессовидном суглинке.

Точка БКСС-2. Крутизна поверхности 1-1,5°. Пшеничное поле.

Апах 0-25 см. Серый, близкий к темно-серому; сухой; комковато-глыбистый с неясной зернистостью; среднесуглинистый; уплотненный, в слое 0-10 см рыхлый; редкие копролиты, много мелких корней; переход ясный; граница ровная.

А1 25-44 см. Серый, в нижней части с буроватостью; свежий; зернисто-комковатый с мелкой ореховатостью; среднесуглинистый; уплотненный, местами копрогенный; встречаются редкие пустотелые ходы червей; содержит редкие серовато-желтые слепышины; обилие мелких корней меньше, чем в Апах; переход постепенный; граница слабоволнистая.

А1В 44-57 см. Серовато-бурый, местами с желтоватостью; свежий; комковато-ореховатый с элементами зернистости; среднесуглинистый; уплотненный, местами с пустотелыми ходами червей и копролитами; встречаются желтовато-серые и буровато-желтые слепышины; пронизанный редкими мелкими корнями; переход заметный по цвету; граница волнистая.

В1 57- 75(85) см. Неоднородный; от желтовато-бурого с сероватостью до серовато-бурого с желтоватостью; свежий; комковато-ореховатый с призматичностью; среднесуглинистый; уплотненный; перерытость слепышинами составляет около 70 % площади горизонта, слепышины буро-серые, желтовато- бурые и буровато-желтые; редкие корни локализованы в слепышинах; переход ясный; граница сильно волнистая.

В2_{Ca} 75(85)-101 см. Буровато-желтый (окраска обусловлена пропиткой горизонта мучнистыми карбонатами); свежий; ореховато-призматичный; среднесуглинистый; плотный; мелкопористый; содержит пропитку мучнистых карбонатов, создающих светлый тон окраски горизонта; повсеместно встречается белесый мицелий карбонатов обилием 3-4 шт на 1 см²; в меньшей степени, чем вышележащий горизонт, перерыт буровато-

серыми и желтовато-серыми слепышинами; редкие корни; переход постепенный; граница волнистая.

В_{С_{Ca}} 101-160 см. Желтовато-светло-бурый, местами буровато-желтый; свежий; глыбисто-призматичный; среднесуглинистый; плотный; мелкопористый, в горизонте равномерно рассеян мицелий карбонатов обилием 2-4 прожилки на 1 см², толщина прожилок – 0,5-1 мм, с глубины 110 см начинают встречаться редкие сегрегированные карбонаты белесовато-грязно-желтого цвета, с диффузной периферией и поддающиеся разрушению (белоглазка), размер сегрегаций – 1-1,5 см, обилие – 1 шт на 6 дм²; местами перерыт желтовато-серыми и буровато-желтыми слепышинами; содержит редкие мелкие корни.

Вскипание сразу бурное происходит с глубины 75-85 см (в среднем, с 80 см). Глубже 100 см интенсивность вскипания несколько ослабевает.

Почва - чернозем пахотный, типичный, переходный к обыкновенному, маломощный, среднесуглинистый, на карбонатном среднем лессовидном суглинке.

2.3. Методика, используемая в исследовании

Для определения кислотно-щелочных условий был выбран потенциометрический метод определения рН водной вытяжки (актуальной кислотности)

«Главное достоинство потенциометрических методов - это возможность проведения анализов в полевых условиях и то, что при данном анализе проба в ходе определения не расходуется и не меняет свойств. Для метода характерна относительно высокая воспроизводимость. Главная отличительная особенность потенциометрических методов от всех остальных - измерение активности, а не концентрации ионов. На результаты определения активности ионов влияет уровень кислотности среды и конкурирующие реакции с ионами других элементов» [16].

Метод основан на определении концентрации ионов H^+ в водной вытяжке из почвы по разности потенциалов, возникающей между рН-электродом и электродом сравнения специального прибора – рН-метра-иономера.

Порядок работы:

1. Среднюю пробу почвы растирают в фарфоровой ступке и просеивают через сито с величиной отверстий в 1 мм.

2. Для приготовления водной вытяжки берут навеску почвы в 10 г и помещают в

коническую колбу на 100 см³. В колбу наливают 50 мл дистиллированной воды (соотношение почвы и воды 1 : 5), лишенной CO_2 (30 мин. кипячением). Активную кислотность можно определять в почвенной суспензии. Для ее приготовления навеску почвы в

20 г помещают в коническую колбу на 100 см³ и добавляют 50 мл дистиллированной

воды (соотношение почвы и воды 1 : 2,5), лишенной CO_2 (рН 7).

