

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНАВОДСТВА
AGRICULTURE AND PLANT CULTIVATION

УДК 631.41(470.325)
<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-4-425-439>

Поступила в редакцию 12.03.2021
Received 12.03.2021

Е. В. Ковалева¹, И. Ю. Вагурин², А. В. Акинчин¹, О. С. Кузьмина¹

¹Белгородский государственный аграрный университет им. В. Я. Горина, Белгород, Россия

²Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

**ИЗУЧЕНИЕ КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНЫХ УСЛОВИЙ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ
ПАХОТНЫХ ПОЧВ ЛАНДШАФТНЫХ КАТЕН ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ**

Аннотация: Плодородие почв в значительной степени определяется их физико-химическими свойствами. Реакция почвенной среды является мобильным показателем почвенного плодородия. От нее зависит направленность и интенсивность протекания практически всех почвенных процессов, обеспечивающих азотный, фосфорный, калийный режимы почв, а также доступность макро- и микроэлементов для растений. В статье представлен результат полевого исследования по изучению кислотно-щелочных условий профилей чернозёмов типичных и выщелоченных разных сроков сельскохозяйственного использования почвенных катен лугово-степного участка Белгородской области в 2019 г. Объектом исследования явились разновозрастные пахотные участки с возрастом сельскохозяйственного освоения 140 и 240 лет соответственно. Крутизна поверхности на участках, соответствующих лугово-степному зональному ландшафту лесостепи, не превышала 4–6°. В результате полевых исследований было изучено 32 разреза на лугово-степном участке (6 разрезов на фоновых катенах и по 12 разрезов на распахиваемых катенах). Каждый разрез был обеспечен послойными значениями морфометрических показателей почвенных горизонтов. Для фоновых степных почв теневые склоны характеризуются более щелочными условиями по сравнению с южными склонами. Для 140-летней пашни ситуация была противоположная: теневые склоны имеют более кислую реакцию среды по сравнению с инсолируемыми; для 240-летней пашни щелочно-кислотные условия на склонах противоположных экспозиций значительно не различались. В первые 140 лет распашки происходит подкисление почвенного профиля; разница в значении pH между значениями фона и пашни 140-летнего возраста на склоне северной экспозиции достигает 1,6 м на поверхности, постепенно снижаясь до 0,2 на глубине. Дальнейшая распашка приводит к подщелачиванию почвенного профиля на 0,6–0,9 ед. pH. Результаты исследования можно использовать при разработке систем земледелия в процессе развития отраслей растениеводства.

Ключевые слова: пахотные земли, серые лесные почвы, черноземы, экспозиция склонов, динамика изменения, земледельческое освоение, почвенный профиль, катена, щелочно-кислотные условия, лугово-степной ландшафт

Для цитирования: Изучение кислотно-щелочных условий разновозрастных пахотных почв ландшафтных катен Центральной лесостепи / Е. В. Ковалева, И. Ю. Вагурин, А. В. Акинчин, О. С. Кузьмина // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2021. – Т. 59, № 4. – С. 425–439. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-4-425-439>

Elena V. Kovalyova¹, Ivan Y. Vagurin², Aleksander V. Akinchin¹, Olga S. Kuzmina¹

¹Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin, Belgorod, Russia

²Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

**STUDY OF ACID-ALKALINE CONDITIONS OF DIFFERENT-AGE ARABLE SOILS
OF LANDSCAPE CATENS OF CENTRAL FOREST-STEPPE**

Abstract: Fertility of soils is largely determined by their physical and chemical properties. Response of soil environment is a mobile indicator of soil fertility. Direction and intensity of almost all soil processes that provide nitrogen, phosphorus and potassium regimes of soils, as well as availability of macro- and microelements for plants, depend on it. The paper presents the result of a field study of acid-alkaline conditions of profiles of black soil of typical and leached different terms of agricultural use of soil catens of the meadow-steppe section of the Belgorod region in 2019. The research object was different-age arable areas with an age of agricultural development of 140 and 240 years, respectively. The steepness of surface in areas corresponding to the meadow-steppe zonal landscape of the forest-steppe did not exceed 4–6°. As a result of field studies, 32 incisions were studied in the meadow-steppe section (6 incisions on background catens and 12 incisions on open catens). Each incision was provided with layered values of morphometric indicators of soil horizons. For background steppe soils, shade slopes are characterized by more alkaline conditions, in comparison with southern slopes. For 140-year-old arable land, the situation is opposite: shadow slopes have a more

acidic reaction of the medium, in comparison with insoluble ones; for 240-year-old arable land, alkaline-acid conditions on the slopes of opposite expositions did not differ significantly. In the first 140 years of plowing, acidification of the soil profile occurs; the difference in the pH value between the background and arable land values of 140 years of age on the slope of the northern exposition reaches 1.6 on the surface, gradually decreasing to 0.2 at depth. Further plowing leads to alkalization of the soil profile by 0.6–0.9 pH units. The research results can be used in development of agricultural systems in crop industries.

Keywords: arable land, grey forest soils, black soils, slope exposition, dynamics of change, agricultural development, soil profile, catena, alkaline-acid conditions, meadow-steppe landscape

For citation: Kovalyova E.V., Vagurin I.Yu., Akinchin A.V., Kuzmina O.S. Study of acid-alkaline conditions of different-age arable soils of landscape catens of Central Forest-Steppe. *Vestsi Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2021, vol. 59, no 4, pp. 425–439 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-4-425-439>

Введение. Суть катенного подхода к анализу почвенных закономерностей сводится к выделению в любой местности одного или нескольких модельных геоморфологических профилей (цепей), проходящих от самого высокого места территории к самому низкому. Профиль градуируется вдоль рельефа по отдельным факторам (влажности, температуре и т.д.) или совокупности ландшафтных признаков. Верхние участки цепи – самая сухая часть катены, нижние – самая влажная. Сверху вниз по катене большинство факторов меняется последовательно и плавно, т.е. градиентно. Поэтому catena служит механизмом выявления экологических возможностей разных видов растений, животных, микроорганизмов, их совокупностей и экосистем в целом. Как отмечается в литературе [1], изменение многих биологических параметров (численности, разнообразия, биомассы организмов, биологической продуктивности и т.д.) вдоль ряда биогеоценозов одного геоморфологического профиля (катены) описывается колоколообразными кривыми.

Catena привлекательна тем, что представляет собой по масштабу среднее звено структуры ландшафта, промежуточное между элементарной ячейкой биосферы – биогеоценозом – и таким крупным выделом, как ландшафт. Это полигон, где происходят эволюция почв, сукцессии растительного покрова и животного населения [2, 3].

Необходимо отметить, что понятие «катена» (в переводе с лат. означает «цепь») в научный мир вошло благодаря трудам исследователя почв Восточной Африки Джоффри Милна, внесшего неоценимый вклад в познание тропических почв [4]. Детально изучив почвенный покров многих районов Африки, он установил, что нет сплошного, зонального распространения одного типа почв, а существуют их закономерные сочетания. Эти сочетания он назвал катеной. Именно им было установлено, как отдельные почвы – звенья этой цепи – связаны между собой благодаря поверхностному и внутрипочвенному стоку вод.

В русскоязычной литературе определение катены существенно отличается от западноевропейской четкой разработкой понятий элювиального (отсутствие привноса вещества кроме атмосферных осадков) и аккумулятивного (отсутствие выноса вещества) элементарных ландшафтов как характерных начального и конечного элементов катены [5]. М. А. Глазовская (1983) дополнила это представление понятием «транзитные ландшафты», которые располагаются линейно между элювиальным и аккумулятивным, отличаются различным соотношением привноса и выноса веществ.

Западноевропейская концепция катены допускает признание любой произвольно выбранной части склона, в то время как концепция, изложенная в русскоязычной литературе, позволяет считать катеной только весь склон, так как на нем есть только один элювиальный и один аккумулятивный ландшафт. Остальные ландшафты – транзитные между ними. Если склон имеет сложный рельеф, то на нем можно выделить катену первого порядка, а в ее пределах – катены второго порядка, каждая из которых имеет свои элювиальные и аккумулятивные элементарные ландшафты. Примеры изучения почвенных катен на юге лесостепи с позиций подходов русскоязычной концепции имеются в работах ряда ученых [6–8]. Именно их опыт нами был применен в данной работе.

