



14. Крючков В.Г., Раковецкая Л.И., Даньшин А.И., Казьмин М.А., Стародубцева Т.Т. Территориальная организация сельского хозяйства и АПК // В сб. Экономико-географические проблемы Московского региона, изд. МГУ, Москва, 1989, с.117-138.
15. Мещерская А.В., Блажевич В.Г. Каталоги площадей комплекса осадки-температура для основных сельскохозяйственных районов юга ЕТС, Северного Казахстана и Западной Сибири // Метеорология и гидрология. 1977. № 9. С. 76-84.
16. Новости погоды <http://www.meteonovosti.ru>
17. Педь Д.А. О показателе засухи и избыточного увлажнения // Тр. Гидрометцентра СССР, 1975, вып. 156, с. 19-38.
18. Растяйников В.Г., Дерюгина И.В. Урожайность хлебов в России. Российская академия наук. Институт востоковедения. М.: ИВ РАН, 2009. 205 с.
19. Раунер Ю.Л. (1981). Климат и урожайность зерновых культур. Москва, «Наука», 1981, 162 с.
20. Садоков В.П., Неушкин А.И., Козельцева В.Ф., Кузнецова Н.Н. Летняя засуха (май-август 1949-1999 гг.) на территории бывшего СССР // Труды Гидрометцентра РФ, 2001, вып. 336, с. 3-33.
21. Синоптический бюллетень Северного полушария, часть 1 за 1998, 1999, 2010 гг. // Росгидромет, Гидрометцентр РФ, ГВЦ Гидрометцентра. 1998, 1999, 2010.
22. Тищенко В.А., Козельцева В.Ф., Кузнецова Н.Н. Повторяемость засушливых периодов в Москве в тёплое полугодие // Труды Гидрометцентра РФ, 2016, вып. 359, с. 161-177 (<http://method.meteorf.ru/publ/tr/tr359/kozef.pdf>)
23. Черенкова Е.А., Кононова Н.К. Анализ опасных атмосферных засух 1972 и 2010 гг. и макроциркуляционных условий их формирования на территории европейской части России // Труды ГГО. Выпуск 565. 2012. С. 165-187.
24. Черенкова Е.А., Семенова И. Г., Кононова Н.К., Титкова Т.Б. Засухи и динамика синоптических процессов на юге Восточно-Европейской равнины в начале XXI века // Аридные экосистемы. 2015. Т.21. № 2 (63). С. 5-15.

УДК 502.3/7

**ТРАНСФОРМАЦИЯ СВОЙСТВ ЛЕСОСТЕПНЫХ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ  
РАСПАШКИ И ЭРОЗИОННО-АККУМУЛЯТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ**  
Кошовский Т.С.<sup>1</sup>, Чендев Ю.Г.<sup>2</sup>, Жидкин А.П.<sup>1</sup>, Геннадиев А.Н.<sup>1</sup>, Заздравных Е.А.<sup>3</sup>,  
Вагурин И.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,  
г. Белгород, Россия

<sup>3</sup>ФГБУ «Центр агрохимической службы «Белгородский», г. Белгород, Россия  
[tkzv@ya.ru](mailto:tkzv@ya.ru)

Изучение изменений свойств почв при их сельскохозяйственном освоении актуально как для целей генетического почвоведения, так и для оценок экологического состояния компонентов лесостепного ландшафта. Распространённым способом изучения агрогенной трансформации почв является сравнение фоновых целинных почв и их пахотных аналогов с известной длительностью распашки. Агрохроноряды почв с различным возрастом сельскохозяйственного освоения позволяют выявить не только характер изменения почвенных свойств, но и обнаружить стадийность данных изменений, вскрыть особенности трансформаций на ранних и поздних стадиях распашки, выявить скорость убыли или накопления ряда веществ в почвах.

К текущему моменту накоплен обширный материал об агрогенных изменениях лесостепных почв. Чаще всего изучению подвергаются почвы плакоров, а изменения почв, расположенных на склоновых сопряжениях, рассматриваются значительно реже, несмотря на высокую распространённость склонов. В то же время, комплекс геохимических процессов на склонах – твердофазная и водная физико-химическая миграции веществ, а также ряд параметров микроклимата склонов – приводят к формированию подчас совершенно иных тенденций агрогенной трансформации в сравнении с обнаруживаемыми на водораздельных позициях.