3. Колбу взбалтывают или размешивают содержимое с помощью лабораторной

мешалки 5 мин. Затем водную вытяжку отстаивают 5 мин и фильтруют через беззольный бумажный фильтр в коническую колбу или небольшой химический стакан. Почвенную суспензию можно анализировать непосредственно: ее переливают в небольшой химический стакан.

4. Определяют рН вытяжки или суспензии с помощью рН-метра-иономера по инструкции к прибору. Прибор должен быть перед проведением анализа откалиброван по стандартным буферным растворам согласно инструкции.

Оборудование: фарфоровая ступка с пес тиком, сито с диаметром отверстий 1 мм, технические весы, конические колбы на 100 см³, химические стаканы на 50 см³, стеклянные воронки диаметром 6 см, фильтровальная бумага беззольная, рН-метр-иономер.

Реактивы: буферные растворы для калибровки рН-метра или иономера, дистиллированная вода, лишенная CO₂ 30-минутным кипячением [29].

Методика исследования определения карбонатов в почве.

Определение содержания карбонатов ацидиметрическим методом. Ацидиметрический метод определения содержания карбонатов в почве основан на их разрушении раствором соляной кислоты с последующим титрованием его остатка раствором гидроксида натрия. Порядок работы:

1. Навеску почвы (измельченной и пропущенной через сито с диаметром отверстий 1 мм) массой 0,5 г помещают в коническую колбу емкостью 100 см³ и заливают из бюретки 25 см³ 0,5 н. раствора HCl.

2. В другую колбу наливают также 25 см³ 0,5 н. раствора HCl, но без почвы, для «холостого» определения.

3. Закрыв колбы воронками, на электрической плитке быстро доводят содержимое до кипения и умеренно кипятят в течение 5 минут.

4. Охлаждают (можно в емкости с водой), проводят предварительное титрование HCl «холостой» пробы 0,5 н. раствором гидроксида натрия, затем оттитровывают избыток HCl в колбе с почвой. В качестве индикатора используют фенолфталеин.

5. Содержание карбонатов (в пересчете на CO₂) определяют по формуле:

$$CO_2 = \frac{(V_0 - V_1) * 0,5 * 0,022 * 100 * K_r}{m}$$

где V_0 – объем 0,5 н. раствора гидроксида натрия, пошедший на титрование «холостой» пробы, см³; V_1 – объем 0,5 н. раствора гидроксида натрия, пошедший на титрование остатка соляной кислоты, см³; 0,5 – концентрация раствора (нормальность) раствора гидроксида натрия; 0,022 – коэффициент перевода на количество CO₂, эквивалентное 1 мл 0,5 н раствора HCl, г; 100 – коэффициент перевода в проценты; K_r – коэффициент гигроскопичности почвы; m – навеска почвы, г [29].

Глава III. Кислотно-щелочные условия автоморфных черноземов изученного агрохроноряда

3.1. Полученные результаты

После проведения всех лабораторных опытов по методикам, используемым в работе, были получены результаты, которые мы представили в виде таблиц.

Таблица 3.1

Фоновый разрез у с. Сафоновки

№	Глубина, см	рН водный	СО ₂ карбонатов, %
1	0-10	7,38	0
	10-20	7,87	1,38
	20-30	7,91	1,47
	30-40	8,01	3,31
	40-60	8,05	3,87
	60-80	8,04	5,12
	80-100	8,23	6,35
	100-120	8,14	8,42
	120-140	8,25	10,87
	140-160	8,26	10,46
	160-180	8,33	9,58
180-200	8,39	8,14	

Таблица 3.2

Фоновый разрез у с. Покровский

№	Глубина, см	рН водный	СО ₂ карбонатов, %
2	0-10	6,47	0
	10-20	6,38	0
	20-30	6,47	0
	30-40	6,6	0
	40-60	6,74	0
	60-80	6,96	1,03
	80-100	8,2	4,32
	100-120	8,30	6,69
	120-140	8,35	6,38
	140-160	8,33	5,95
	160-180	8,32	6,19
180-200	8,32	5,96	

