

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИЛА И СЛЕПЫШИН ПО ПРОФИЛЮ ПАХОТНЫХ ПОЧВ КАТЕН РАЗНЫХ СРОКОВ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

**Ковалёва Елена Владимировна**<sup>1</sup>, кандидат географических наук, доцент кафедры «Земледелие, агрохимия, землеустройство, экология и ландшафтная архитектура»

**Лопачёв Николай Андреевич**<sup>2</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Земледелие, агрохимия и агропочвоведение»

**Вагурин Иван Юрьевич**<sup>3</sup>, преподаватель-исследователь кафедры «Природопользование и земельный кадастр»

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина»

308503, Белгородская область, Белгородский район, п. Майский, ул. Вавилова, 1; тел.: 89045324673, e-mail:ele-serikova@yandex.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина»

302019, г. Орёл, ул. Генерала Родина, 69 тел.:+7 (4862) 43-69-98

E-mail: lopachev.nikolai@yandex.ru

<sup>3</sup>НИУ «БелГУ»

308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, Белгородская область, тел.; +79606305399

E-mail: mister.smasher@yandex.ru

**Ключевые слова:** почвенный разрез, экспозиция склона, слепышины, пашня, радиальное распределение, латеральное распределение, ландшафтная катена, экспозиция склона

Работа посвящена изучению гранулометрического состава почв 120-летнего и 240-летнего земледельческого освоения лугово-степного ландшафта на примере Белгородской области. В латеральном распределении илистой фракции, содержащейся в пахотном горизонте, обнаружено существенное увеличение её доли в нижних частях почвенных катен 120-летней пашни, для 240-летней пашни латеральные колебания илистой фракции менее заметны. Усреднённые значения содержания ила по склоновым профилям пашни 240-летнего возраста показали локальный максимум ила, приуроченный к подпахотному горизонту. Обнаружена обратная зависимость для склонов на 120-летней пашне, а именно факт увеличения процентного содержания илистой фракции на глубине не приводит к увеличению тех же фракций в припахотном слое. В почвенных разрезах изученных катен выявлены многочисленные слепышины, особенно много их выявлено на глубине до одного метра. Средняя площадь, занятая слепышинами на стенках усредненного разреза, составляет 80-90% на 120-летней пашне и 70-80% на 240-летней пашне. На почвах фоновых катен слепышинами занято 30-40% стенок почвенных разрезов. Слепышины чаще встречаются в почвах катен склонов северной экспозиции – как 120-летней, так и 240-летней пашен.

### Введение

Антропогенные воздействия на почвы сильно возросли в последнее столетие и являются новым рубежом в исследовательских аспектах почвоведения [1]. Большое количество теоретико-методических разработок в данной области являются характерной чертой современной науки о почвах [2]. Изучение изменений свойств почв при их сельскохозяйственном освоении актуально как для целей генетического почвоведения, так и для оценок экологического состояния компонентов лесостепного ландшафта. Агрохроноряды почв с различным возрастом сельскохозяйственного освоения позволяют выявить не только характер изменения почвенных свойств, но и обнаружить стадильность данных изменений, вскрыть особенности трансформаций на ранних и поздних стадиях распашки, вы-

явить скорость убыли или накопления ряда веществ в почвах.

В процессе агрогенеза в пахотных почвах происходит накопление, а затем закрепление новых признаков и свойств, не характерных для естественного почвообразования. Поэтому возникает необходимость в исследовании направленности, стадильности, механизмов и закономерностей, протекающих в агрогенных почвенных телах во времени [3]. Сравнительный анализ свойств и процессов почвообразования на пашнях разного возраста известен как метод почвенных агрохронорядов [4-7].

Содержание илистой фракции при микроагрегатном анализе отражает генетические особенности почвы и результаты антропогенного воздействия на них, а различные отношения между содержанием илистой фракции при ми-

кροагрегатном и механическом анализах служат надежным показателем физического состояния почв и уже более 50 лет успешно применяется для оценки условий агрегатообразования к устойчивости структуры почвы. [8].

Педотурбационная активность почвенных млекопитающих приводит к формированию сложно организованной пространственной структуры почвы, в которой сочетаются механически устойчивые конструкции с промежутками, занятыми менее плотной почвенной массой. Такая организация почвенного тела обладает выгодным сочетанием свойств твердой и менее твердой почвенных масс. Важной особенностью такой организации является длительный положительный эффект от педотурбационной активности млекопитающих для других компонентов экосистемы (почвенных беспозвоночных, микроорганизмов и растений).

Почвенные выбросы слепышей характеризуются меньшей электрической проводимостью, чем окружающая порой почва, в связи с изменением плотности почвы и влажности по сравнению с ненарушенной почвой. Масштаб влияния роющей активности слепышей на электропроводность почвы не ограничивается геометрическими границами пороев. Порои окружены ореолом радиусом 1,0–1,5 м, который характеризуется повышенной электрической проводимостью почвы. Размер ореола увеличивается с возрастом пороев и при более агрегированном их взаимном расположении [9, 10].

Роющая активность слепышей оказывает комплексное влияние на почву, растительность, почвенных животных, активность микробиологических процессов в почве. В большинстве работ характер педотурбационного влияния животных изучается в формате «влияние - контроль». Однако результаты воздействия имеют сложную пространственную динамику, которая изменяется во времени. В полной мере выявить характер воздействия роющей активности можно только в контексте пространственного оценивания динамики экосистемных процессов, индуцированных педотурбационной активностью [11-14].

#### **Материалы и методы исследований**

Для выбора участка нам понадобились 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 пашни составлял 120 лет и 240 лет.