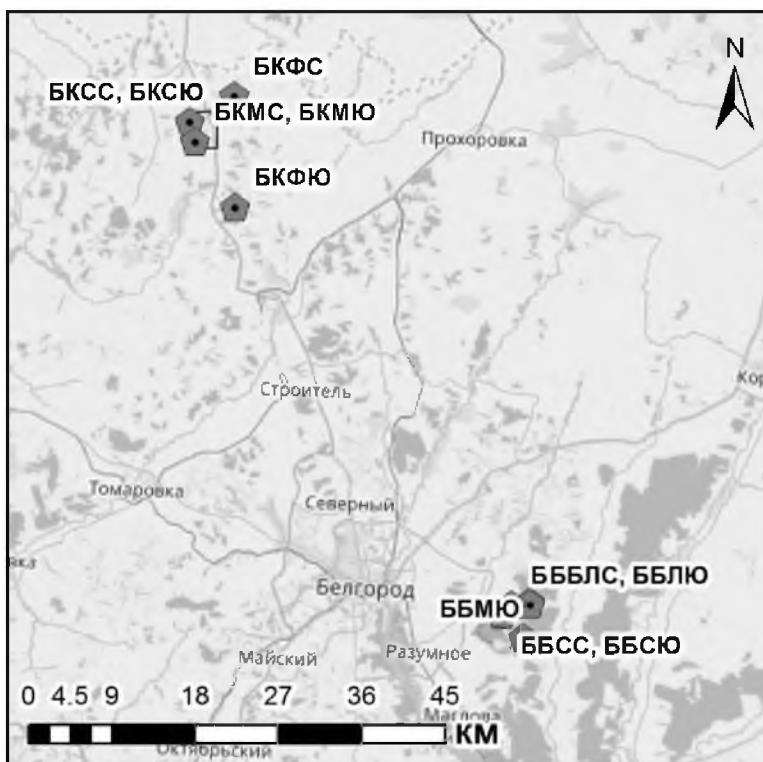


Рис. 1. Расположение объектов исследования

Целью настоящей работы явилось рассмотрение изменений почв в результате распашки в различных позициях в катене. Оценка изменений проводилась по морфологическим свойствам почв, профильному распределению щелочно-кислотных условий, содержания и запасов гумуса и карбонатов. Важным фактором изменения многих почвенных свойств являются эрозивно-аккумулятивные процессы, резкая активизация которых происходит вследствие распашки. Оценка интенсивности данных процессов для выявления степени их влияния осуществлена по методу магнитного трассера и почвенно-морфологическому методу.

Объектами исследования были выбраны серии почвенных катен, расположенных в пределах двух участков, различных по зональному типу ландшафта: широколиственно-лесной «Батрацкие дачи» и лугово-степной «Курасовка» (Шебекинский и Ивнянский районы Белгородской области соответственно). На широколиственно-лесном участке изучены: целинные лесные катены (по 6 разрезов на склонах южной и северной экспозиции, 1 разрез в днище ложбины), катены на пашне 100 летнего возраста (по 6 разрезов на склонах южной и северной экспозиции, 1 разрез в днище ложбины), катены на пашне 160 летнего возраста (по 6 разрезов на склонах южной и северной экспозиции, 1 разрез на едином для склонов водоразделе). На лугово-степном участке описаны: целинные степные катены (по 3 разреза на склонах южной и северной экспозиции), катены на пашне 140-летнего возраста (по 5 разрезов на склонах южной и северной экспозиции, 1 разрез на водоразделе), катены на пашне 240-летнего возраста (по 5 разрезов на склонах южной и северной экспозиции, 1 разрез на водоразделе). Всего изучено 67 почвенных разрезов. Возраст распашки определён с использованием исторических карт.

Под широколиственными лесами участка «Батрацкие дачи» развиты тёмно-серые лесные почвы, с признаками второго гумусового горизонта, а под лугово-степными ассоциациями участка «Курасовка» описаны чернозёмы типичные. В катенарном сопряжении тёмно-серые лесные почвы меняются слабо, лишь в почвах подножия склонов и ложбин наблюдается повышенная мощность гумусовых горизонтов; влияние экспозиции склона на морфологическое строение почв не обнаружено. В катенах лугово-степного участка внутрикатенарные и экспозиционные различия выражены сильнее: крутые участки склонов характеризуются сниженными мощностями горизонтов, почвы склонов южной экспозиций также маломощны.