Таблица 3.3

Разрезы на пашне возраста 140 лет

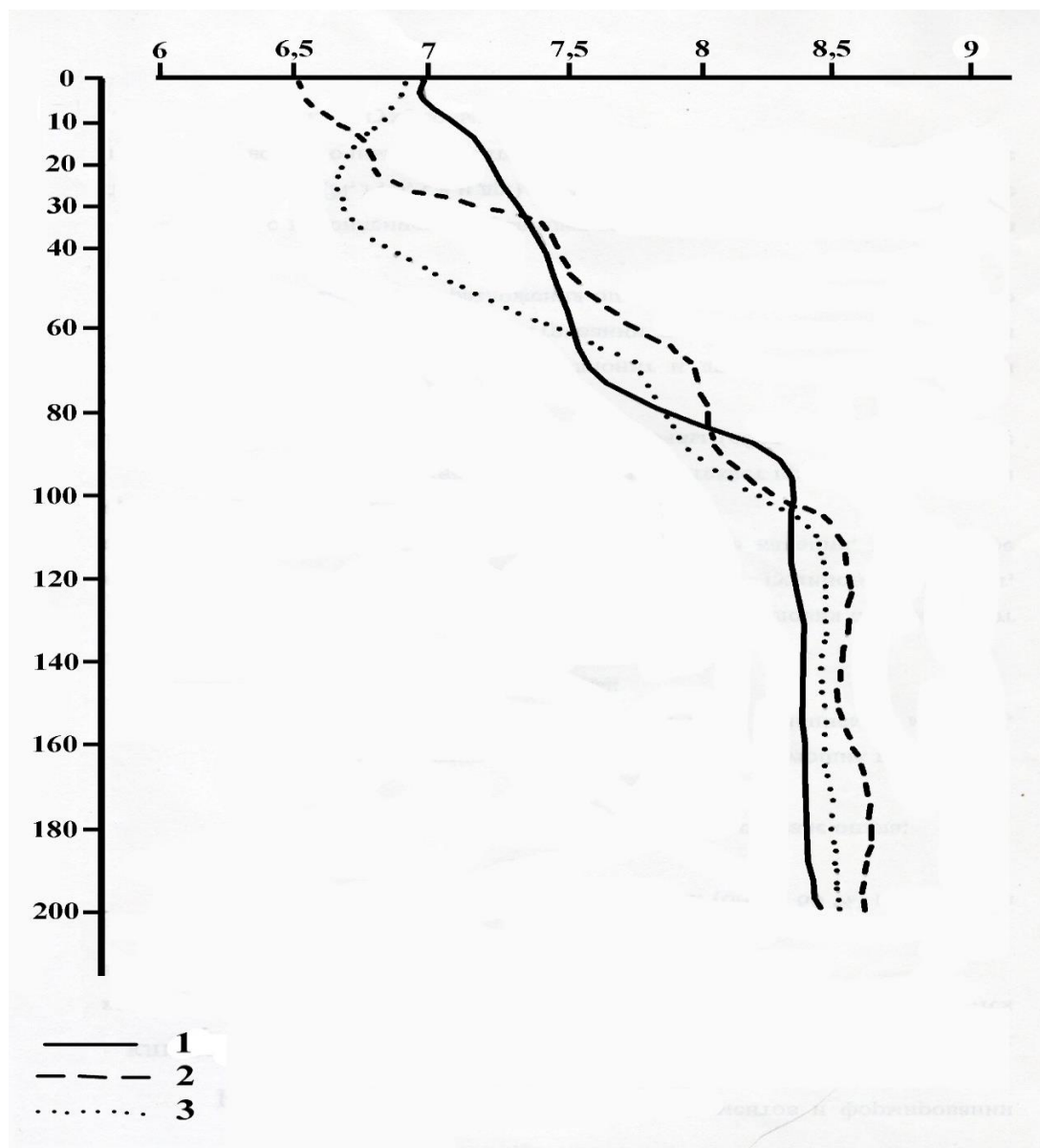
№ разреза	Глубина, см	рН водный	Карбонаты, %
1	0-10	6,94	0
	10-20	6,72	0
	20-30	6,5	0
	30-40	7,16	0
	40-60	7,02	0
	60-80	7,04	0,68
	80-100	7,22	1,26
	100-120	8,55	7,15
	120-140	8,43	7,25
	140-160	8,26	6,28
	160-180	8,44	5,69
180-200	8,27	2,74	
2	0-10	5,99	0
	10-20	6,26	0
	20-30	6,45	0
	30-40	6,66	0
	40-60	7,13	0
	60-80	8,28	2,50
	80-100	8,29	7,04
	100-120	8,34	8,45
	120-140	8,6	9,32
	140-160	8,49	8,20
	160-180	8,61	5,64
180-200	8,63	5,49	
3	0-10	6,56	0
	10-20	7,26	0
	20-30	7,32	0,57
	30-40	8,19	1,48
	40-60	8,27	5,13
	60-80	8,33	5,80
	80-100	8,37	6,65
	100-120	8,38	7,24
	120-140	8,38	8,53
	140-160	8,45	7,50
	160-180	8,50	5,77
180-200	8,59	12,64	

