

Библиографический список

1. Маккавеев Н. И. Русло реки и эрозия в ее бассейн. — М.: МГУ, 2003. — 354 с.
2. Лисецкий Ф. Н. Специфика экзогенных рельефообразующих процессов в районах античного земледелия Северо-Западного Причерноморья // Геоморфология. — 1992. — № 2. — С. 73—79.
3. Parkner T., Mike J., Tomomi Marutani, Noel A. Development and controlling factors of gullies and gully complexes, East Coast, New Zealand // Earth Surface Processes and Landforms. — 2006. — Vol. 31. — № 2. — P. 187—199.
4. Швец Г. И. Теоретические основы эрозиоведения. — Киев—Одесса: Высшая школа. Главное изд-во, 1981. — 224 с.
5. Симонов Ю. Г., Симонова Т. Ю. Речной бассейн и бассейновая организация географической оболочки // Эрозия почв и русловые процессы. — 2003. — Вып. 14. — 201 с.
6. Лисецкий Ф. Н., Польшина М. А., Нарожная А. Г., Кузьменко Я. В. Решение почвоводоохранных и экологических задач при внедрении ландшафтных систем земледелия // Проблемы региональной экологии. — 2007. — № 6. — С. 72—79.

УДК 631.6.02

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СЛЕДСТВИЯ АГРОГЕННОЙ И ЭРОЗИОННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

Ф. Н. Лисецкий,

профессор кафедры природопользования и земельного кадастра

Национального исследовательского университета «Белгородский государственный университет», liset@bsu.edu.ru

М. Е. Родионова,

аспирант НИУ «БелГУ», zaturaeva@bsu.edu.ru

О. А. Маринина,

аспирант НИУ «БелГУ», marinina@bsu.edu.ru

А. П. Семенюк,

студент НИУ «БелГУ», ontoka@mail.ru

Рассмотрены особенности агрогенной и эрозийной трансформации морфологии и физико-химических свойств серых лесных почв. Определены параметры морфологического строения почвенного профиля, обеспечивающие ресурсные и экологические функции.

Features agrogenic erosion and transformation of the morphology and physicochemical properties of gray forest soils are considered in this article. Parameters of the morphological structure of the soil profile, providing resource and ecological functions are defined.

Ключевые слова: экологические функции почв, почвенное плодородие, агрогенные изменения почв, лесостепная зона.

Keywords: ecological functions of soil, soil fertility, soil agrogenic change, forest-steppe zone.

Введение. Почва обладает многими экологическими функциями, но также является областью контакта, мембраной, интерфейсом литосферы, атмосферы и гидросферы [1]. Выступая буферным и защитным биогеоценологическим экраном (биогеомембраной), почвенный покров обеспечивает целостную экосистемную функцию [2]. В связи с усилением современных воздействий на почвенные ресурсы актуальной научной проблемой в рамках экологии почв становится задача сохранения почвой ее экологических функций на таком уровне, который способен обеспечить саморегуляцию и устойчивость экосистем в меняющейся естественным и антропогенным путем природной обстановке [3].

В результате земледельческого использования почв отмечаются разнообразные, часто трудно обратимые изменения свойств, которые редко можно

признать прогрессивными. Чаще всего, происходящие под воздействием механической обработки почвы изменения ее водно-физических свойств, ускорение ряда элементарных почвенных процессов, связанных с метаморфизмом и миграцией вещества, не дополняются увеличением количества энергетического материала — органического вещества. Анализируя глобальные функции почвы как компонента биосферы, геомембраны и специфической земной оболочки — педосферы [4], оценено общее изменение гумусосферы планеты: запас органического углерода гумусосферы уменьшился на 15 % от исходного за 10 000 лет земледельческой практики.

Отмечается необратимость агрогенной эволюции почв даже в нормальном ряду (при минимальной денудационной трансформации) [5].

Организация почвенного покрова включает в себя как структурные характеристики (хорошо разработанные в почвенной картографии представления о структуре почвенного покрова (СПП)), так и динамические, обеспечивающие ее функционирование и развитие. Агрогенная эволюция почвенного покрова обычно более динамична, чем естественная. Характерная ее черта — «блуждание» ареалов СПП, что приводит, в конечном счете, к стиранию доагрогенной СПП и нивелированию почвенного покрова [6].

Обладея высоким плодородием и благоприятным гидротермическим режимом, лесостепные почвы в своих ответных реакциях на агрогенные воздействия проявляют толерантность [7]. Однако в пределах склоновых агроландшафтов, где интенсивность почвенно-деградационных и, прежде всего, водно-эрозионных процессов превышает допустимые пределы, отмечается ускоренная деградация не только почв, но и ландшафтов в целом.

Центральное Черноземье — регион, в котором широко представлены высокобонитетные почвы, но и потенциал развития процессов водной эрозии весьма значителен. В структуре пахотных земель ЦЧР к почвам той или иной сте-

пени эродированности относится 20,1 % площади, а в Белгородской области — 53,6 % [8]. Среднеголетний смыв почвы для пахотных земель Белгородчины оценивается величиной свыше 5 т/га. Лесные почвы занимают 33 % от той части территории Белгородской области, которую можно оценить как потенциальную площадь для формирования лесов, из них 36 % распаханно. Так как за последние 300 лет лесистость области существенно уменьшилась (до 3 раз), а распаханность земель, которые в разное время находились под лесом, увеличилась, это привело к тому, что процессам эрозионной трансформации подвержено 41 % агросерых почв.