Сельскохозяйственное освоение приводит к замене естественной растительной ассоциации на культурную, приводит к ежегодному турбированию верхнего слоя почв, снимает на-



почвенный покров подстилки или войлока, приводит к прочим изменениям. Данные смены или напрямую отражаются в строении почвы, или провоцирует ряд геохимических процессов, в частности эрозионно-аккумулятивные. Особенности развития эрозионно-аккумулятивных процессов описаны (Жидкин и др., 2016). На широколиственно-лесном участке выявлено, что интенсивность процесса повышена для пашни 160-летнего возраста в сравнении с более молодой пашней, и также повышена для склона южной экспозиции, в сравнении с северной. Внутрисклоновые аккумуляции более характерны для склона южной экспозиции. Средние темпы для склона северной экспозиции составляют 3,2 т/га в год, южной экспозиции – 6,5 т/га в год; на 160-летней пашне – 6,6 и 8,6 т/га в год соответственно. При этом темп смыва на отдельных участках катен достигал 18 т/га в год. Катены на лугово-степном участке обладают повышенными темпами эрозионных потерь: для 140-летней пашни 8,8 и 9,4 т/га в год на склонах северной и южной экспозиции соответственно, для 160-летней пашни – 13,6 и 9,8 т/га в год соответственно.

Установлено, что направления изменений свойств почв вследствие распашки неодинаковы для серых лесных почв и чернозёмов, развитых под широколиственно-лесными и лугово-степными участками лесостепи соответственно. *Морфологическое строение профилей* тёмно-серых лесных почв, сформированных под участками широколиственных лесов, при земледельческом освоении преобразуется в сторону проградации: возрастают мощности гумусовых горизонтов, ослабляются признаки оподзоливания и лессиважа (присыпка, глинистые плёнки). В результате почвы переходят в чернозёмы оподзоленные освоенные (за 100 лет) и чернозёмы выщелоченные и оподзоленные освоенные (за 160 лет). Факторами выявленной трансформации почв, вероятнее всего, является изменение почвенных климатических режимов при смене леса пашней, усиление профильной гомогенизации свойств за счет возрастания рыхлящей деятельности роющих грызунов (слепышей).

Чернозёмы типичные, изученные на лугово-степных участках лесостепи, характеризуются менее выраженной агрогенной проградацией, по сравнению с широколиственно-лесными участками; напротив, в них преобладают процессы деградации гумусового состояния. Уменьшение мощности гумусированной части профиля со средней скоростью 0,4 см в 10 лет установлено и для водораздельных, и для верхне-склоновых позиций, при этом оно наблюдается как минимум до 250-летнего возраста распашки (рис. 2). В морфологическом строении почв выявлено усиление трещинообразования и зоогенной переработки профиля при увеличении длительности распашки.

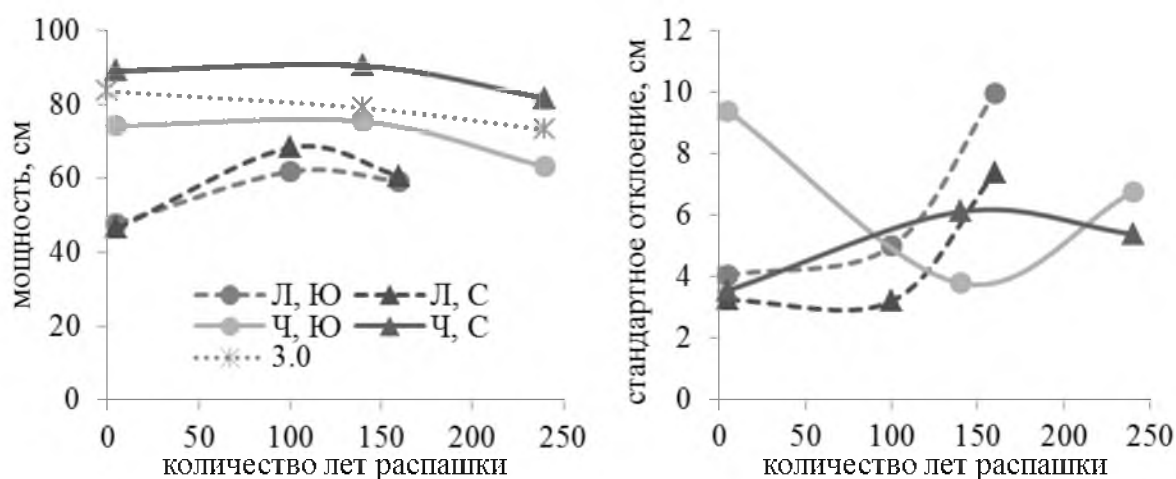


Рис. 2. Изменение мощностей гумусированной части профиля почв (слева) и их вариабельности (справа) на склоновых позициях при распашке (указаны средние значения по 5 разрезам на склонах). Л – участок серых лесных почв «Батрацкие Дачи», Ч – участок чернозёмов типичных «Курасовка», Ю – склоны южной экспозиции, С – склоны северной экспозиции, В – водораздельные позиции

Отметим наличие стадийности в изменении морфологических свойств почв. Тенденции изменений склоновых почв следующие. Как на широколиственно-лесном, так и на лугово-