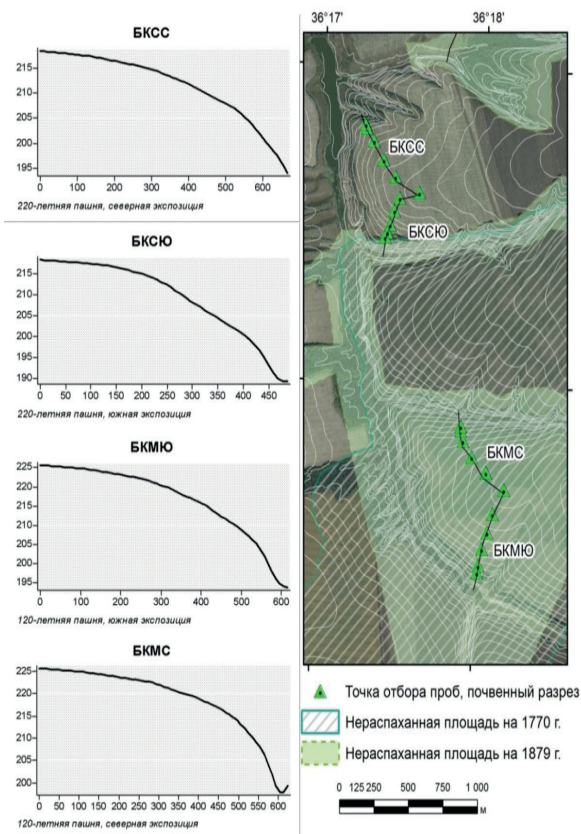
Полевое исследование почв на выбранных ключевых участках предполагало следующие виды работ: закладка почвенных разрезов, описание строения почвенных профилей, фотографирование передних стенок почвенных разрезов, определение плотности почвы с помощью стальных колец; отбор почвенных образцов на лабораторные анализы.

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 и глубины залегания карбонатов. Методы лабораторного анализа почв включали определение гранулометрического состава (включая содержание илистой фракции) по методу Качинского. В общей сложности были проанализированы 321 образец участка «Курасовка».

Исследуемый ключевой участок под названием «Курасовка», соответствующий лугово-степному ландшафту лесостепи, расположен на пашнях юго-восточнее поселка Курасовка Ивнянского района, а фоновые участки – в окрестностях поселков Сафоновка и Покровский того же района Белгородской области.

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 полярных экспозиций возраст распашки – 120 и 240 лет) 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).

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 соответствовал 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)



**Рис. 1 - Профили катен на топографической основе масштаба 1:10000 и их положение на космоснимке (участок «Курасовка»)**

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 градусов почва идентифицирована как чернозем типичный; мощный среднесуглинистый, на карбонатном среднем лёссовидном суглинке (рис. 2 А).

В точке 2 на участке с крутизной поверхности 2-3° был изучен чернозем типичный; мощный среднесуглинистый, на карбонатном среднем лёссовидном суглинке. Ширина водораздельного платообразного участка между боковыми бровками склонов увала – 30 м.

Следующий, самый нижний разрез на фоновом участке был заложен на поверхности крутизной 5-6°. Поверхность почвы покрыта степным войлоком. Почва - чернозем типичный кар-

бонатный маломощный среднесуглинистый на карбонатном среднем лёссовидном суглинке.

Разрезы на фоновом участке Курасовка южной экспозиции представляют собой аналогии северной экспозиции по морфологическим характеристикам склона (рис. 2Б).

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-х летних, местами стебли растений обуглены. Почва: Чернозем типичный среднемощный, близкий к мощному, среднесуглинистый, на маломощном среднем карбонатном лёссовидном 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%. Почва: чернозем типичный среднемощный среднесуглинистый на среднем карбонатном лёссовидном суглинке.