Таблица 3.4

Разрезы на пашне возраста 240 лет

№ разреза	Глубина, см	pH водный	Карбонаты в %
1	0-10	6,74	0
	10-20	6,47	0
	20-30	6,39	0
	30-40	6,50	0
	40-60	7,0	0
	60-80	7,23	1,25
	80-100	7,07	1,47
	100-120	8,13	6,80
	120-140	8,27	9,13
	140-160	8,28	8,98
	160-180	8,19	6,40
180-200	8,26	5,29	
2	0-10	7,01	0
	10-20	7,01	0
	20-30	6,80	0
	30-40	6,77	0
	40-60	7,21	0,34
	60-80	7,77	1,13
	80-100	8,34	7,13
	100-120	8,46	9,84
	120-140	8,49	9,28
	140-160	8,38	7,58
	160-180	8,50	6,90
180-200	8,53	6,12	
3	0-10	6,85	0
	10-20	6,68	0
	20-30	6,67	0
	30-40	6,77	1,48
	40-60	6,89	1,92
	60-80	8,05	4,17
	80-100	8,24	8,33
	100-120	8,31	7,89
	120-140	8,34	4,84
	140-160	8,37	4,41
	160-180	8,40	2,83
180-200	8,37	3,74	

Для определения изменения кислотно-щелочных условий и карбонатных профилей данного агрохроноряда по полученным усредненным показателям, были построены графики:



Рис

3.1. График изменения кислотно-щелочных условий в автоморфных черноземах лесостепи. Условные обозначения: 1- На целинных почвах. 2- На пашнях возраста 140 лет. 3- На пашнях 240 лет.

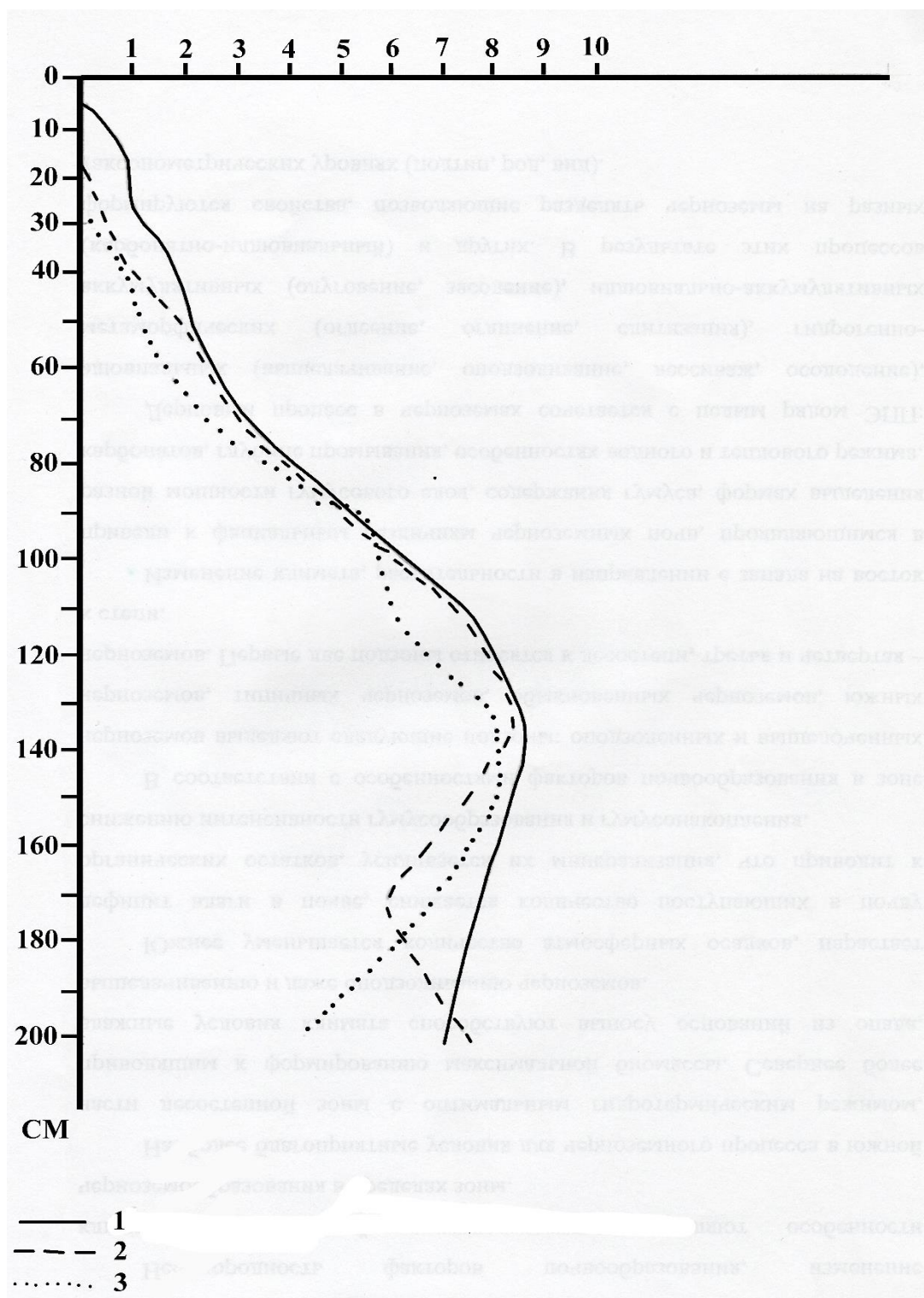


Рис 3.2. График изменения кол-ва CaCO₃ в автоморфных черноземах лесостепи. Условные обозначения: 1 - На целинных почвах. 2 - На пашнях возраста 140 лет. 3 - На пашнях 240 лет.