Очень большое влияние на поглощение дождевой воды почвой склонов оказывает агротехника. Суть агротехнических мероприятий на склонах сводится к уменьшению склонового стока. Распашка поперек склона уменьшает весенний сток примерно в 3 раза по сравнению с продольной распашкой. На степень перераспределения влаги оказывают влияние экспозиция, длина и форма склонов, а также количество и интенсивность атмосферных осадков [9].

Кислотно-основное состояние почвы обуславливает многие особенности поведения элементов в почве. Реакция почвенного раствора также оказывает непосредственное действие на культуры [10]. Реакция почвы является мобильным показателем почвенного плодородия, отражающим состояние и динамику экосистемы.

Плодородие почвы во многом определяют ее физико-химические свойства. Реакцию почвенной среды по совокупности системных связей относят к ведущим свойствам. От нее зависит направленность и интенсивность течения практически всех почвенных процессов, обеспечивающих азотный, фосфорный, калийный режимы, а также доступность питательных веществ, в том числе микроэлементов. Несмотря на то, что черноземные почвы Центрально-Черноземного региона (ЦЧР), занимающие 70,7 % его территории, относятся к числу самых плодородных в России, они в то же время в значительной мере подвержены различным видам деградации. На сегодняшний день почвенный покров областей Центрального Черноземья характеризуется высокой долей кислых почв¹.

В Белгородской области величина этого показателя составляет 44,3 %, Воронежской – 28,2, Курской – 68,0, Липецкой – 73,8, Тамбовской – 76,0 %. Начиная с первых туров агрохимического обследования (1964–1970 гг.) их количество в наибольшей степени увеличилось в Тамбовской (на 30,4 %), Белгородской (на 21,5 %) и Курской (на 6,2 %) областях [11, 12].

Наименьшая доля кислых почв (22,9 %), в том числе среднекислых (1,5 %), в Белгородской области зафиксирована в 1976–1983 гг. За 1984–1989 гг., несмотря на достаточно высокие объемы известкования, доля кислых почв возросла на 4,1 %, в том числе среднекислых – на 2,3 %, а сильнокислых – на 0,2 %. В период 1990–2004 гг. величины этих показателей находились в пределах 33,5–36,4, 7,1–8,2 и 0,2–0,5 % соответственно [13].

В 2005–2014 гг. доля кислых почв увеличилась до 45,8 %, в том числе среднекислых – до 12,6 %. В 2015–2018 гг. впервые за весь период наблюдений было отмечено значительное снижение доли кислых почв – до 35,5 %, среднекислых – до 5,8 %, а сильнокислых практически не осталось [14].

Известно, что в основе физико-географического районирования территорий лежит система взаимоотношений почв с факторами почвообразования, среди которых климатическим условиям отводится главная роль. При этом наибольшее влияние на формирование профиля оказывает разница между поступлением осадков и испаряемостью [15, 16]. К факторам подкисления пахотных почв относят процессы протонирования почвенной среды, связанные с жизнедеятельностью растений и микроорганизмов, окислительно-восстановительные реакции, применение физиологически кислых минеральных удобрений, а также потери щелочноземельных элементов в результате выноса с урожаем сельскохозяйственных культур и выщелачивания с поверхностным, внутрипочвенным и грунтовым стоком [17]. Факторы антропогенного влияния ослабляют или усиливают естественные процессы, которые, тем не менее, остаются доминирующими. Поскольку полный сток – один из основных специфических факторов эволюции почв, оказывающих прямое и независимое воздействие, то наблюдаемые тренды изменения климатических условий [18, 19] способны смещать и динамические равновесия в почвах.

Самые необходимые элементы мониторинга пахотных почв – оценка возможных изменений их кислотности в процессе интенсификации сельскохозяйственного использования и разработка систем поддержки принятия решений по регулированию хозяйственной деятельности и управлению почвенным плодородием.

Цель настоящей работы – сравнительный анализ строения и свойств почвенных профилей, кислотно-щелочных условий на фоновых участках с естественной растительностью и на пашнях разных сроков сельскохозяйственного освоения с использованием метода агрохронорядов.

Материалы и методы исследования. Для выбора участка использовали материалы Российского государственного архива древних актов (РГАДА, г. Москва), на основании которых был установлен возраст земледельческой обработки почв, изучаемых катен на лугово-степном ключевом участке исследований. Возраст молодой пашни составлял 140 лет, а старой пашни – 240 лет.

Полевое исследование почв на выбранных ключевых участках предполагало следующие виды работ: закладку почвенных разрезов; описание строения почвенных профилей, фотографирование передних стенок почвенных разрезов; определение плотности почвы с помощью

¹ Чуйн, О. Г. База данных для регулирования физико-химических свойств кислых почв в адаптивно-ландшафтном земледелии (для Центрального Черноземья). Курск: ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2012. 78 с.

стальных колец; отбор почвенных образцов на лабораторные анализы. Почвенные образцы для анализов отбирались в пределах 2-метрового профиля почв через каждые 10 см до глубины 40 см и через каждые 20 см от 40 до 200 см. Каждая проба почвы представляла собой смешанную массу почвы, которая отбиралась в нескольких местах разреза на аналогичной глубине. Почвенные профили описывали в соответствии с традиционной методикой описания почвенных разрезов². В каждой точке на известной глубине с помощью стальных колец известного объема в трехкратной повторности отбирали пробу, затем определяли среднюю плотность (объемную массу).

В результате полевых исследований было изучено 32 разреза на лугово-степном участке (6 разрезов на фоновых катенах и по 12 разрезов на распахиваемых катенах). Каждый разрез был обеспечен послынными значениями морфометрических показателей почвенных горизонтов и глубины залегания карбонатов. Методы лабораторного анализа почв включали определение плотности сложения (объемной массы), гранулометрического состава (включая содержание илистой фракции) – по методу Качинского, общего гумуса – по Тюрину, содержания CO₂ карбонатов – по Тюрину в модификации Симакова. В общей сложности был проанализирован 321 образец участка «Курасовка». Все вышеперечисленные анализы для каждой пробы выполнялись в двукратной повторности во избежание ошибок определения показателей.

Исследуемый ключевой участок под названием «Курасовка», соответствующий лугово-степному ландшафту лесостепи, расположен на пашнях юго-восточнее поселка Курасовка Ивнянского района (51°03' с.ш., 36°12' в.д.), а фоновые участки – в окрестностях поселков Сафоновка (51°05' с.ш., 36°23' в.д.) и Покровский того же района Белгородской области. Работы проводили в весенне-летний период 2019 г.

Результаты и их обсуждение. Поиск участков на территории лугово-степного ландшафта лесостепи представлял собой выявление сочетаний пахотных почв склонов южной и северной экспозиции с наиболее характерными для юга Центральной России параметрами склонов.

В выявленных для исследования катенах средняя длина склонов составляла 500–550 м. Они являются выпуклыми по своей форме и имеют крутизну от 0–2° на вершине до 4–6° в нижней части. На каждой из четырех распахиваемых катен (по две полярные экспозиции на недавно освоенном (140 лет распашки) и на старопахотном (более 230 лет распашки) угодьях) было заложено по 6 почвенных разрезов. Все точки заложения этих разрезов на каждой катене выбирались с тем условием, что у них будут позиционные аналоги на противоположном склоне и на склонах катен другого возраста распашки (рис. 1).

Поиск фоновых катен сопровождался определенными трудностями в силу значительной освоенности территории, поэтому обнаружить нетронутые распашкой, а также другими видами хозяйственной деятельности участки почвенного покрова было непросто. Тем не менее такие катены были выявлены в окрестностях поселков Сафоновка и Покровский. Были найдены участки, максимально схожие по морфометрическим и морфологическим признакам пахотным аналогам.

На двух фоновых катенах северной и южной экспозиций были заложены по 3 разреза, верхний из которых соответствовал абсолютно ровному водоразделу (близкий аналог местоположений разрезов 1 и 2 на пашнях), средний разрез – позициям разрезов 3 и 4 на пашнях, а самый нижний разрез – местоположению разрезов 5 и 6 в нижних частях изучаемых склонов на пашнях. Расстояние между изучаемыми профилями почв фоновых катен составило 180–200 м. Ограниченность точек исследования фоновых катен определялась погодными условиями периода их исследования, не позволившими детально (путем заложения 6 почвенных разрезов на каждой фоновой катене) их изучить.