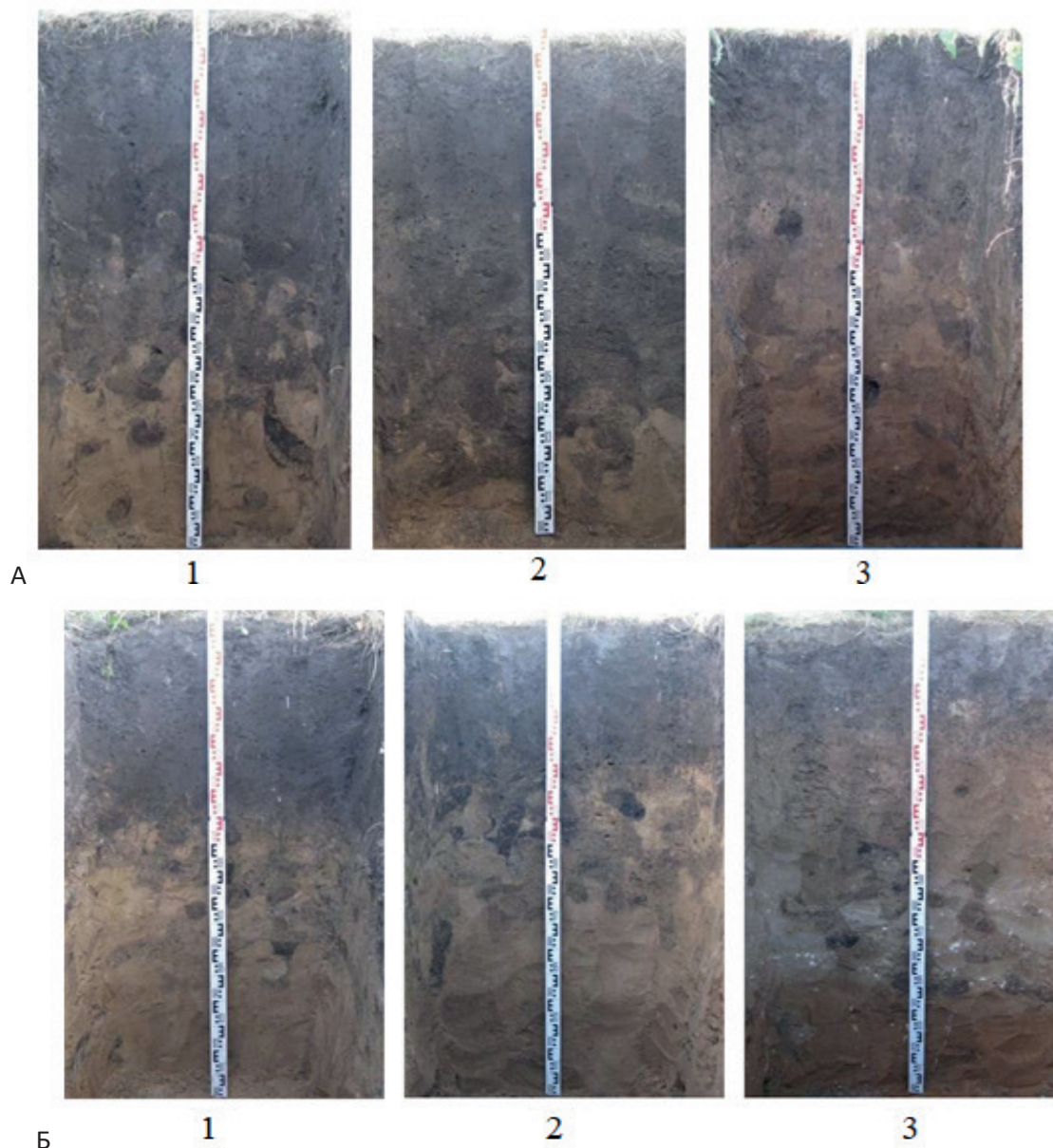
Разрез 3 заложен на склоне с крутизной поверхности – 5-6°. Фрагментарное вскипание по слепышинам начинается с глубины 72 см, сплошное – с глубины 86 см, бурное – в слое 96-135 см, глубже вскипание ослабевает. С глубины 155 см вскипание становится фрагментарным и слабым. Почва – чернозем выщелоченный маломощный грунтово-глееватый, на тяжелом покровном карбонатном суглинке, подстилаемом оглееными пестроцветными опесчаненными тяжелыми суглинками.

### Результаты исследований

В радиальное распределение гранулометрического состава вносит вклад исходная неоднородность почвообразующих пород. На фоновых участках с глубиной обнаруживается постепенное утяжеление за счёт роста доли илистой фракции, что может быть обусловлено наличием легкоглинистых подстилающих пород, сменяющихся ближе к поверхности менее тяжёлыми бурыми карбонатными суглинками.

Гранулометрический состав на участке с пахотными почвами однороден по вертикальному профилю почв. На этом фоне заметны процессы передвижения илстых фракций в верхней части профиля, возникающие из-за агролесосиважа. Так, усреднённые значения содержания ила по склоновым профилям пашни 240-летнего возраста позволяют выявить локальный максимум ила, приуроченный к подпахотному горизонту (рис. 3), что свидетельствует о действии





**Рис.2 - Фотографии почвенных профилей на фоновом участке Курасовка лугово-степного ландшафта северной (А) и южной (Б) экспозиций**

вышеуказанного процесса. Данный процесс обнаружен на склонах как северной, так и южной экспозиций. Для пашни 120-летнего возраста локальный подпахотный максимум илистой фракции статистически не выражен. Вероятно, для проявления результатов процесса партлювазии (лессиважа) на пашнях необходим более длительный срок.

В латеральном распределении илистой фракции, содержащейся в пахотном горизонте, обнаруживается существенное увеличение её доли в нижних частях почвенных катен 120-летней пашни.

Для 240-летней пашни латеральные колебания илистой фракции менее заметны. На ла-

теральное распределение илистой фракции (и изменение в целом гранулометрического состава) могут оказывать эрозионно-аккумулятивные процессы, в случае неравномерного радиального распределения фракций. Если нижние слои почвы обогащены илистой фракцией, то интенсивный смыв будет приводить к повышению её содержания в пахотном горизонте, и наоборот.

В случае изученных пашен была обнаружена обратная зависимость для склонов на 120-летней пашне, а именно факт увеличения процентного содержания илистой фракции на глубине не приводит к увеличению тех же фракций в припахотном слое.