3.2. Анализ полученных результатов

Анализируя график изменения кислотно-щелочных условий, можно отметить некоторые тенденции изменения уровня кислотно-щелочной среды. Так, значения рН фоновых разрезов и разрезов почв, используемых в сельском хозяйстве, особенно отличаются на уровне от 0 до 30 см, а как известно, именно, этот отрезок является наиболее подвержен влиянию человека. Отрезок от 100 см и ниже на всех разрезах имеет незначительные отличия и дает нам понять, что здесь минимальны факторы, влияющие на изменение кислотно-щелочного баланса. Можно сделать предположение, что это результат действия осадков, которые на пашнях имеют большее влияние, чем на фоновых участках из-за менее плотного механического состава. А как мы знаем, распашка или рекультивация значительно ослабляют плотность почвы. Также сюда можно отнести тот факт, что на целине большое значение имеют растения, произрастающие на данной территории, которые имеют способность своей корневой системой удерживать верхние слои от вымывания. Особенно это заметно в периоды перед посадкой и после уборки, выращиваемых культур.

Похожие тенденции наблюдаются и в графике изменения кол-ва карбонатов, где значения на пашнях в верхних слоях почвы заметно ниже.

Полученные данные позволяют провести корреляцию. Для определения зависимости CaCO_3 и рН в профилях изученных почвенных разрезах был построен корреляционный график.