Фоновые участки изученных почвенных катен лугово-степного ландшафта характеризуются следующими особенностями морфологического строения почвенных профилей.

В катене северной экспозиции от водораздела к нижней части изучаемого склона происходит закономерная смена почв по элементам рельефа.

В точке 1 с крутизной поверхности 0° почва идентифицирована как чернозем типичный; мощный, среднесуглинистый, на карбонатном среднем лессовидном суглинке (рис. 2).

² Классификация и диагностика почв СССР /сост.: В. М. Фридланд [и др.]; Почв. ин-т им. В. В. Докучаева. М.: Колос, 1977. 223 с.

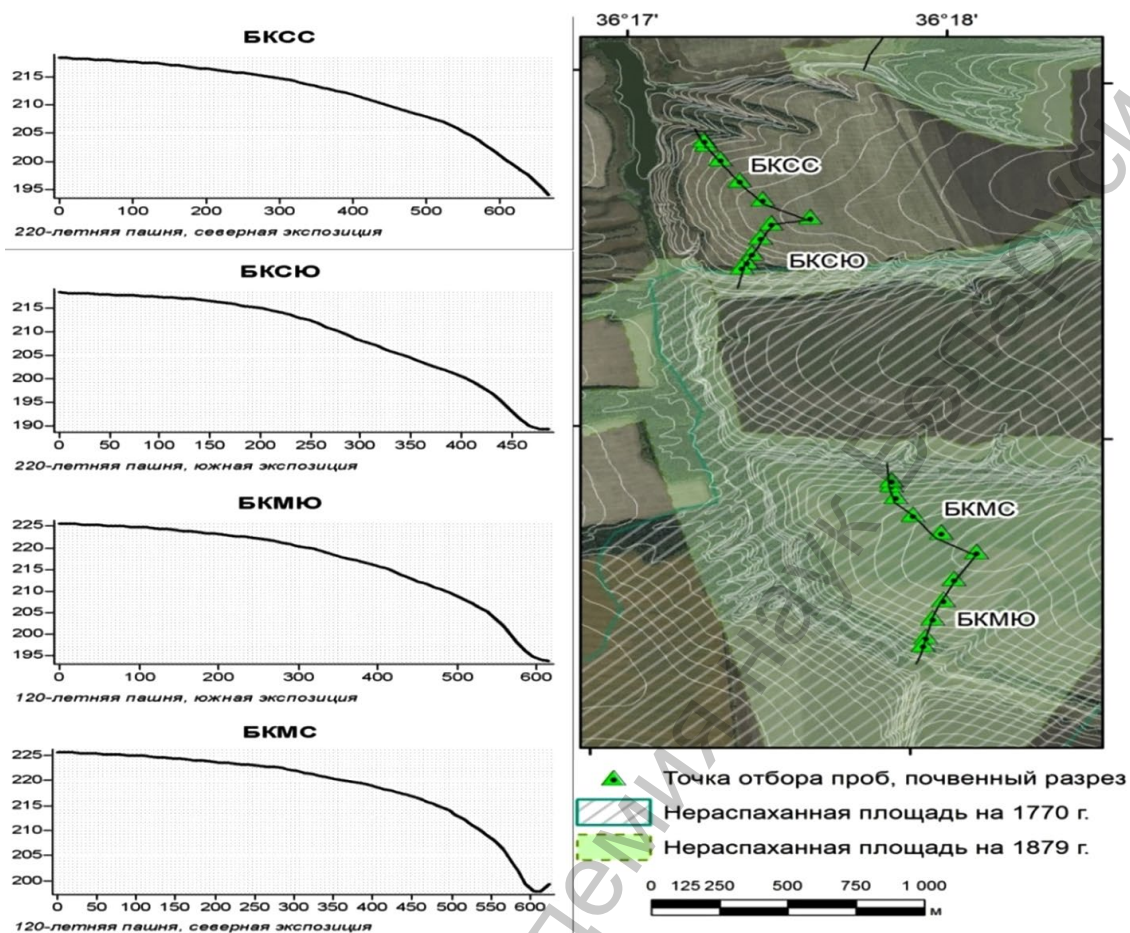


Рис. 1. Профили катен, на которых проводились полевые исследования и космоснимок, наложенный на топографическую основу территории исследования, участок «Курасовка», 2019 г.

Fig. 1. Profiles of catens that the field research was carried out on, and the satellite image superimposed on the topographic basis of the research area, the Kurasovka site, 2019

В точке 2 на участке с крутизной поверхности 2–3° был изучен чернозем типичный; мощный, среднесуглинистый, на карбонатном среднем лессовидном суглинке. Более подробная характеристика почвы данного местоположения приводится ниже.

Ширина водораздельного платообразного участка между боковыми бровками склонов увала – 30 м. А0 – +9...+5 см. Буровато-желтый войлок из полуперегнивших остатков прошлогодних трав.

Ад 0–5 см. Желтовато-серая дернина из густо переплетенных трав.

А1' 5–22 см. Темно-серый; свежий; крупнозернистый с комковатостью; среднесуглинистый; уплотненный; много копролитов; густо переплетенный корнями; переход заметный; граница слабоволнистая.

А1'' 22–45 см. Темно-серый, в нижней части с легкой буроватостью; свежий; зернисто-комковатый; среднесуглинистый; уплотненный; много ходов червей и копролитов; в заметном количестве встречаются корни; переход постепенный; граница слабоволнистая.

А1Вса 45–57 см. Буровато-темно-серый; свежий; ореховато-комковатый; среднесуглинистый; уплотненный; содержит редко рассеянные тонкие белесые трубочки карбонатов толщиной 0,5 мм и обилием 1 шт/см², в заметном количестве встречаются ходы червей и копролиты; местами перерыв желтовато-бурыми слепышинами; содержит редкие корни; переход постепенный; граница волнистая.

ВА1са 57–82 см. Серовато-бурый; свежий; комковато-ореховатый с зернистостью, размер ореховатых агрегатов 2–4 см; среднесуглинистый; уплотненный; белесые трубочки карбонатов в основной массе горизонта имеют обилие 1–2 шт. на 2 см², в буровато-желтых слепышинах



1



2



3

Рис. 2. Фотографии почвенных профилей на фоне участка «Курасовка» лугово-степного ландшафта северной экспозиции, 2019 г.

Fig. 2. Photographs of soil profiles on the background of the Kurasovka meadow-steppe landscape of the northern exposition

появляется белесый мицелий карбонатов обилием 3–6 прожилок на 1 см²; перерытость желто-бурыми и буровато-серыми слепышинами оставляет 50 % от площади горизонта; местами встречаются ходы червей и копролиты; содержит редкие корни; переход постепенный; граница волнистая.

Всa 82–130(146) см. Неоднородный из-за сильной перерытости слепышинами; от серо-бурого с желтоватостью до желтовато-бурого с сероватостью; свежий; комковато-крупноореховатый; от уплотненного до плотного; повсеместно выражен белесый мицелий карбонатов с обилием прожилок от 3 до 10 шт/см², толщина прожилок – до 1 мм; в буровато-сером слабо вскипающем заполнении некоторых слепышин карбонаты визуально не выражены, в других темноокрашенных слепышинах с рыхлым заполнением определяется слабый белесоватый налет карбонатной плесени; слепышинами занято более 70 % площади горизонта; цвет слепышин желтый, желтовато-бурый, буровато-серый с желтоватостью; встречаются пустотелые ходы червей, редкие копролиты и редкие корни; переход заметный; граница сильно волнистая с карманами по слепышинам.

Всса 130(146)–177 см. Буровато-палевый; свежий; глыбисто-призматичный; среднесуглинистый, близкий к тяжелосуглинистому; плотный; мелкопористый; содержит мелкий белесый мицелий и белесые трубочки карбонатов, мицелий главным образом концентрируется в верхней части горизонта – до глубины 150 см и образует белесые очаги размером 3–4 см, в которых обилие мицелия достигает 8–11 прожилок на 1 см², глубже 150 см микрзоны скоплений мицелия выражены реже; горизонт равномерно насыщен белесыми трубочками карбонатов, обилие которых варьирует в пределах 1–4 шт/см² при толщине трубочек – 0,6–2,0 мм; в заметном количестве встречаются мелкие железо-марганцевые примазки обилием 3–6 шт/см²; в верхней части горизонта встречаются слепышины; содержит единичные корни.