степном участках установлено возрастание экспозиционных различий в морфологическом строении почв и усиление внутрикатенарной контрастности почв (рис. 2б). Так, на склонах северной экспозиции гумусовый профиль почв становится мощнее, чем на водораздельных позициях. На склонах южных экспозиций, напротив, мощности гумусовых горизонтов снижаются. В итоге, в ареале черноземов типичных разница в мощностях гумусовых профилей на склонах противоположных экспозиций достигает 2 раза на позициях крутых склонов в пашне 240-летнего освоения (рис. 3). Вероятно эти различия обусловлены турбационной деятельностью почвенных землероев, предпочитающих затенённые склоны, а также усиленным талым и талодождевым смывом вещества почв на прогреваемых склонах южной экспозиции. Возрастание контрастности почв в пределах склонов происходит за счёт эрозионно-аккумулятивных процессов (формируются смытые и намывные разности), а также различной степени трансформации морфологических признаков. Внутрикатенарные различия следующие: на солнечных склонах наименьшими мощностями горизонта А1В характеризуются крутые участки в их нижней части, а возрастание глубин наблюдается лишь малой полосой перед напашами в нижних звеньях катен, вследствие аккумуляции привнесённого твердофазного гумусированного вещества. В случае теневого склона нижние части склонов характеризуются повышенными мощностями (рис. 3).

Если рассматривать как показатель нижнюю границу переходного горизонта А1В, то солнечный склон по стадиальности разделится на три части: 1) приводораздельные позиции со слабым, но постоянным возрастанием мощности А1В (7 см за 160 лет), 2) позиции средней части склона, характеризующиеся проградацией в первые 100 лет и деградацией в последующие 60 лет, и 3) позиции нижней части склона, где напротив, деградацию сменяет возрастание глубин (вероятно, из-за эрозионно-аккумулятивных процессов). Теневой склон более однороден – на всем его протяжении обнаруживается возрастание мощности гумусового профиля как в первые 100 лет, так и далее.

Изменение физических, химических, физико-химических свойств почв также определяются совокупным действием разных факторов – длительностью распашки, положением почвы в ряду катены, экспозиция склона, исходное строение почвенного профиля. Для ряда свойств можно выделить главенствующий фактор. Так, плотность почв возрастает при распашке, что проявляется и для лугово-степного, и для широколиственно-лесного участков. Увеличение плотности почв с увеличением возраста распашки составляет в среднем 0.1-0.2 г/см<sup>3</sup> на каждые 100 лет распашки. Отмечается, что на теневых склонах плотность перестаёт возрастать на поздних стадиях распашки, а в ряде случаев и несколько снижается.

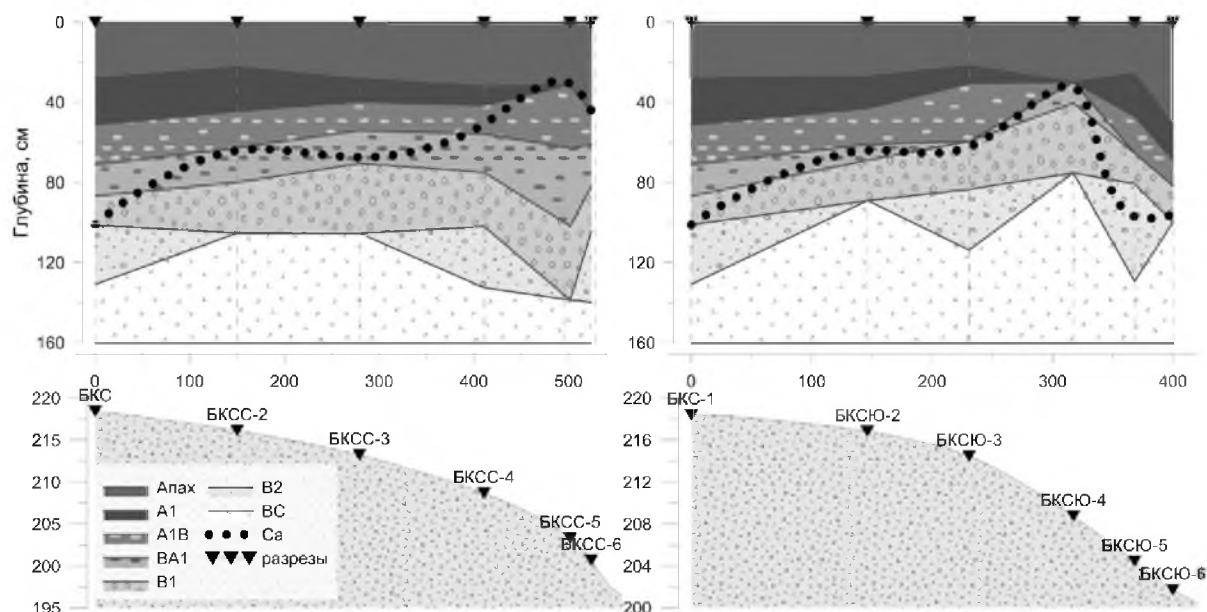


Рис. 3. Схемы морфологического строения профилей почв для катен на пашне 240-летнего возраста лугово-степного участка (слева – склон северной экспозиции, справа – склон южной экспозиции)