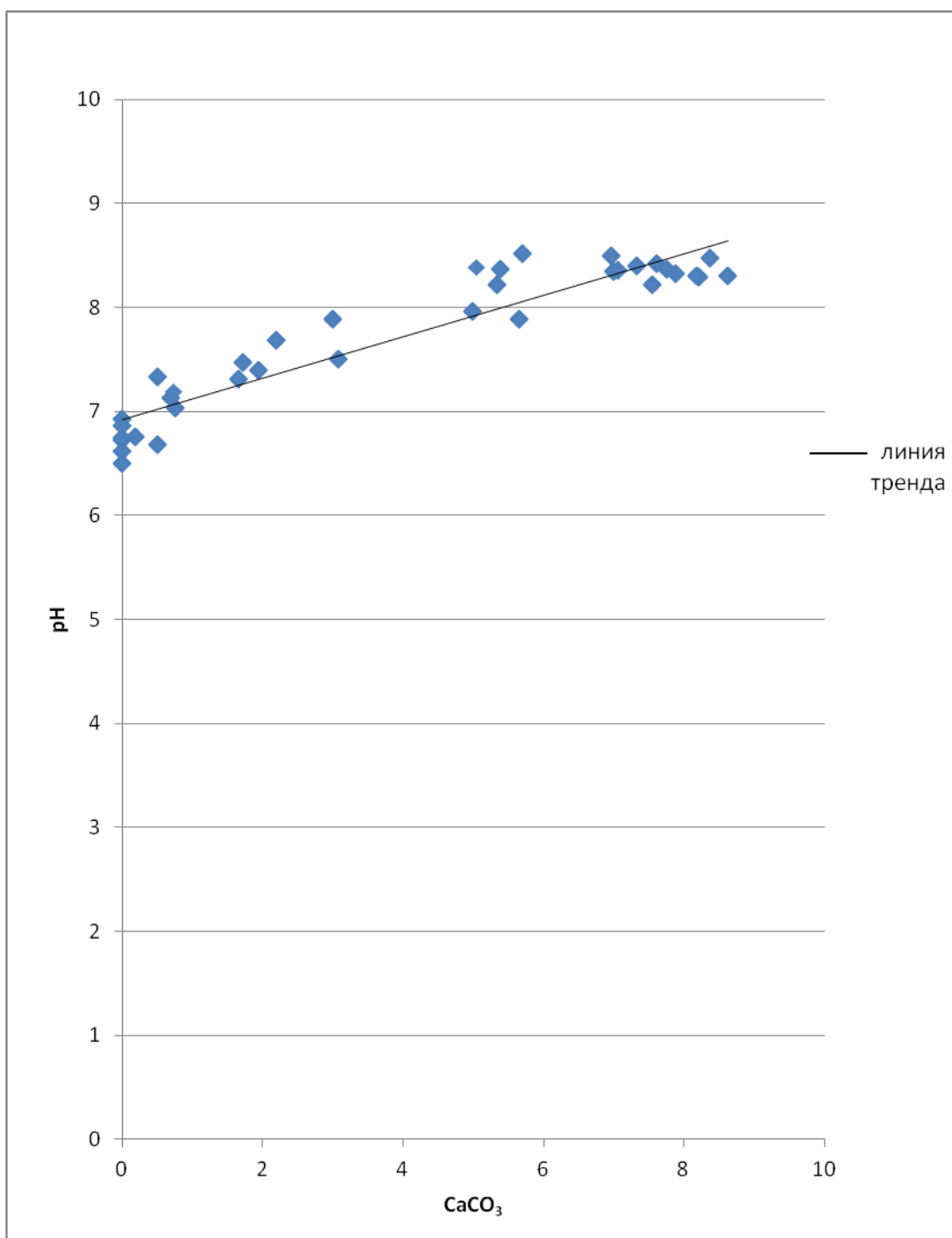


Рис 3.3. Корреляционное поле зависимости CaCO₃ и pH

На исследуемых фоновых и разновозрастных участках пашни установлена сильная прямая связь между содержанием карбонатов и значением pH. Ккор. равняется 0.88. Расчет коэффициента детерминации показал, что с вероятностью 95% можно утверждать, что 88% варьирования pH обусловлено варьированием содержания карбонатов.

Глава IV. Рекомендации по длительному земледельческому использованию автоморфных лесостепных черноземов

4.1. Основные рекомендации по длительному использованию автоморфных лесостепных черноземов

Чернозем – уникальное творение природы, царь почвообразования эталон плодородия. Он имеет огромное биосферно-экологическое, экономическое и научное значение. Важнейшая задача сельскохозяйственного производства на черноземных почвах – правильное использование чернозема с целью длительного сохранения его плодородия, предохранение гумусового слоя от разрушения.

Эффективное плодородие черноземных почв зависит от тепло- и влагообеспеченности, биологической активности. Уровень плодородия черноземов снижается из-за недостатка влаги и нехватки биологической активности.

Для повышения эффективного плодородия черноземных почв очень важно не только накопление влаги, но и ее рациональное использование, особенно в зонах южных и обыкновенных черноземов. следующие агротехнические мероприятия помогут предотвратить снижение уровня плодородия черноземов: ранняя глубокая зябь, прикатывание, осеннее бороздование и щелевание полей для поглощения талых вод и предотвращения эрозии [19].

Основным приемом повышения продуктивности черноземов является орошение. Но оно должно сопровождаться тщательным контролем над изменением свойств черноземов.

Эффективное плодородие черноземов в пределах каждого подтипа определяется родовыми и видовыми признаками: степенью солонцеватости и

карбонатности, мощностью гумусовых горизонтов и содержанием гумуса, механическим составом, степенью эродированности, свойствами и мощностью почвообразующих пород, а также уровнем окультуривания почв. Чем больше мощность гумусовых горизонтов и запасы гумуса, тем богаче черноземы общими запасами элементов питания, тем благоприятнее водный режим. Поэтому в черноземах наблюдается прямая корреляция между урожаем сельскохозяйственных культур и мощностью гумусового слоя, запасами гумуса. Чтобы стабилизировать и повысить содержание гумуса в черноземах, необходимо, прежде всего, остановить эрозию внедрением комплекса почвозащитных мероприятий

Таким образом, основные пути сохранения и повышения плодородия черноземов – рациональные приемы обработки (в том числе, внедрение минимальной обработки) почвы, накопления и правильного расходования влаги, внесение удобрений, улучшение структуры посевных площадей, введение высокоурожайных культур и сортов, борьба с эрозией [19].

В кислых почвах снижается активность нитрифицирующих, азотфиксирующих и других бактерий, что приводит к снижению содержания доступного растениям азота. Повышенная кислотность ухудшает поступление фосфора, молибдена, кальция, азота, магния, занимающих важное место в жизни растений; увеличивает подвижность алюминия, марганца, железа, что ухудшает развитие растений. Поэтому снижаются плодородие почвы и урожайность культур, эффективность вносимых удобрений. «Устранение высокой кислотности с помощью известкования – важный агротехнический прием повышения плодородия почвы и роста урожайности сельскохозяйственных культур» [22].

«В Черноземной зоне более 40 млн га пашни и значительные площади сенокосов и пастбищ расположены на кислых почвах. Избыточная кислотность отрицательно влияет на растения: ухудшаются ионно-обменные

свойства протоплазмы клеток, их проницаемость, что приводит к нарушению углеводного и белкового обмена и замедлению синтеза белка» [22].