В почвенных разрезах изученных катен

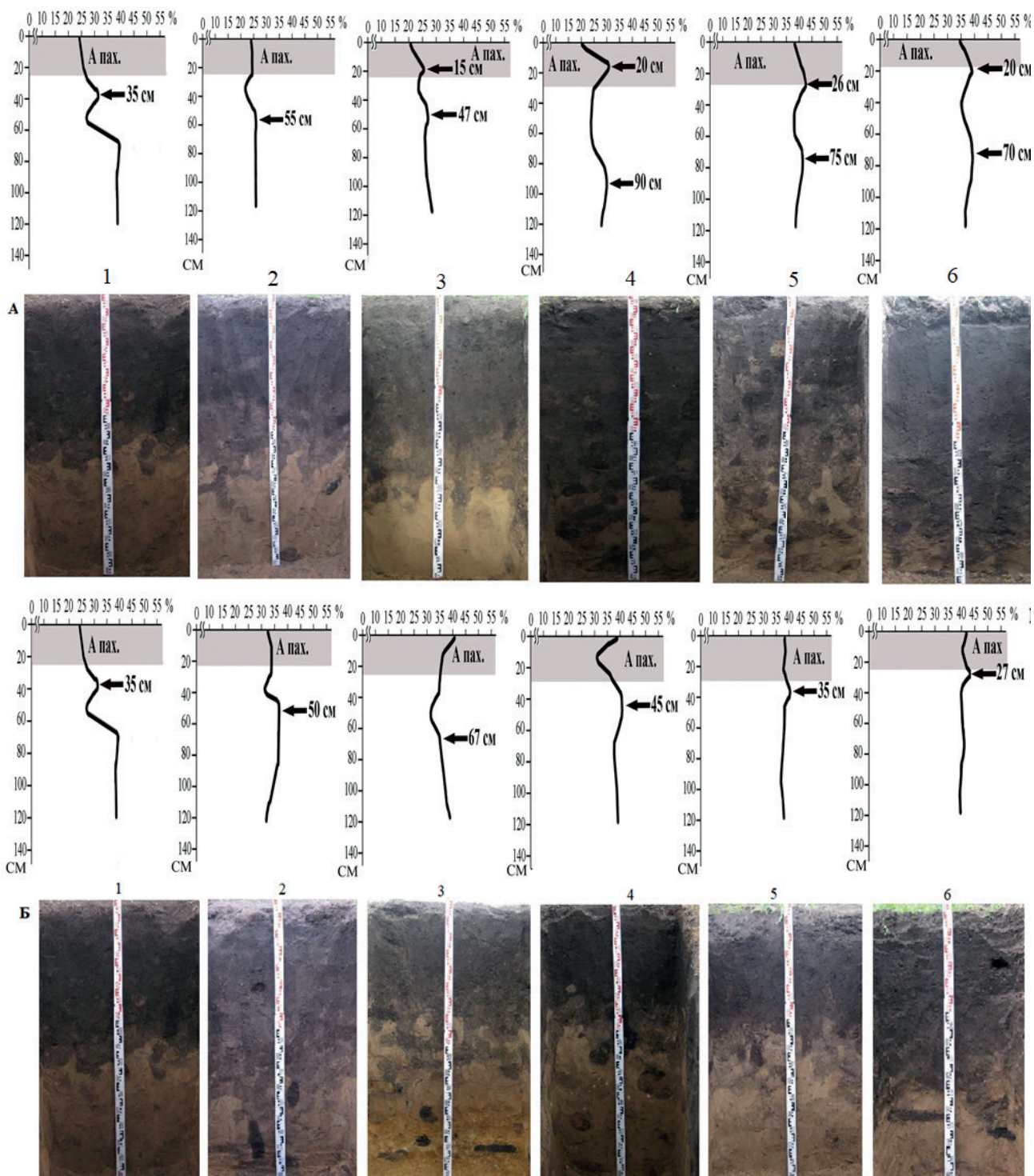


Рис. 3 - Содержание ила в профилях почв катен северной (А) и южной (Б) экспозиций 120-летней пашни (Курасовка)

нами были выявлены многочисленные слепышины и ходы землероев. Особенно много их было выявлено на глубине до одного метра, что часто отражается также и в минимуме плотности почвы на этой глубине. Средняя площадь, занятая слепышинами на стенках усредненного разреза, составляет 80-90 % на 120-летней пашне и 70-80 % на 240-летней. Причем в почвах фоновых

катен слепыш оставил не так много следов, чем на пашнях (рис. 4). По усредненной характеристике всего на фоне слепышинами было занято 30-40 % стенок почвенных разрезов.

На 120-летней и на 240-летней пашнях (рис. 4-6) нами была выявлена ярусность в распространении ходов слепыша. Верхний, менее представительный ярус, доходит до глубины 50



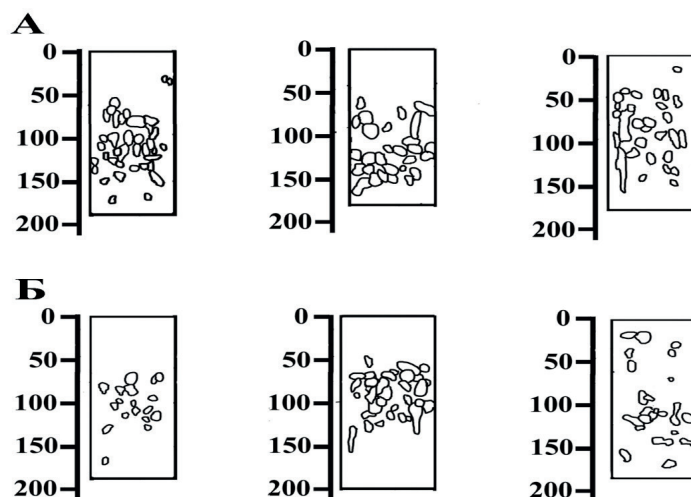


Рис. 4 - Выделенные на передних стенках почвенных разрезов фоновых катен слепышины: А - северная экспозиция, Б - южная экспозиция

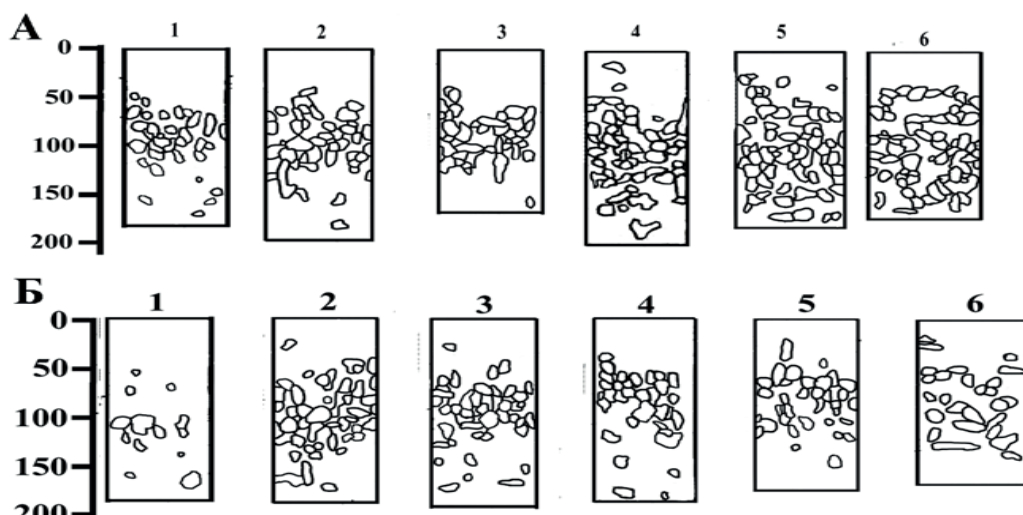


Рис. 5 - Выделенные слепышины на передних стенках почвенных разрезов катен 120-летней пашни: А - северная экспозиция, Б - южная экспозиция