Почва – чернозем типичный; мощный, среднесуглинистый, на карбонатном среднем лессовидном суглинке.

Следующий разрез, самый нижний на фоновом участке, был заложен на поверхности крутизной 5–6°. Поверхность почвы покрыта степным войлоком.

Описание профиля почвы.

A0 +7...+4 см. Буровато-желтый войлок, состоящий из высохших остатков прошлогодних трав.

Ад +4...0 см. Буровато-серая дернина из густопереплетенных корешков трав.

A1 0–16(20) см. Темно-серый; свежий; комковато-зернистый (зернистые агрегаты с трудом раздавливаются при нажатии); среднесуглинистый; в слое 0–10 см рыхлый, глубже 10 см – уплотненный; в горизонте много ходов червей и копролитов; переход постепенный, граница слабоволнистая.

A1Вса 16(20)–45(49) см. Серовато-бурый; свежий; зернисто-комковатый с неясной ореховатостью; среднесуглинистый; уплотненный; с глубины 29 см встречаются очаговые скопления белесого мицелия карбонатов, размер очагов мицелия 4–6 см; в значительном количестве присутствуют норки червей и копролиты; в нижней части перерыт желто-бурыми и буровато-серыми слепышинами; содержит мелкие корни трав; переход заметный; граница волнистая.

В1са 45(49)–66(70) см. Неоднородный из-за перерытости слепышинами; в основной массе серовато-светло-бурый, местами серо-бурый и желтовато-бурый; свежий; комковато-ореховатый; среднесуглинистый; уплотненный; повсеместно выражен белесый мицелий карбонатов, размер прожилок до 1 мм, обилие – 6–7 шт/см², по камерам и ходам червей белесые выцветы карбонатной плесени; в серовато-буром заполнении слепышин вскипание слабее, чем в остальной массе горизонта, карбонаты в этих слепышинах визуально не прослеживаются, перерытость горизонта слепышинами 30 % от площади горизонта; часто встречаются вертикально ориентированные пустотелые ходы червей; местами встречаются копролиты; присутствуют корни трав; переход постепенный; граница волнистая.

В2са 66(70)–98(101) см. Неоднородный желтовато-бурый, местами с сероватостью, в целом темнее вышележащего горизонта; свежий; комковато-ореховатый с призматичностью; среднесуглинистый; уплотненный; грани призматичных отдельностей покрыты бурыми органо-минеральными матовыми пленками, а также тонкими белесоватыми выцветами карбонатной плесени; повсеместно представлен белесый карбонатный мицелий, размеры и обилие которого такие же, как в вышележащем горизонте; содержит буровато-серые с желтоватостью, серо-бурые и желто-бурые слепышины, занимающие около 60 % площади горизонта; в буровато-серых слепышинах с рыхлым заполнением хорошо выражен белесый налет карбонатной плесени; встречаются пустотелые ходы червей, в которых местами содержатся копролиты, стенки некоторых ходов червей имеют темно-серую гумусированную обкладку; с глубины 72 см в основной массе горизонта кроме мицелия карбонатов начинают встречаться мелкие (0,3 мм) железо-марганцевые примазки обилием 3–4 шт/см²; редкие корни; переход заметный по цвету; граница волнистая.

В3са 98(101)–175 см. Буровато-палевый, местами желто-бурый; свежий; крупноореховатый с глыбистостью; уплотненный, местами плотный; тонкопористый; в верхней части горизонта по пустотелым ходам червей белесый налет карбонатной плесени, повсеместно встречается белесый мицелий карбонатов с тенденцией возрастания обилия на гранях ореховатых отдельностей, обилие мицелия во внутриагрегатной массе варьирует от 1 до 3–4 шт/см²; с глубины 101 см встречаются грязно-желтые журавчики с плотным ядром, некоторые журавчики имеют плотное ядро и рыхлую периферию, размер журавчиков – 1,0–2,5 см, обилие от 1 шт. на 6 дм² до 1 шт. на 1 дм²; на гладкой зачистке горизонта отчетливо выражено сочетание белесого мицелия карбонатов и мелких темно-коричневых и черных железо-марганцевых примазок, размеры и обилие которых такие же, как в вышележащем горизонте; перерыт серо-бурыми и буровато-серыми слепышинами (площадь под слепышинами составляет 20–25 % от площади горизонта); встречаются редкие корни.

Почва – чернозем типичный карбонатный маломощный, среднесуглинистый на карбонатном среднем лессовидном суглинке.

Разрезы на фоновом участке «Курасовка» южной экспозиции представляют собой аналоги северной экспозиции по морфологическим характеристикам склона (рис. 3).

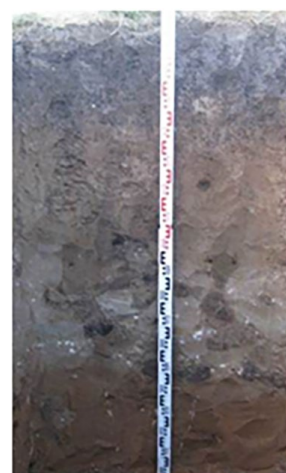
Разрез 1. Водораздельная поверхность с крутизной около 1°. На поверхности почвы 0+4 см – ветошь из стеблей и листьев травянистых растений, рыхлая, сухая, покрывает 80–90 % площади поверхности почвы, возраст 4-летний, местами стебли растений обуглены.



1



2



2

Рис. 3. Фотографии почвенных профилей на фоновом участке «Курасовка» лугово-степного ландшафта южной экспозиции, 2019 г.

Fig. 3. Photographs of soil profiles on the background of the Kurasovka meadow-steppe landscape of the southern exposition

Описание профиля почвы в почвенном разрезе приводится ниже.

Ад 0–8 см. Серый, местами до темно-серого; уплотненный; среднесуглинистый; 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.

А1' 8–27 см. Темно-серый, на срезе местами с буроватым оттенком; свежий, близкий к сухому; сильно уплотненный; 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 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.

А1'' 27–55 см. Темно-серый, местами, особенно на срезе, с буроватым оттенком; свежий; уплотненный; тяжелосуглинистый; зернисто-комковатый с призматичностью, средний размер агрегатов 1 м – 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 1 мм встречаются через 5 см; заметны светлые песчинки по граням структурных отдельностей; бусы по корням; корни – тонкие 1 мм и менее, единично встречаются корни толщиной 6 мм; переход по структуре и цвету заметный; граница слабоволнистая.

А1В 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: орехопризмы размером 3–4 см при нажатии распадаются на комки размером около 1 см и менее; среднесуглинистый; уплотненный; 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; сильно уплотненный; среднесуглинистый; близкий к увлажненному; призматично-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.

Вса 82–110 см. Желтовато-светло-бурый, при высыхании буро-белесый; свежий; ореховатый, с глыбистостью и элементами призматичности; среднесуглинистый опесчаненный; сильно уплотненный; 60 % слепышин, из них темно-серых 5 %; псевдомицелий редкий по граням агрегатов – около 1 шт/см², на срезе почти не встречается, два вида: палевый псевдомицелий (старый) и очень молодой – выцветы по тонким порам, по слепышинам мицелия больше; карбонатная пленка 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; уплотненный; по вертикальным граням обильный карбонатный белесый налет, покрывающий более тонкую глинистую пленку (на этот горизонт приходится максимум глинистой пленки и налета); 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 тонкопористый, редкие примазки (2–3 шт/см²), единичные корни и включения мертвых корней. Псевдомицелий не выражен, но есть осветление вокруг тонких пор, единичная и очень слабая пленка по граням агрегатов.

Почва – чернозем типичный, среднемошный, близкий к мощному, среднесуглинистый, на маломощном среднем карбонатном лессовидном суглинке.

Разрез 2. Точка на нераспахиваемом склоне юго-восточной экспозиции, крутизной менее 20°. Частые свежие выбросы слепышей. Войлок +3 см, сухой, преимущественно из типчака, покрытие поверхности почвы – около 60 %,

Ад 0–5 см. Серый, до темно-серого; сухой; зернистый с порошистостью, бусы по корням; рыхлый; среднесуглинистый; доля в объеме корней травянистой растительности – около 20 %, максимальные значения – 30–40 %; редко встречается плесень (грибница); копрогенный; переход ясный по количеству корней, граница волнистая.