При известковании почва обогащается кальцием и магнием, нейтрализуется кислотность. Благодаря этому активизируется деятельность полезной микрофлоры, улучшается обеспеченность растений азотом, фосфором, кальцием и другими элементами питания. Наиболее высокие темпы известкования кислых почв были в 1984-1989 гг. -33 тыс. га/год. В 2005-2009 гг. в области известковалось в среднем 1,7 тыс. га в год кислых почв, а в 2013 г. объёмы известкования возросли до 43,9 тыс. га

Это повышает качество кормов, получаемых на сенокосах, естественных лугах и пастбищах. Под влиянием известкования улучшаются свойства почвы, улучшается ее устойчивость против эрозии [20].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современный почвенный покров черноземов лесостепи представляет собой результат длительных и сложных процессов взаимодействия естественных и антропогенных факторов. Влияние этих факторов обусловило ярко-выраженную неоднородность почвенного покрова. Процессы развития, протекающие в почве естественным путем, сменились процессами деградации в результате распашки территории.

Сельскохозяйственное использование лесостепных черноземов существенно влияет на кислотность и содержание карбонатов, гранулометрический состав, а также другие физико-химические показатели.

В эпоху научно-технического процесса с нарастающей интенсивностью стали действовать на почвы такие антропогенные факторы, как широкая химизация, загрязнение почв промышленными выбросами и пестицидами, разрушение земель при добыче полезных ископаемых и строительных работах, повсеместная распашка и рекультивация земель. Эта проблема не нова, но до последнего времени воздействие антропогенных факторов на почвы изучалось преимущественно с агротехнических позиций. Эволюционно-генетическим аспектам этой проблемы уделяется недостаточное внимание.

Обработка почв приводит к нарушению строения профиля, перемешиванию почвенной массы горизонта А и созданию однородного по своему составу пахотного горизонта. Длительное сельскохозяйственное использование черноземов усиливает развитие эрозионных процессов, что приводит к разной степени смыва гумусового горизонта, истощая питательные элементы в почве и снижая плодородие в целом.

Проведя анализ сведений об особенностях формирования в черноземах кислотно-щелочных условий и карбонатных профилей, мы выявили, что в результате длительного антропогенного воздействия лесостепные черноземы получили значительные изменения механического состава, затрагивающие

практически весь почвенный профиль, особенно верхний пахотный горизонт. Это касается и химического состава почвы: происходит окисление верхней части почвенных профилей и смыв оснований вниз по профилю на протяжении всех периодов распашки черноземных почв. Также нами было сделано предположение, что данный эффект является результатом действия осадков, которые на пашнях имеют большее влияние, чем на фоновых участках из-за менее плотного механического состава.

Полученные данные позволили нам провести корреляцию для определения зависимости CaCO_3 и pH в изученных профилях. На основании корреляции мы выявили наличие сильной прямой связи между содержанием карбонатов и значением pH. Ккорр. равняется 0.88. Расчет коэффициента детерминации показал, что с вероятностью 95% можно утверждать, что 88% варьирования pH обусловлено варьированием содержания карбонатов.

Также нами были разработаны некоторые рекомендации по длительному использованию афтоморфных лесостепных черноземов. Мы выявили, что предотвращение снижения уровня плодородия черноземов могут обеспечить следующие мероприятия мероприятия: известкование, ранняя глубокая зябь, прикатывание, осеннее бороздование и щелевание.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апарин, Б.Ф. Почвоведение: учебник для образоват. учреждений сред, проф. образования. — М.: Издательский центр «Академия», 2012, с. 8
2. Афанасьева, Е.А. Черноземы среднерусской возвышенности / Е.А. Арманд. – Москва: Изд. «Наука», 1966. – 34 с.
3. Ахтырцев, Б.П. Серые лесные почвы Центральной России / Б.П. Ахтырцев. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1979. – 229 с.
4. Белобров В. П., Замотаев И. В., Овечкин С. В. География почв с основами почвоведения. – М.: Академия, 2004.
5. Березин, Л.В. Лесное почвоведение: учеб. пособие / Л.В. Березин, Л.О. Карпачевский. - Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2009. - 360 с.: ил.
6. Богатырев, Л.Г. Почвоведение Том 2 / Л.Г. Богатырев. – М.: Высшая школа, 1988. – 368 с
7. Вальков, В. Ф. Экологическое почвоведение / Краснодар: КГАУ. – 2004.
8. Галимская, К.К. География Белгородской земли / К.К. Галимская, Л.И. Родникова. – Воронеж: Центр. – Чернозем. кн. изд-во, 1986. – 111 с.
9. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. Практикум по почвоведению. - М.: Агроконсалт, 2002. - 280 с.