Более сложные, стадийные явления агрогенной трансформации характерны для гумусного состояния почв, содержания и распределения карбонатов и щёлочно-кислотных условий. Так, *запасы гумуса* в почвах на склоновых позициях в ареале серых лесных почв убывают при распашке в первые 100 лет на склонах как северной (12 % от запасов за 100 лет), так и южной (8 % от запасов) экспозиции. В период от 100 до 160 лет дегумификация продолжается на склонах южной экспозиции (12 % за 60 лет), а на склонах северной экспозиции отмечено возрастание запасов гумуса (6 % за 60 лет). В ареале чернозёмов темпы дегумификации водораздельных почв примерно соответствуют выявленным для серых лесных почв (8-12 %), убыль запасов наблюдается вплоть до периода 140-240 лет распашки. Причинами снижения содержания гумуса и его запасов в агрочерноземах могут быть интенсивная минерализация органического вещества почв на пашне (в том числе в связи с отчуждением углерода гумуса с урожаем), уменьшение поступления растительных остатков, инфильтрационные потери гумуса, механическая засыпка гумусированного материала в подпахотную толщу по трещинам усыхания, эрозионный смыв и интенсивный перенос вследствие деятельности землероев.

Влияние распашки на *гранулометрический состав* лесостепных почв проявляется слабо, как в пределах широколиственно-лесных, так и лугово-степных участков. Отмечено небольшое изменение профильного распределения отдельных фракций почв на пашнях. В изученных серых лесных почвах легкоглинистого и тяжелосуглинистого составов выявлено сглаживание радиальной дифференциации вследствие распашки; в частности, повышается количество илстых частиц в пахотном горизонте за счёт гомогенизации верхних оподзоленных подгоризонтов с нижележащими, менее обеднёнными илом. На старо-освоенных территориях отмечено выравнивание профильного распределения ила. В чернозёмах типичных на длительно-освоенных землях (с возрастом распашки около 250 лет) замечен локальный максимум ила в подпахотном горизонте – результат агролессиважа, процесса передвижения илстых частиц из пахотного горизонта в нижележащий (Чендев и др, 1998). Проявления агролессиважа обнаруживаются на склонах как северной, так и южной экспозиций. Для пашен 150-летнего возраста результат агролессиважа не выявляется, что, вероятно, свидетельствует о большом характерном времени данного процесса. Также выявлена зависимость содержания илстой фракции от экспозиции, что проявляется как на фоновых участках, так и на пашнях 140- и 240-летнего возраста: склоны южной экспозиции характеризуются повышенной долей ила по сравнению со склонами северной экспозиции.