А1 5–34. Темно-серый, свежий, комковато-зернистый, есть элементы угловатости (средний размер агрегатов 6 мм), уплотненный, среднесуглинистый, бусы по корням повсеместно. Ходов червей среднее количество, корней тоже среднее количество (размер 1 мм, единично – до 3 мм. Вертикальные трещины шириной 3 мм идут с шагом 30 см. Копрогенный, по всем граням структурной отдельности песчинки размером 0,5 мм, угловатые; переход постепенный по структуре и цвету, граница волнистая.

А1В 34–51 см. Темно-серый с буроватостью, на срезе бурее, свежий, влажнее вышележащего горизонта, ореховато-комковатый с зернистостью, сильноуплотненный, среднесуглинистый, много ходов червей, слепышины с материалом горизонта АВ и ВА, редко встречаются повторные слепышины (заполнение горизонта А, окольцовка горизонта В), копролиты (в том числе буре), среднее количество, единичные гумусовые пленки, тонкие, по вертикальным граням, песчинки по граням структурных отдельностей менее светлые, чем в вышележащем горизонте, по граням агрегатов встречаются повсеместно. Корни тонкие, их малое количество. Переход постепенный по цвету, сильноволнистая граница.

ВА1 51–60 см. Неоднородный, фон серовато-темно-бурый, пятна желтовато-бурые и буровато-темно-серые (50 %), свежий, близкий к увлажненному, ореховатый с призматичностью и элементами комковатости, уплотненный, среднесуглинистый, редкий псевдомицелий, местами скопления с интенсивностью 2 шт/см², они занимают около 10 %. Рассеяно встречаются матовые глинисто-гумусовые пленки по вертикальным граням агрегатов. Ходы червей редкие, копролитов мало. Слабое вскипание начинается с 49 см. Тонкие поры представлены обильно, тонкие корни – редко. Переход по цвету постепенный, граница сильноволнистая.

Вса 60–95 см. Желтовато-бурый, влажный, ореховатый с призматичностью, уплотненный, среднесуглинистый, сильно перерыт слепышами (около 80 % от горизонта), окраска в крапинку. Сохранившиеся слепышины темно-бурые, желто-бурые, они часто вложены друг в друга. Псевдомицелий частотой 3 шт/см², рыхлый, белесый, сконцентрирован в виде куртин. Белесые карбонатные выцветы наблюдаются в рыхлых слепышинах. При высыхании в нижней части горизонта по вертикальным граням структурных отдельностей – белесая карбонатная пленка. Под ней есть глинистая пленка. Местами – более светлая прокраска карбонатами (диффузные карбонаты) при высыхании, корни редкие, тонкие. Переход постепенный по окраске и степени перерывности, граница сильноволнистая

ВСса 95–115 см. Желтовато-светло-бурый; влажный; уплотненный; среднесуглинистый; глыбисто-ореховатый; есть карбонатные пленки по граням структурных отдельностей, по крупным граням они накладываются на глинистые пленки, редко встречаются скопления псевдомицелия и карбонатные выцветы при высыхании; слабоконтрастные слепышины до 60 %, преимущественно старые, свежих слепышин – около 5 % от площади всего горизонта, цвет свежих слепышин – буро-темно-серый, старых – до серовато-бурого, в слепышинах редко есть светлые пятна, вскипающие от карбонатов; редкие тонкие корни; редко встречаются зерна кварца размером до 1 мм (реже до 2–3 мм). Иногда встречаются поры-трубки с карбонатной окольцовкой. Переход постепенный по окраске, граница сильноволнистая.

Сса 115–180 см. Бурно вскипает. Желтовато-бурый, темнее вышележащего горизонта, влажный, уплотненный, неясноглыбистый. Среднесуглинистый, глинистая пленка по вертикальным граням крупных структурных отдельностей. Обильно тонкопористый. Единичные расплывшиеся слепышины (пятнистые, с сероватым оттенком) площадью около 3 %. Единичные карбонатные выцветы по мелким порам. Единичные тонкие корни.

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

Разрез 3 заложен на склоне с крутизной поверхности 5–6°.

Ад 0–4 см. Серо-бурая дернина из густо переплетенных корней.

A1 4–23 см. Темно-серый; свежий; зернисто-комковатый; тяжелосуглинистый, близкий к среднесуглинистому; уплотненный; много копролитов и корней; переход постепенный; граница слабоволнистая.

A1B 23–37 см. Серовато-бурый; свежий; зернисто-комковатый с ореховатостью; среднесуглинистый, близкий к тяжелосуглинистому; от уплотненного до плотного; местами перерыв желтовато-бурыми и буровато темно-серыми слепышинами; содержит редкие корни; много ходов червей, заполненных серым гумусированным суглинком и копролитами, иногда встречаются пустотелые ходы червей; переход постепенный; граница слабоволнистая.

В 37(42)–68(72) см. Светло-бурый с желтоватостью; свежий; комковато-ореховатый; тяжелосуглинистый; плотный; на гранях ореховатых агрегатов тонкие бурые пленки с тусклым глянцевым блеском; содержит мелкие темно-коричневые и черные железисто-марганцевые примазки размером 0,2 мм и обилием 5–8 шт/см²; по мелкой трещинной сети темно-серые гумусированные затеки; редкие ходы червей, стенки некоторых ходов покрыты темно-серой гумусированной обкладкой; встречаются редкие буровато-серые слепышины; переход по цвету постепенный; граница волнистая.

BC_{сса} 68(72)–133 см. Неоднородный из-за перерывности слепышинами; от сизовато-желтого с рыжеватостью до буровато-сизого с зеленоватостью и сероватостью; свежий; крупноореховато-глыбистый с призматичностью; тяжелосуглинистый; от плотного до уплотненного; с глубины 80 см встречается белесый мицелий карбонатов и белесые журавчики размером – 1–2 см, которые журавчики разрушаются при надавливании ножом, обилие журавчиков варьирует от 1 до 4 шт/дм², обилие карбонатного мицелия – 3–4 прожилки на 1 см², в относительно рыхлом заполнении некоторых темно-окрашенных слепышин наблюдаются белесые выцветы карбонатной плесени; в охристо-рыжеватых зонах оглеения большие скопления железо-марганцевых примазок размером до 1 мм и обилием до 11 шт/см²; в светло-окрашенных сизоватых зонах размеры и обилие примазок уменьшается; площадь, занятая слепышинами, составляет 60 % от площади горизонта; слепышины буровато-темно-серые, серовато-бурые, рыжевато-бурые, желтовато-серые; встречаются редкие корни; переход по цвету заметный; граница волнистая.

D_{гса} 133–177 см. Рыжевато-бурый с желтоватостью; свежий; глыбистый; тяжелосуглинистый, опесчаненный; плотный; в верхней части содержит белесые трубочки карбонатов обилием от 1 шт. на 3 см² до 2 шт. на 1 см²; по магистральным вертикальным трещинам грязно-желтые карбонатные корочки и цепочки грязно-желтых журавчиков размером 1–3 см с частотой встречаемости 1 шт. на 5–10 см по вертикальному простиранию трещин; в заметном количестве встречаются железо-марганцевые примазки, средний размер которых 0,5 мм (в отдельных случаях до 2 мм), обилие примазок – 3–5 шт/см²; перерыв редкими серовато-бурыми и сизовато-желтыми слепышинами.

Фрагментарное вскипание по слепышинам начинается с глубины 72 см, сплошное – с глубины 86 см, бурное – в слое 96–135 см, глубже вскипание ослабевает. С глубины 155 см вскипание становится фрагментарным и слабым.

Почва – чернозем выщелоченный, маломощный, грунтово-глееватый, на тяжелом покровном карбонатном суглинке, подстилаемом оглеенными пестроцветными опесчаненными тяжелыми суглинками.

Кислотно-щелочные условия исследованных почв характеризуются следующими особенностями (рис. 4–6).

Значения величин рН по катенам показывают, что наименьшими значениями характеризуются почвы молодой пашни северной экспозиции (рис. 5). Напротив, почвы под степной растительностью склона северной экспозиции характеризуются самыми высокими величинами рН (рис. 6).