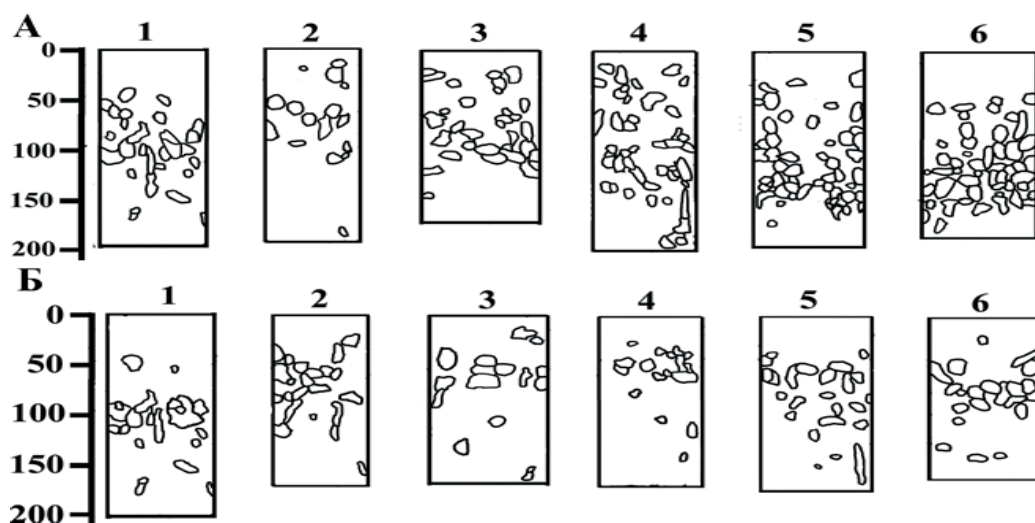
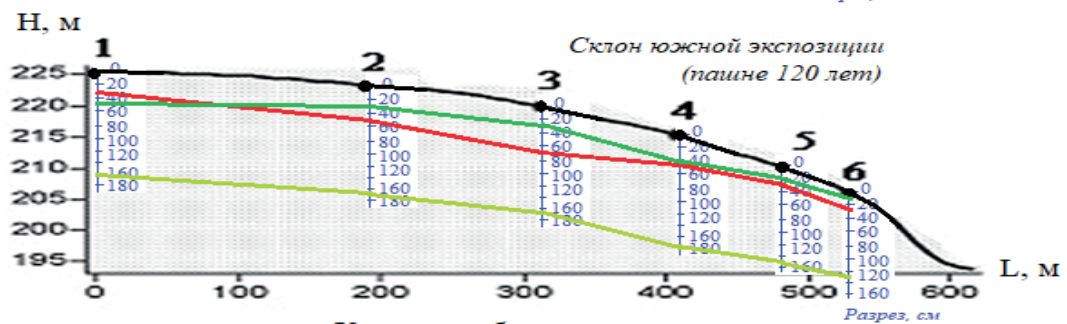
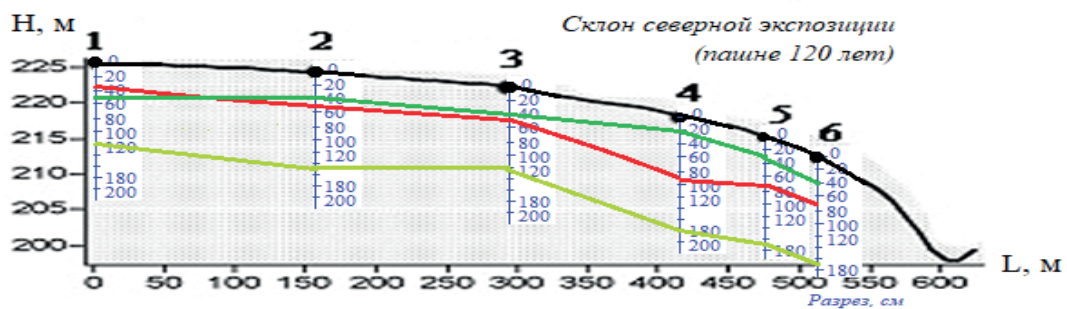
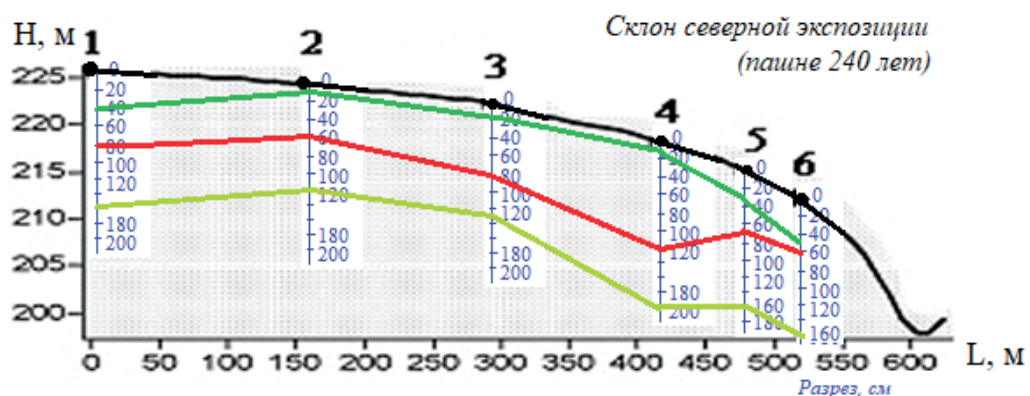