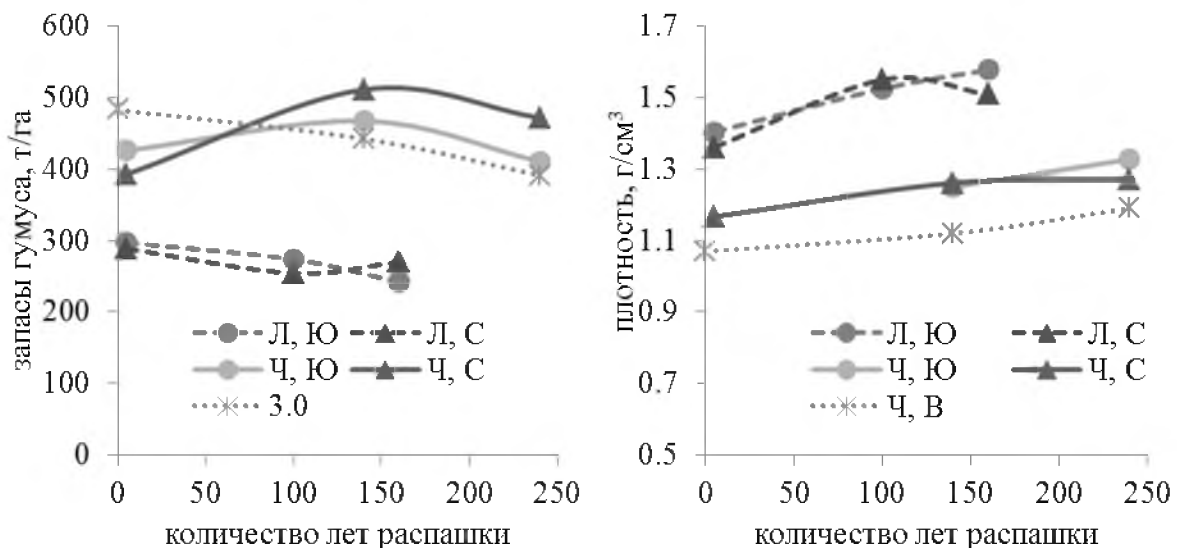


Рис. 4. Изменение запасов гумуса в слое 0-200 см (слева) и средней плотности почв в слое 0-100 см (справа) на склоновых позициях при распашке (указаны средние значения по 5 разрезам на склонах). Расшифровка обозначений см. рис. 2.

*Содержание карбонатов* в почвах также имеет стадийный характер изменения во времени. Катены фоновых серых лесных почв под лесом характеризуются экспозиционными различиями: педогенные карбонаты более интенсивно накапливаются на склоне инсолируемой



экспозиции, а на склоне теневой экспозиции более характерно их выщелачивание. Для почв на склонах южной экспозиции в верхних звеньях катены для первых 100 лет распашки выявлена стадия подтяжки карбонатов из материнской породы, которая затем сменяется стадией их выщелачивания. В почвах нижних звеньев катены происходит прямо противоположная тенденция – стадия агротехногенного выщелачивания сменяется стадией аккумуляции карбонатов.

Чернозёмы типичные на участках луговой степи также характеризуются неравномерными во времени трендами накопления карбонатов. В почвах на склонах теневых экспозиций выщелачивание в начальный период освоения (140 лет) сменяется аккумуляцией, а на склонах южной экспозиции – наоборот, аккумуляция сменяется выщелачиванием. В нижних частях всех изученных почвенно-геохимических катен карбонаты интенсивно выщелачиваются, вне зависимости от экспозиции склона и времени распашки, что может быть обусловлено дополнительным притоком влаги с верхних позиций склона.

Щелочно-кислотные условия лесостепных почв также изменяются в зависимости от возраста сельскохозяйственного освоения, причём на разных временных стадиях и для склонов разной экспозиции наблюдаются различные тренды изменений. Так, темно-серые лесные почвы широколиственно-лесных участков на водоразделах испытывают прогрессивное подкисление по всему профилю в первые 100 лет распашки, и подкисление нижней части профиля с подщелачиванием верхней части профиля в последующие 50 лет распашки. На склонах северных экспозиций на первой стадии (0-100 лет), напротив, выявлено подщелачивание почв, на второй стадии (100-160 лет) – слабое подкисление. На склонах южной экспозиции выявляется латеральная дифференциация: в верхних частях склонов реакция среды слабо изменяется за первые 100 лет распашки и интенсивно подкисляется в последующий период; в нижней части склона по всей длительности освоения наблюдается подщелачивание.