В первые 140 лет распашки происходит подкисление почвенного профиля: разница в значении рН между значениями фона и пашни 140-летнего возраста на склоне северной экспозиции достигает 1,6 на поверхности, постепенно снижаясь до 0,2 на глубине. Дальнейшая распашка приводит к подщелачиванию почвенного профиля на 0,6–0,9 ед. рН, однако при этом первоначальный (фоновый) уровень не достигается.

Предположительно первоначальное подкисление является следствием выщелачивания рассеянных карбонатов из верхней части профиля, которое, в свою очередь, происходит из-за увеличения вертикальных токов влаги в разрыхляемой пахотными орудиями почве, особенно интенсивного в первые десятилетия распашки черноземов. Дальнейшее подщелачивание может быть обусловлено действием комплекса процессов. Эрозионные процессы могут приводить к поднятию карбонато-насыщенной толщи к поверхности. Ухудшение почвенной структуры вследствие дегумификации (снижения клеящих функций гумуса) и обусловленное этим уплотнение почв могут изменить почвенный климатический режим. Из-за более плотной структуры почвы влага хуже просачивается на глубину, а значит больше влаги уходит с испарением. Также на почве с более плотной структурой происходит увеличение температуры поверхности почвы при прогреве в солнечные дни.

Заключение. Для фоновых степных почв теневые склоны характеризуются более щелочными условиями по сравнению с южными склонами. Для 140-летней пашни ситуация противоположная: теневые склоны имеют более кислую реакцию среды по сравнению с инсолируемыми; для 240-летней пашни щелочно-кислотные условия на склонах противоположных экспозиций значимо не различаются. В первые 140 лет распашки происходит подкисление почвенного профиля; разница в значении рН между значениями фона и пашни 140-летнего возраста на

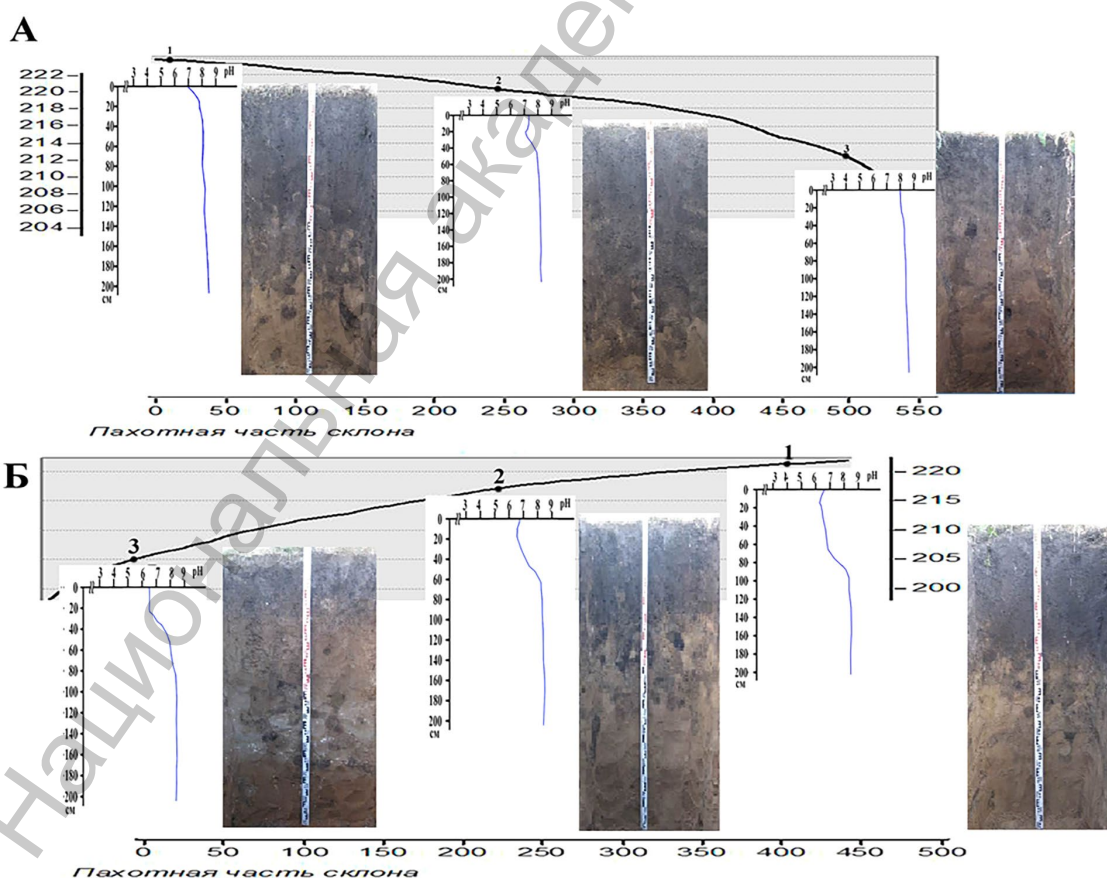


Рис. 4. Распределение рН в почвах фоновых катен северной (А) и южной (Б) экспозиций, участок «Курасовка», 2019 г.

Fig. 4. Distribution of pH in soils of background catenas A of northern and B of southern exposures, Kurasovka site, 2019

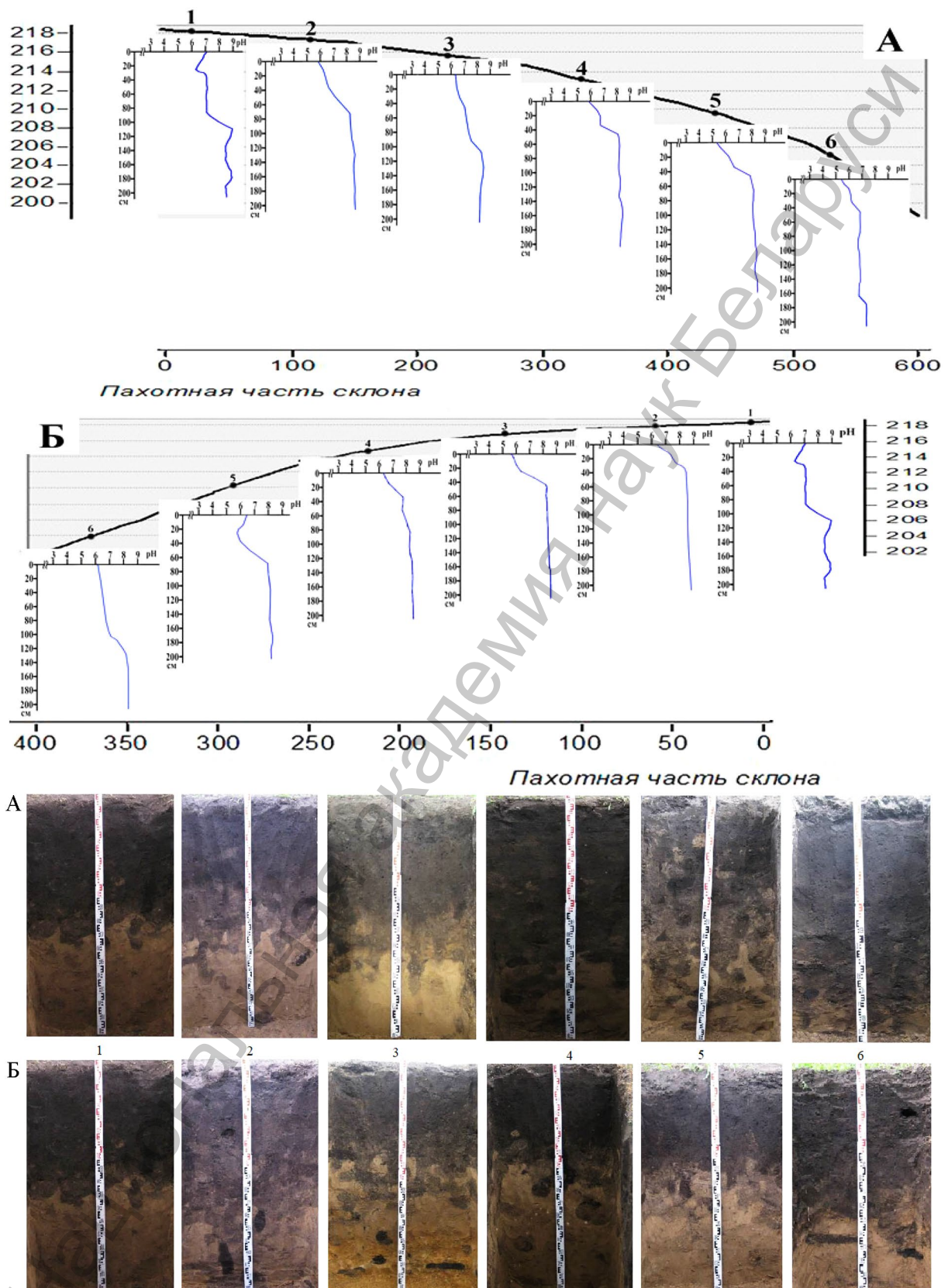


Рис. 5. Распределение рН в почвах на пашне с возрастом освоения 140 лет северной (А) и южной (Б) экспозиций, «Курасовка», 2019 г.