Рис. 6 - Выделенные слепышины на передних стенках почвенных разрезов катен 240-летней пашни: А - северная экспозиция, Б - южная экспозиция



- Условные обозначения:
- линия максимального накопления ила;
  - верхняя граница распределения слепышин;
  - нижняя граница распределения слепышин;



- Условные обозначения:
- линия максимального накопления ила;
  - верхняя граница распределения слепышин;
  - нижняя граница распределения слепышин;

Рис.7 - Закономерность распределения ила и слепышин с учётом рельефа на 120-летней и 240-летней пашне

см. Здесь отмечено минимальное число ходов слепыша, что в числе других причин может быть связано с трудностью идентификации ходов землероев в темно-серой гомогенной толще гумусовых горизонтов. Только в середине склона северной экспозиции на старовозрастной пашне в данном слое отчетливо выделяются выбросы слепыша. Второй ярус нами был отмечен на глубине 50-60 см, где слепыш проявляет наибольшую активность.

Именно на этой глубине он ведет основную свою жизнедеятельность, а также на этой глубине легче идентифицировать слепышины, так как иных воздействий на почву, которые могли бы помешать ее определить очень мало. Здесь ходы намного отчетливее и многочисленнее, чем на подповерхностном слое почвы 0-50 см.

#### **Обсуждение**

В гранулометрическом составе разновозрастных пахотных почв сильно преобладает илистая фракция. Так на фоновом участке на глубине более 60 см она достигает до 50% от содержания всех выделяемых фракций. Рост доли ила наблюдается также до глубин 160 и даже 200 см, что не может объясняться только изменением профильного характера показателя, обусловленного среди других причин, иллювируанием ила. Возможно, в исследуемых почвах влияние на гранулометрический состав оказывает также почвообразующая порода, в составе которой в большой степени присутствуют ил и пылевая фракция. При этом, в лесу наблюдается более закономерная (с постепенным градиентом роста) картина распределения ила по профилю почв, чем на распаханых катенах.

Радиальное распределение отдельных гранулометрических фракций обнаруживает зависимость от типа землепользования и длительности распашки. Она приводит к сглаживанию радиальной дифференциации гранулометрического состава; в частности, повышается количество илистых частиц в пахотном горизонте за счёт гомогенизации верхних опесчаненных подгоризонтов с нижележащими, менее обедненными илом. В почвах пашни 240-летнего возраста выравнивание профильного распределения ила ещё более заметно. В последнем случае сильно выражена пространственная неоднородность гранулометрического состава, вероятно, связанная с усилением влияния зоогенной переработки почвенных профилей (слепышами) (рис.7).

#### **Заключение**

Гранулометрический состав почв участка исследований легкоглинистый (57 % образцов)

и тяжелосуглинистый (41 % образцов).

Среди фракций в усреднённом случае преобладает илистая (35 %) и крупнопылевая (35 %), в меньших количествах встречается тонкая (15 %) и средняя (10 %) пыль. Почвы фонового участка южной экспозиции отличаются повышенным содержанием мелкого песка, остальные участки близки по соотношению фракций.

Также на исследуемом участке было отмечено большое количество слепышин. Было отмечено, что слепышины чаще встречаются в почвах катен склонов северной экспозиции – как 120-летней, так и 240-летней пашен. Мы это объясняем более благоприятной кормовой базой корневых систем растений, формирующейся на склонах северных экспозиций, которые более увлажнены. При этом процент покрытия разреза слепышинами чрезвычайно высок именно в нижних частях склонов данных катен, которые получают максимальное количество влаги.

#### **Библиографический список**

1. Александровский, А.Л. Эволюция почв и географическая среда / А.Л. Александровский, Е.И. Александровская. – М.: Наука, 2005. – 223 с.
2. Иванов, И.В. Эволюция лесостепи и черноземной степи Центральной области / И.В. Иванов, Ю.Г. Чендев // Эволюция почв и почвенного покрова Теория, разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформаций почв. М.: ГЕОС, 2015. – Гл. 13. – С. 456-469
3. Чендев, Ю.Г. Этапы и тренды техногенной трансформации почвенного покрова Центральной лесостепи (Белгородская области) / Ю.Г. Чендев, А.Н. Геннадиев // Вестник Московского университета. География, – 1993. – №5. – С. 30-39.
4. Скрябин, О.А. Структура почвенного покрова, методы ее изучения / О.А. Скрябин – Пермь: ПГСХА, 2007 – 207-209 с.
5. Козловский, Ф.И. Теория и методы изучения почвенного покрова / Ф.И. Козловский. – М.: ГЕОС, 2003. – 398 с.
6. Чендев, Ю.Г. Эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене / Ю.Г. Чендев. – М.: ГЕОС, 2008. – 174 с.
7. Чендев, Ю.Г. Распределение органического вещества в почвах катен лесостепи разных сроков земледельческого освоения / Ю.Г. Чендев, А.Н. Геннадиев, А.П. Жидкин, Т.С. Кошовский, И.Ю. Вагурин, Е.А.Заздравных. – Белгород, 2017. – С. 274-280.
8. Гедройц, К.К. Почвенные поглащённые катионы и физические свойства почвы // Жур-



нал прикладной химии.- 1929.- Т. 2.- № 3-4. - С. 16-24.