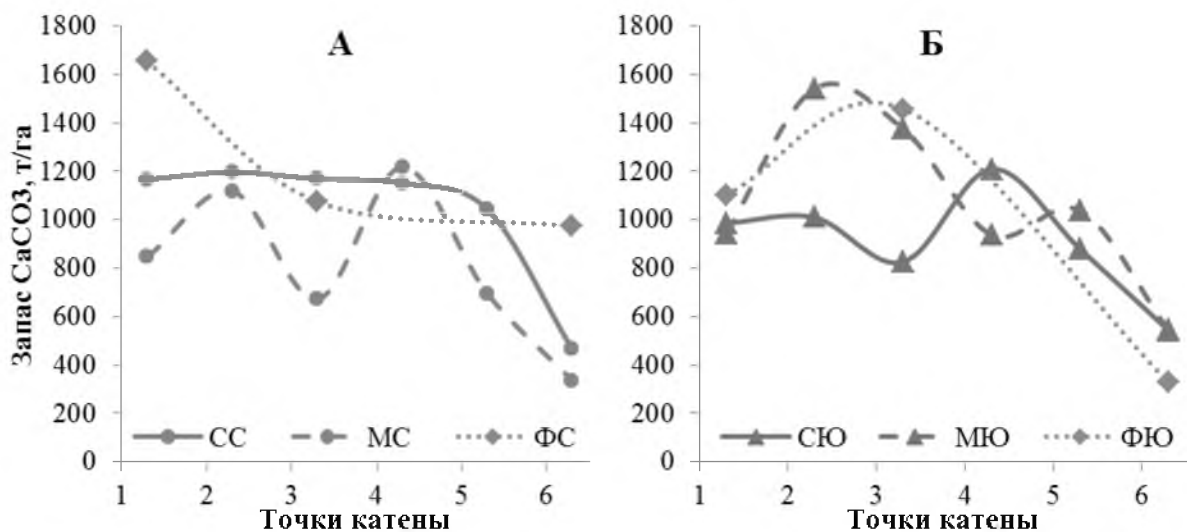


Рис. 5. Распределение запасов карбонатов (слой 0-200 см) в почвах катен лугово-степного участка; А – склоны северной экспозиции (СС – пашня 240-летнего возраста, МС – пашня 140-летнего возраста, ФС – целинный участок степи), Б – склоны южной экспозиции (СЮ – пашня 240-летнего возраста, МЮ – пашня 140-летнего возраста, ФЮ – целинный участок степи)

В чернозёмах типичных влияние возраста распашки, а также экспозиции склонов на значения рН сказывается только для верхней и средней частей профиля почв; для аккумулятивно-карбонатных горизонтов различия не существенны. В почвах 140-летней пашни выявлено интенсивное подкисление верхней части почвенного профиля (рис. 4), что может быть обусловлено выщелачиванием рассеянных (лабильных) карбонатов вследствие постоянного рыхления при вспашке (Чендев, 2008). Наиболее интенсивно подкисление выражено для склонов северных экспозиций. В дальнейший период (до 250 лет распашки) наблюдается подщелачивание, что может быть обусловлено действием эрозионных процессов, приводящих к поднятию карбонато-насыщенной толщи к поверхности.

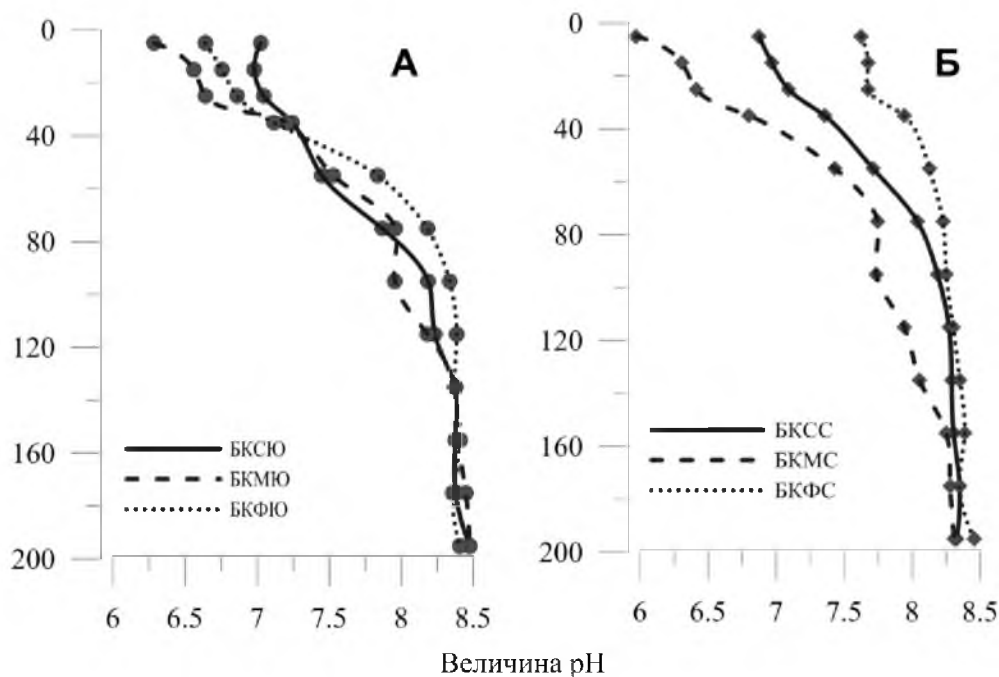


Рис. 6. Осреднённые значения профильного распределения рН по катенам лугово-степного участка исследования; А – склоны южной экспозиции, Б – склоны северной экспозиции. Обозначения катен см. к рис. 1.

#### Заключение.

Установлено существенное влияние длительности сельскохозяйственного освоения на свойства почв и структуру почвенного покрова. Почвы в районах широколиственно-лесных типов ландшафтов испытывают комплекс изменений, который можно охарактеризовать термином «проградация»: исходные тёмно-серые лесные почвы преобразуются в чернозёмы оподзоленные и выщелоченные, что выражается в увеличении мощностей гумусовых горизонтов, накоплении карбонатов, появлении морфологических признаков степного почвообразования. Структура почвенного покрова в районах лугово-степного типа ландшафта преобразуется в меньшей степени. Выявлен следующий ряд, характеризующийся усложнением структуры почвенного покрова вследствие распашки: склоны северной экспозиции со средним возрастом распашки (100-200 лет) – склоны южной экспозиции со средним возрастом распашки (100-200 лет) – склоны южной экспозиции на участках с длительной распашкой.