Fig. 5. Distribution of pH in soils on arable land with the age of development 140 years A of northern and Б of southern expositions, Kurasovka site, 2019

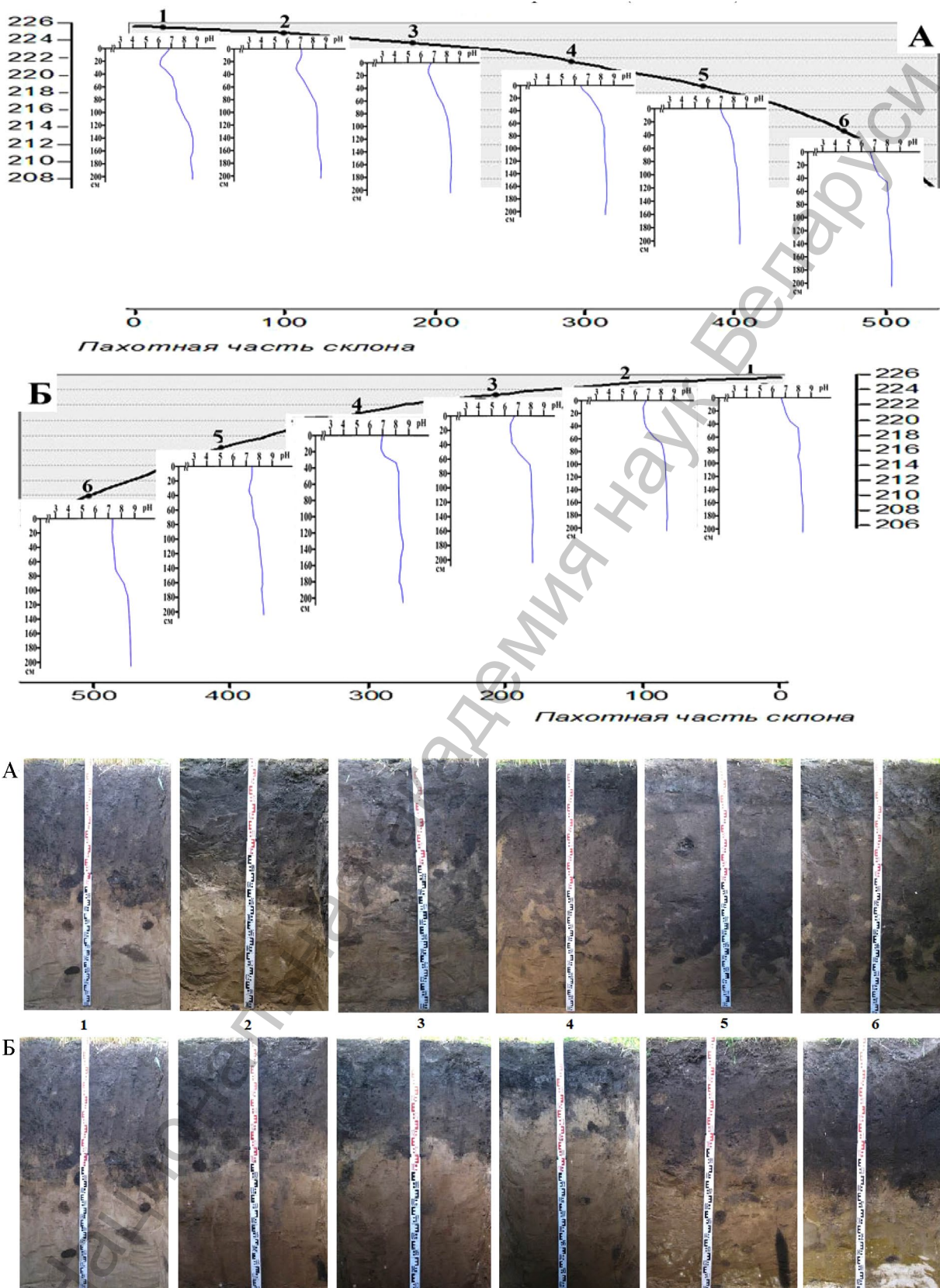


Рис. 6. Распределение рН в почвах на пашне с возрастом освоения 240 лет северной (А) и южной (Б) экспозиций, участок «Курасовка», 2019 г.

Fig. 6. Distribution of pH in soils on arable land with the age of development 240 years A of northern and B southern expositions, Kurasovka site, 2019

склоне северной экспозиции достигает 1,6 на поверхности, постепенно снижаясь до 0,2 на глубине. Дальнейшая распашка приводит к подщелачиванию почвенного профиля на 0,6–0,9 ед. рН, однако при этом первоначальный (фоновый) уровень не достигается.

Первоначальное подкисление является следствием выщелачивания рассеянных карбонатов из верхней части профиля, которое, в свою очередь, происходит из-за увеличения вертикальных токов влаги в разрыхляемой пахотными орудиями почве, особенно интенсивного в первые десятилетия распашки черноземов. Эрозионные процессы приводят к поднятию карбонатонасыщенной толщи к поверхности, что способствует ухудшению почвенной структуры.

Полученные результаты исследований можно использовать при разработке систем земледелия в процессе развития отраслей растениеводства.

Список использованных источников

1. Мордкович, В.Г. Степные экосистемы / В.Г. Мордкович. – 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск : Гео, 2014. – 170 с.
2. Караваева, Н.А. Агрогенные почвы: условия среды, свойства и процессы / Н.А. Караваева // Почвоведение. – 2005. – № 12. – С. 1518–1529.
3. Раменский, Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель / Л.Г. Раменский. – М. : Сельхозгиз, 1938. – 620 с.
4. Milne G. A provisional soil map of East Africa (Kenya, Uganda, Tanganyika, and Zanzibar), with explanatory memoir / G. Milne. – London : Crown Agents for the Colonies, 1936. – 34 p.
5. Польшов, Б.Б. Выветривание. Состав континентальных отложений / Б.Б. Польшов. – М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1935. – 27 с. – (Труды геологической ассоциации ; вып. 4).
6. Лисецкий, Ф.Н. Пространственно-временная организация агроландшафтов / Ф.Н. Лисецкий. – Белгород : Изд-во Белгор. гос. ун-та, 2000. – 304 с.
7. Чендев, Ю.Г. Эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене / Ю.Г. Чендев. – М. : ГЕОС, 2008. – 212 с.
8. Распределение органического вещества в почвах катен лесостепи разных сроков земледельческого освоения / Ю.Г. Чендев [и др.] // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных территориях : материалы VII Междунар. науч. конф. (памяти проф. А. Н. Петина), Белгород, 24–26 окт. 2017 г. / Белгор. гос. ун-т, Рус. геогр. о-во. – Белгород, 2017. – С. 274–280.
9. Каитанов, А.Н. Почвоводоохранное земледелие / А.Н. Каитанов, М.Н. Заславский. – М. : Россельхозиздат, 1984. – 462 с.
10. Кирюшин, В.И. Агрономическое почвоведение / В.И. Кирюшин. – М. : КолосС, 2010. – 687 с.
11. Лукин, С.В. Динамика основных агрохимических показателей плодородия пахотных почв Центрально-Черноземных областей России / С.В. Лукин // Агрохимия. – 2011. – № 6. – С. 11–18.
12. Чекмарев, П.А. Агрохимическое состояние пахотных почв ЦЧО России / П.А. Чекмарев // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29, № 9. – С. 17–20.
13. Мониторинг кислотности пахотных почв Центрально-Черноземного района / П.А. Чекмарев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 7. – С. 6–8.
14. Чекмарев, П.А. Динамика плодородия пахотных почв, использования удобрений и урожайности основных сельскохозяйственных культур в центрально-черноземных областях России / П.А. Чекмарев, С.В. Лукин // Междунар. с.-х. журн. – 2017. – № 4. – С. 41–44.
15. Alyabina, I.O. Assessment of the relationships between the distribution of soil horizons and the climatic parameters / I.O. Alyabina, I.M. Nedanchuk // Eurasian Soil Science. – 2014. – Vol. 47, N 10. – P. 968–979. <https://doi.org/10.1134/S1064229314080018>
16. Urusevskaya, I.S. Soil-geographical zoning as a direction of science and as the basis for rational land use / I.S. Urusevskaya, I.O. Alyabina, S.A. Shoba // Eurasian Soil Science. – 2015. – Vol. 48, N 9. – P. 897–910. <https://doi.org/10.1134/S1064229315090112>
17. Хомяков, Д.Н. Изменение кислотности природной среды и известкование почв в регионах с гумидным климатом / Д.Н. Хомяков // Агрохимия. – 2000. – № 3. – С. 81–91.
18. Regional specificity of the climatic evolution of soils in the southern part of Eastern Europe in the second half of the Holocene / Yu. G. Chendev [et al.] // Eurasian Soil Science. – 2015. – Vol. 48, N 12. – P. 1279–1291. <https://doi.org/10.1134/S1064229315120042>
19. Smirnova, L.G. Soil cover in the southern forest-steppe of the central Russian upland against the background of centennial climate fluctuations / L.G. Smirnova, N.S. Kukharuk, Yu. G. Chendev // Eurasian Soil Science. – 2016. – Vol. 49, N 7. – P. 721–729. <https://doi.org/10.1134/S1064229316070103>