9. Жуков А.В., Коновалова Т.М. Пространственная изменчивость электропроводности почвы под воздействием роющей активности слепышей на различных масштабных уровнях // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Медицина.- 2011. -Т. 2.- № 2. - С. 33-40.

10. Жуков, А.В., Кунах, О.Н., Коновалова, Т.М. Ландшафтный аспект экологической ниши слепышей (*Spalax microphthalmus guldenstaedt 1770*) // Биологический вестник Мелитопольского государственного педагогического университета им. Богдана Хмельницкого.- 2011. № 3. - С. 13-27.

11. Пахомов, А.Е., Коновалова, Т.М., Жуков, А.В. // ГИС-подход к оценке изменчивости электропроводности почвы под влиянием педотурбационной активности слепыша

(*Spalax microphthalmus*). // Вестник Днепропетровского университета. Биология, экология.- 2010.- № 18-1.- С. 58-66.

12. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина З. А. Корчагина. - М.: Агропромиздат, 1986. - 416 с.

13. Пахомов, А. Е. Влияние роющей деятельности крота на микрофлору почв пойменных дубрав степной зоны юго-востока УССР / А. Е. Пахомов, Г. И. Тырыгина // Млекопитающие. Тез. докл. Ш съезда Всесоюз. териол. о-ва. - М.: 1982. - Т. 1. - С. 267-268.

14. Пахомов, А. Е. О возможности использования роющей деятельности млекопитающих для целенаправленного формирования почвенной мезофауны на участках лесной рекультивации земель / А. Е. Пахомов, А. Ф. Пилипенко, В. Л. Булахов // Биогеоэкологические исследования лесов техногенных ландшафтов степной зоны Украины. - Д.: ДГУ, 1989. - С. 167-175.

#### DISTRIBUTION OF SILT AND MOLE RAT SOD PILES ON THE PROFILE OF AGRICULTURAL SOILS OF CATENAE OF DIFFERENT PERIODS OF AGRICULTURAL DEVELOPMENT OF THE CENTRAL FOREST STEPPE

*Kovaleva E. V.<sup>1</sup>, Lopachev N. A.<sup>2</sup>, Vagurin I. Yu.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>FSBEI HE "Belgorod SAU named after V.Ya. Gorin", tel.: 89045324673.  
308503, Russia, Belgorod region, Belgorod district, Maisky v., Vavilova st., 1  
E-mail: ele-serikova@yandex.ru

<sup>2</sup>FSBEI HE "Oryol SAU named after N.V. Parakhin", tel.: +7 (4862) 43-69-98  
302019, Russia, Orel, Generala Rodina st., 69  
Email: lopachev.nikolai@yandex.ru

<sup>3</sup>SRI "BeISU", tel. +79606305399  
308015, Belgorod, Belgorod region, Pobedy st., 85, Russia,  
E-mail: mister.smasher@yandex.ru

*Key words: soil profile, slope exposure, mole rat sod piles, arable land, radial distribution, lateral distribution, landscape catena*

The work is devoted to the study of the granulometric composition of soils of 120-year and 240-year-old agricultural development of the meadow-steppe landscape on the example of the Belgorod region. In the lateral distribution of the silt fraction contained in the arable horizon, a significant increase of its share was found in the lower parts of the soil catenae of 120-year-old arable land; as for 240-year-old arable land, lateral fluctuations of the silt fraction are less noticeable. Average values of the silt content along the slope profiles of arable land of 240 years of age showed a local maximum of silt adjacent to the subsurface horizon. An inverse correlation was found for slopes on 120-year-old arable land, namely, the fact that the percentage of the depth silt fraction increased did not lead to an increase of the same fractions in the near-arable layer. In the soil sections of the studied catenae, numerous mole rat sod piles were found, especially many of them were detected at the depth of up to one meter. The average area occupied by mole rat sod piles on the walls of the average section is 80-90% on 120-year-old arable land and 70-80% on 240-year-old arable land. Mole rat sod piles occupy 30-40% of the walls of the soil sections on the soils of the background catenae. Mole rat sod piles are more common in the soils of the catenae of the northern slopes - both for 120-year-old and 240-year-old arable land.

#### *Bibliography:*

1. Aleksandrovskiy, A.L. Evolution of soils and geographic environment / A.L. Aleksandrovskiy, E.I. Aleksandrovskaya. - Moscow: Nauka, 2005. - 223 p.
2. Ivanov, I.V. Evolution of the forest-steppe and black soil steppe of the Central region / I.V. Ivanov, Yu. G. Chendev // Evolution of soils and soil cover. Theory, diversity of natural evolution and anthropogenic soil transformations. - Moscow: GEOS, 2015. - Ch. 13. - P. 456-469.
3. Chendev, Yu. G. Stages and trends of technogenic transformation of the soil cover of the Central forest-steppe (Belgorod region) / Yu. G. Chendev, A.N. Gennadiev // Vestnik of Moscow University. Geography. - 1993. - № 5. - P. 30-39.
4. Scriabin, O.A. The structure of soil cover, methods of its study / O.A. Skryabin. - Perm: PSAA, 2007. - 206 p.
5. Kozlovskiy, F.I. Theory and methods of soil cover studying / F.I. Kozlovskiy. - Moscow: GEOS, 2003. - 398 p.
6. Chendev, Yu. G. Evolution of forest-steppe soils of the Central Russian Upland in the Holocene / Yu. G. Chendev. - Moscow: GEOS, 2008. - 174 p.
7. Distribution of organic matter in the soils of the catenae of the forest-steppe of different periods of agricultural development / Yu. G. Chendev, A. N. Gennadiev, A. P. Zhidkin, T.S. Koshovskiy, I. Yu. Vagurin, E.A. Zazdravnykh // Materials of the VII International Scientific Conference. - Belgorod, 2017. - P. 274-280.
8. Gedroits, K.K. Soil absorbed cations and physical properties of soil / K.K. Gedroits // Journal of Applied Chemistry. - 1929. - Vol. 2, No. 3-4. - P. 16-24.
9. Zhukov, A.V. Spatial variability of the electrical conductivity of the soil under the influence of burrowing activity of mole rats at various scale levels / A.V. Zhukov, T.M. Konovalova // Vestnik of Dnipropetrovsk University. Biology. Medicine. - 2011. - Vol. 2, No. 2. - P. 33-40.
10. Zhukov, A. V. Landscape aspect of the ecological niche of mole rats (*Spalax microphthalmus guldenstaedt 1770*) / A. V. Zhukov, O. N. Kunakh, T. M. Konovalova // Biological Vestnik of Melitopol State Pedagogical University named after Bohdan Khmelnytsky. - 2011. - № 3. - P. 13-27.
11. Pakhomov, A.E. GIS-approach to assessing the variability of electrical conductivity of the soil under the influence of pedoturbation activity of the mole rat (*Spalax microphthalmus*) / A.E. Pakhomov, T.M. Konovalova, A.V. Zhukov // Vestnik of Dnepropetrovsk University. Biology, ecology. - 2010. - № 18-1. - P. 58-66.
12. Vadyunina, A.F. Methods of research of physical properties of soils / A.F. Vadyunina, Z.A. Korchagina. - Moscow: Agropromizdat, 1986. - 416 p.