10. Геннадиев, А.Н. География почв с основами почвоведения: серия «Классический университетский учебник») / А.Н. Геннадиев, М.А. Глазовская. – М.: Высш. шк. 2005. – 461 с: ил.
11. Глазовская, М.А. Почвы мира / М.А. Глазовская. – М.: Изд-во МГУ, 1972. – 232 с.
12. Добровольский Г.В., Урусевская И.С. География почв.Издательство: МГУ, 2004.
13. Драган Н. А. Мониторинг и охрана почв. Учебное пособие / Симферополь: Изд-во ТНУ. – 2008.
14. Зонн, С.В. Географо-генетические аспекты почвообразования, эволюции и охраны почв / С.В. Зонн, А.П. Травлеев. – Киев: «Наукова думка», 1989. – 216 с.
15. Карпачевский, М.Л. Основы устойчивого лесопользования: учеб. пособие для вузов / М. Л. Карпачевский, В.К. Тепляков, Т.О. Яницкая, А. Ю. Ярошенко, Всемирный фонд дикой природы. – М.: Альянс, 2009. –143 с.
16. Ковда В.А., Розанов Б.Г. Почвоведение / Б.Г. Розанов, В.А. Ковда. - М.- высшая школа экономики, 1988. - 234 с.
17. Ковда, В.А. Основы учения о почвах. Общая теория почвообразовательного процесса. Книга первая / В.А. Ковда. – М.: Наука, 1973. – 448 с.
18. Ковда, В.А. Почвенные ресурсы СССР, их использование и восстановление / В.А. Ковда, Я.А. Пачепский // Доклад к VIII Всесоюзному съезду почвоведов (14-21 августа 1989 г., Новосибирск). Пушкино, 1989. - 35 с.
19. Ковриго, В.П. Почвоведение с основами геологии. / В.П. Ковриго, И.С. Кауричев, Л.М. Бурлакова – М.: Колос, 2000. - 416с.
20. Корнейко Н. И., Поддубный А. С. Программа известкования кислых почв в Белгородской области //Достижения науки и техники АПК. – 2012. – №. 12.

21. Мартынова Н. А. Химия почв: органическое вещество почв: учеб.-метод. пособие / НА Мартынова. – 2011.
22. Матюк Н. С. и др. Экологическое земледелие с основами почвоведения и агрохимии: учебник [Электронный ресурс] / М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени КА Тимирязева. – 2011.
23. Овечкин, С.В. Карбонатный профиль и режим влажности миграционно-мицелярных черноземов разных экосистем Курской области / С.В. Овечкин, Г.С. Базыкина // Почвоведение, №12. – М.: «Наука», 2011. – С. 1475 – 1486
24. Перельман А. И., Касимов Н. С. Геохимия ландшафта: Учебное пособие. Издание 3-е, переработанное и дополненное / М.: Астрейя-2000. – 1999.
25. Рожков, В.А. Почвоведение. Учебник по специальности 250202 «Лесное и лесопарковое хозяйство» для среднего и профессионального образования. – М.: Издательский дом «Лесная промышленность» – 2006. – 272 с.
26. Розанов Б.Г. Морфология почв: Учебник для высшей школы. — М.: Академический Проект, 2004. — 432
27. Савич В.И. , Седых, В.А. , Гераськин, М.М. Охрана почв. – М.: 2016.
28. Соколова Т. А., Толпешта И. И., Трофимов С. Я. Учебное пособие по некоторым главам курса химии почв. Тула: Гриф и К, 2007. - 96 с
29. Уваров Г.И. Практикум по почвоведению с основами бонитировки почв / Г.И. Уваров, П.В. Голушов. – Белгород: Изд-во Белгор. гос. ун-та, 2004. – 140 с
30. Хохлова О. С. и др. карбонатный пул педогенного углерода при разных типах и длительности использования пашни в среднерусской лесостепи //почвоведение. – 2013. – №. 5. – с. 583.
31. Чендев, Ю.Г. Эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене / Ю.Г. Чендев. – Москва: ГЕОС, 2008. – 212 с.

32. Чендев Ю.Г., Петин А.Н., Новых Л.Л. и др. 2012. Тенденции и закономерности антропогенной эволюции черноземов в агролесомелиоративных ландшафтах на территории лесостепи центра Восточной Европы // Проблемы региональной экологии. № 2. С. 7-13.

33. Шарипова, Р. Б. Влияние изменений климата Ульяновской области на кислотность почв // Пермский аграрный вестник. 2015. №10.

34. Щеглов, Д.И. Черноземы центра Русской равнины и их эволюция под влиянием естественных и антропогенных факторов / Д.И. Щеглов. – Москва: Издательство «Наука», 1999. – 214с.

35. Экологические факторы и свойства почв склонов ЦЧР: [коллективная монография]: в 2 ч. / [Е. П. Проценко и др.; под ред. Е. П. Проценко]; Курский гос. ун-т. - Курск: КГУ, 2009-. - 20 см.

36. Элементарные почвообразовательные процессы: Опыт концептуального анализа, характеристика, систематика. – М.: Наука, 1992. – 184 с.