References

1. Mordkovich V.G. *Steppe ecosystems*. 2nd ed. Novosibirsk, Geo Publ., 2014. 170 p. (in Russian).
2. Karavaeva N.A. Agrogenic soils: environmental conditions, properties, and processes. *Pochvovedenie = Eurasian Soil Science*, 2005, no. 12, pp. 1518–1529 (in Russian)
3. Ramenskii L.G. *Introduction to a comprehensive soil and geobotanical land survey*. Moscow, Sel'khozgiz Publ., 1938. 620 p. (in Russian).
4. Milne G. *A provisional soil map of East Africa (Kenya, Uganda, Tanganyika, and Zanzibar), with explanatory memoir*. London, Crown Agents for the Colonies, 1936. 34 p.
5. Polynov B. *Weathering. Composition of continental deposits. Proceedings of the Geological Association. Iss. 4*. Moscow, Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1935. 27 p. (in Russian).

6. Lisetskii F.N. *The spatial and temporal organization of agrolandscapes*. Belgorod, Publishing House of the Belgorod State University, 2000. 304 p. (in Russian).
7. Chendeв Yu. G. *Evolution of the forest-steppe soils of the Central Russian Upland in the Holocene*. Moscow, GEOS Publ., 2008. 212 p. (in Russian).
8. Chendeв Yu. G., Gennadiев A. N., Zhidkin A. P., Koshovskii T. S., Vagurin I. Yu. Distribution of organic matter in soils of catens of forest-steppe of different terms of agricultural development. *Problemy prirodnopol'zovaniya i ekologicheskaya situatsiya v Evropeiskoi Rossii i sopredel'nykh territoriyakh: materialy VII mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii (pamyati professora A.N. Petina), Belgorod, 24–26 oktyabrya 2017 g.* [Problems of nature management and the ecological situation in European Russia and adjacent countries: proceedings of the VII international scientific conference (in memory of professor A. Petin), Belgorod, October 24–26, 2017]. Belgorod, 2017, pp. 274-280 (in Russian).
9. Kashtanov A. N., Zaslavskii M.N. *Soil and water protecting farming*. Moscow, Rossel'khozizdat Publ., 1984. 462 p. (in Russian).
10. Kiryushin V.I. *Agronomic soil science*. Moscow, KolosS Publ., 2010. 687 p. (in Russian).
11. Lukin S.V. Dynamics of the main agrochemical parameters of soil fertility in the Central Chernozemic regions of Russia. *Agrokimiya [Agrochemistry]*, 2011, no. 6, pp. 11-18 (in Russian).
12. Chekmarev P.A. Agrochemical state of arable soils in central black soil region of Russia. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2015, vol. 29, no. 9, pp. 17-20 (in Russian).
13. Chekmarev P. A., Lukin S. V., Siskevich Yu. I., Yumashev N. P., Korchagin V. I., Khizhnyakov A.N. Monitoring of the acidity of arable soils in central black earth region. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2011, no. 7, pp. 6-8 (in Russian).
14. Chekmarev P. A., Lukin S. V. Dynamics of fertility of arable soils, use fertilizers and yielding of main agricultural crops in Central Black earth regions of Russia. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal = International Agricultural Journal*, 2017, no. 4, pp. 41-44 (in Russian).
15. Alyabina I. O., Nedanchuk I.M. Assessment of the relationships between the distribution of soil horizons and the climatic parameters. *Eurasian Soil Science*, 2014, vol. 47, no. 10, pp. 968-979. <https://doi.org/10.1134/S1064229314080018>
16. Urusevskaya I. S., Alyabina I. O., Shoba S.A. Soil-geographical zoning as a direction of science and as the basis for rational land use. *Eurasian Soil Science*, 2015, vol. 48, no. 9, pp. 897-910. <https://doi.org/10.1134/S1064229315090112>
17. Khomyakov D.N. Changes in the acidity of the natural environment and liming of soils in regions with a humid climate. *Agrokimiya [Agrochemistry]*, 2000, no. 3, pp. 81-91 (in Russian).
18. Chendeв Yu. G., Lupo E. R., Lebedeva M. G., Borbukova D. A. Regional specificity of the climatic evolution of soils in the southern part of Eastern Europe in the second half of the Holocene. *Eurasian Soil Science*, 2015, vol. 48, no. 12, pp. 1279-1291. <https://doi.org/10.1134/S1064229315120042>
19. Smirnova L. G., Kukharuk N. S., Chendeв Yu. G. Soil cover in the southern forest-steppe of the central Russian upland against the background of centennial climate fluctuations. *Eurasian Soil Science*, 2016, vol. 49, no. 7, pp. 721-729. <https://doi.org/10.1134/S1064229316070103>

Информация об авторах

Ковалева Елена Владимировна – кандидат географических наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО Белгородский государственный аграрный университет (ул. Вавилова, 1, 308503 п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Российская Федерация). E-mail: ele-serikova@yandex.ru

Вагурин Иван Юрьевич – преподаватель-исследователь кафедры природопользования и земельного кадастра НИУ «БелГУ» (ул. Победы, 85, 308015 г. Белгород, Белгородская область, Российская Федерация). E-mail: mister.smasher@yandex.ru

Акинчин Александр Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры, декан агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский государственный аграрный университет (ул. Вавилова, 1, 308503 п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Российская Федерация). E-mail: akinchin.a@yandex.ru

Кузьмина Ольга Сергеевна – преподаватель кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО Белгородский государственный аграрный университет (ул. Вавилова, 1, 308503 п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Российская Федерация). E-mail: osk9592@mail.ru

Information about the author

Elena V. Kovalyova - Ph. D. (Geographical), Associate professor. FSBOU VO Belgorod State Agricultural University named after V. J. Gorin (d. 1, Vavilova Str., Maysky 308503, Belgorod District, Belgorod Region, Russian Federation). E-mail: ele-serikova@yandex.ru

Ivan Yu. Vagurin - Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Belgorod National Research University” (85, Pobeda Str., Belgorod 308015, Belgorod Region, Russian Federation). E-mail: mister.smasher@yandex.ru

Alexander V. Akinchin - Ph. D. (Agricultural), Associate professor. FSBOU VO Belgorod State Agricultural University named after V. J. Gorin (d.1, Vavilova Str., Maysky 308503, Belgorod District, Belgorod Region, Russian Federation). E-mail: akinchin.a@yandex.ru

Olga S. Kuzmina - FSBOU VO Belgorod State Agricultural University named after V. J. Gorin (d.1, Vavilova Str., Maysky 308503, Belgorod District, Belgorod Region, Russian Federation). E-mail: osk9592@mail.ru