13. Pakhomov, A.E. Influence of the burrowing activity of a mole on the microflora of soils of floodplain oak forests of the steppe zone of the southeast of the Ukrainian SSR / A.E. Pakhomov, G.I. Tyrygina // *Mammals: Abstracts of the 3rd Congress of the All-Union Theriological Society*. - Moscow, 1982. - V. 1. - P. 267-268.

14. Pakhomov, A. E. On the possibility of using the burrowing activity of mammals for the purposeful formation of soil mesofauna in the areas of forest land reclamation / A. E. Pakhomov, A. F. Pilipenko, V. L. Bulakhov // *Biogeocenotic studies of forests of technogenic landscapes of the steppe zone of Ukraine*. - Dnepropetrovsk: DSU, 1989. - P. 167-175.

#### Библиографический список

1. Александровский, А. Л. Эволюция почв и географическая среда / А. Л. Александровский, Е. И. Александровская. – Москва : Наука, 2005. – 223 с.
2. Иванов, И. В. Эволюция лесостепи и черноземной степи Центральной области / И. В. Иванов, Ю. Г. Чендев // *Эволюция почв и почвенного покрова. Теория, разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформаций почв*. – Москва : ГЕОС, 2015. – Гл. 13. – С. 456-469.
3. Чендев, Ю. Г. Этапы и тренды техногенной трансформации почвенного покрова Центральной лесостепи (Белгородская области) / Ю. Г. Чендев, А. Н. Геннадиев // *Вестник Московского университета. География*. – 1993. – № 5. – С. 30-39.
4. Скрябин, О. А. Структура почвенного покрова, методы ее изучения / О. А. Скрябин. – Пермь : ПГСХА, 2007. – 206 с.
5. Козловский, Ф. И. Теория и методы изучения почвенного покрова / Ф. И. Козловский. – Москва : ГЕОС, 2003. – 398 с.
6. Чендев, Ю. Г. Эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене / Ю. Г. Чендев. – Москва : ГЕОС, 2008. – 174 с.
7. Распределение органического вещества в почвах катен лесостепи разных сроков земледельческого освоения / Ю. Г. Чендев, А. Н. Геннадиев, А. П. Жидкин, Т. С. Кошовский, И. Ю. Вагурич, Е. А. Заздравных // *Материалы VII Международной научной конференции*. – Белгород, 2017. – С. 274-280.
8. Гедройц, К. К. Почвенные поглащённые катионы и физические свойства почвы / К. К. Гедройц // *Журнал прикладной химии*. - 1929. - Т. 2, № 3-4. - С. 16-24.
9. Жуков, А. В. Пространственная изменчивость электропроводности почвы под воздействием роющей активности слепышей на различных масштабных уровнях / А. В. Жуков, Т. М. Коновалова // *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Медицина*. - 2011. - Т. 2, № 2. - С. 33-40.
10. Жуков, А. В. Ландшафтный аспект экологической ниши слепышей (*Spalax microphthalmus guldenstaedti* 1770) / А. В. Жуков, О. Н. Кунах, Т. М. Коновалова // *Биологический вестник Мелитопольского государственного педагогического университета им. Богдана Хмельницкого*. - 2011. - № 3. - С. 13-27.
11. Пахомов, А. Е. ГИС-подход к оценке изменчивости электропроводности почвы под влиянием педотурбационной активности слепыша (*Spalax microphthalmus*) / А. Е. Пахомов, Т. М. Коновалова, А. В. Жуков // *Вестник Днепропетровского университета. Биология, экология*. - 2010. - № 18-1. - С. 58-66.
12. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 416 с.
13. Пахомов, А. Е. Влияние роющей деятельности крота на микрофлору почв пойменных дубрав степной зоны юго-востока УССР / А. Е. Пахомов, Г. И. Тырыгина // *Млекопитающие : тезисы доклада Ш съезда Всесоюзного териологического общества*. - Москва, 1982. - Т. 1. - С. 267-268.
14. Пахомов, А. Е. О возможности использования роющей деятельности млекопитающих для целенаправленного формирования почвенной мезофауны на участках лесной рекультивации земель / А. Е. Пахомов, А. Ф. Пилипенко, В. Л. Булахов // *Биогеоэкологические исследования лесов техногенных ландшафтов степной зоны Украины*. – Днепропетровск : ДГУ, 1989. - С. 167-175.