В антропогенной трансформации в процессе освоения серых лесных почв и черноземов прослеживается стадийный характер изменения их свойств. Замедление интенсивности процесса характерно для дегумификации. Стабилизация во времени показателей в староосвоенных черноземах отмечена для мощностей гумусовых горизонтов, плотности, содержания физической глины и ила. Для другого ряда показателей – величины рН, запасов карбонатов – отмечается смена вектора их развития во времени.

В целом, почвы на территориях с более длительным сроком освоения – как в лугово-степном, так и в лесном зональных типах лесостепного ландшафта – обладают повышенными признаками эрозионной деградации, и, соответственно, требуют первоочередного применения почвоохранных мероприятий и севооборотов, по сравнению с недавно освоенными пашнями.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 13-05-41158 РГО а.*

#### Литература

1. Жидкин А.П., Геннадиев А.Н., Кошовский Т.С., Чендев Ю.Г. Пространственно-временные параметры латеральной миграции твердофазного вещества почв (Белгородская область) // Вестник Московского университета, серия География. №3 – 2016.



2. Чендев Ю.Г., Авраменко П.М., Лицуков С.Д. Изменение гумусного состояния пахотных почв Белгородской области // *Агрохимия*. № 6 – 1998.
3. Чендев Ю.Г. Эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене. - М.: ГЕОС, 2008.

УДК 631.4

## **РОЛЬ ПОЧВ В УСТОЙЧИВОСТИ ВЫСОКОГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ БАССЕЙНА ТЕЛЕЦКОГО ОЗЕРА**

**Кузнецова О.В., Ельчианинова О.А.**

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, Горно-Алтайский филиал,  
Республика Алтай, Россия  
gafivep@mail.gorny.ru*

Почва является важнейшим компонентом экосистемы, воздействие человека на нее приводит к ее изменениям. Часто при изучении техногенного загрязнения окружающей среды встает вопрос об оценке защитных возможностей почв по отношению к тяжелым металлам, занимающим одно из центральных мест в ряду загрязняющих веществ. Почвы значительно отличаются по свойствам и составу, и поэтому имеют различную способность переводить токсианты в слабомигрирующие и малодоступные для растений соединения. До тех пор, пока тяжелые металлы прочно связаны с составными частями почвы и труднодоступны, их отрицательное влияние на нее и окружающую среду будет незначительным.

Цель исследования – изучение физико-химических свойств основных типов почв исследованной территории и их влияния на буферность по отношению к тяжелым металлам.

Физические и физико-химические свойства почвы определяли общепринятыми в почвоведении и агрохимии методами, буферную способность – по шкале буферности почв по отношению к тяжелым металлам, разработанной В.Б. Ильиным [1,2] на базе данных об инактивирующем влиянии на тяжелые металлы свойств и состава почвы, которое ранее было достаточно полно изучено Г.Я. Ринькисом [3], в специально поставленных вегетационных опытах с сельскохозяйственными культурами, где в качестве субстрата использовался отмытый кварцевый песок, при постепенном возрастании дозы раздельно вносимых гумуса, физической глины, карбонатов, оксидов железа и алюминия или изменении рН.

К факторам, способствующим удержанию ТМ почвой, относятся: обменная адсорбция на поверхности глин, образование комплексных соединений с гумусом, поглощение гидратированными оксидами алюминия, железа, марганца и т. д, а также формирование нерастворимых соединений, особенно в восстановительных условиях. В отечественной и зарубежной литературе имеются материалы по изучению буферности почв по отношению к тяжелым металлам [1, 2, 4], дана оценка для Западной Сибири [1], Западного Забайкалья [5], Украинского Полесья [6].

К высокогорным ландшафтам бассейна Телецкого озера относится котловина озера Джулукуль, где берет начало основной приток Телецкого озера – р. Чулышман, доля которого в питании озера около 70 %. Высота над уровнем моря 2200 м. На формирование почв большое влияние оказывают специфические физико-географические особенности территории: низкие температуры, наличие мерзлоты, плоский рельеф, переувлажнение, заболачивание, оглеение, замедленный биогенный круговорот. Совместное действие этих факторов, неблагоприятных для формирования почв, предопределяет низкую самоочистительную способность с минимальной устойчивостью и низкой скоростью восстановления.

Почвенный покров высокогорных ландшафтов бассейна Телецкого озера, представлен в основном горно-тундровыми и горными лугово-степными почвами. Буферную способность почв определяли для верхних генетических горизонтов.