Материалы и методы. Изучение особенностей агрогенной и эрозионной трансформации почв лесостепной зоны проведено на исследовательском полигоне площадью 11,45 км² у северной окраины г. Белгорода (рис. 1). В рельефе доминируют приводораздельные склоны с абсолютными высотами до 210 м. Среднегодовая температура воздуха составляет 6,6 °С, сумма атмосферных осадков — 553 мм. На этой территории имеются массивы коренных лесов и разновременные залежи. Реконструкция этапности землепользования за последние 200 лет была основана на следующих материалах: генеральный план Белгородского уезда 1785 г. (масштаб 1 верста в дюйме (в 1 см — 420 м)); военно-топографическая карта 1868—1875 гг. (3 версты в дюйме); архивный аэрофотоснимок г. Белгорода, 25.09.1941 г. (М 1:30 000); космические снимки Белгорода (Landsat TM 5, 1995—2010 гг.). Дешифрирование материалов ДЗЗ выполнено в программе ENVI 4.6. Синтез разновременных картографических материалов и данных аэрокосмического зондирования, а также оценку площадей угодий проводили в программном комплексе ArcGIS 9.3.

Для исследования почвенных образцов в ряду антропогенных трансформаций «лесные почвы — залежные почвы» использовали следующие методы: цвет — по шкале Манселла, гранулометрический состав — методом пипетки по Н. А. Качинскому, гумус — ме-

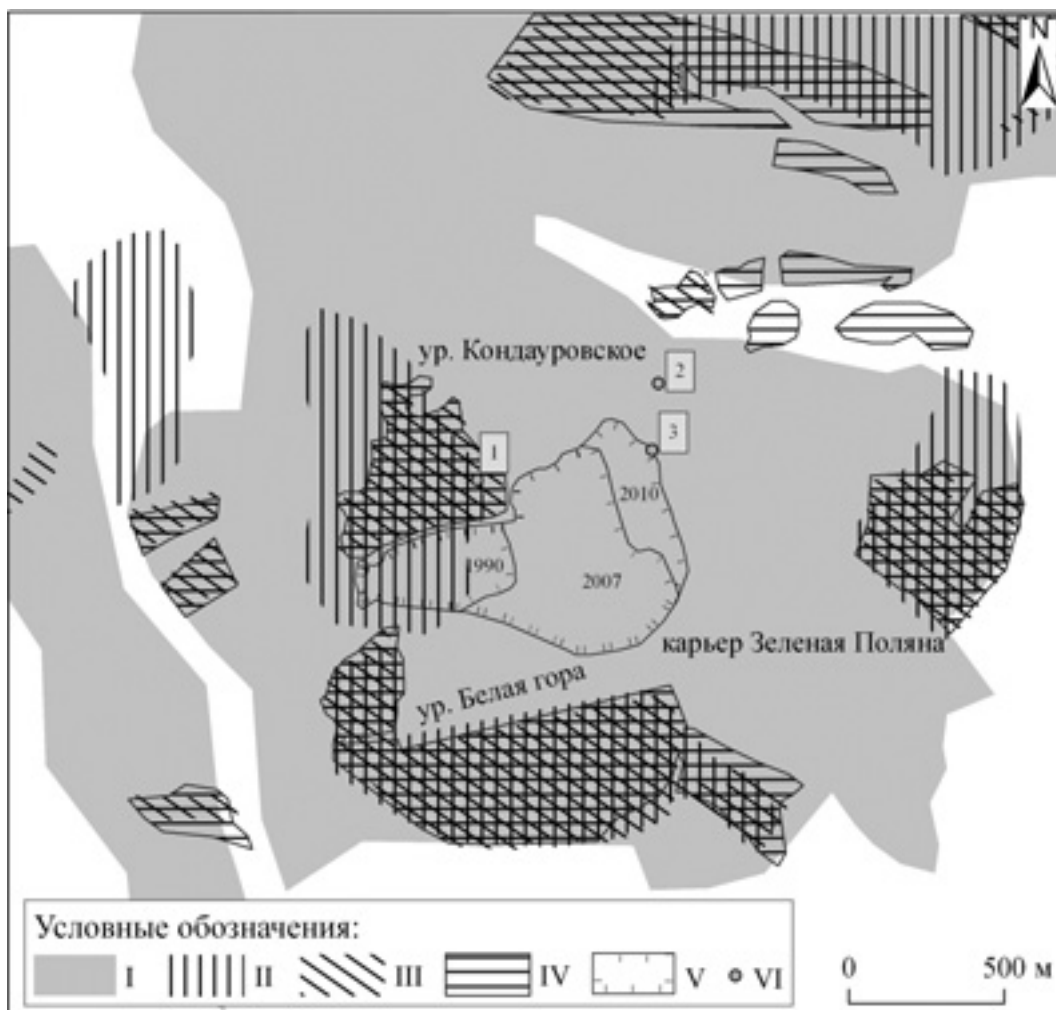


Рис. 1. Реконструкция динамики изменения лесистости на территории исследовательского полигона и места точек отбора почв:

I — леса, конец XVIII — начало XIX в.; II — леса, конец XIX — начало XX в.; III — леса, середина XX в.; IV — леса, начало XXI в.; V — границы мелового карьера; VI — точки отбора почвенных образцов

тодом Тюрина, валовой азот — по Кьельдалю, углекислоту карбонатов — ацидиметрическим методом. Общепринятыми методами определяли рН, гидролитическую кислотность (Нг).

Общее содержание элементов в почве определено по методике измерений массовой доли металлов и их оксидов в порошковых образцах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа на приборе «СПЕТРОСКАН-МАКС—GV». Коэффициент накопления микроэлементов определяли как среднее геометрическое значение отношений содержания каждого микроэлемента (Mn, Zn, Cu, Ti, Ni, Cr, V) в почве и почвообра-

зующей породе, а коэффициент элювирования (Кэ) в почвах рассчитывали по формуле: $Kэ = SiO_2 : (RO + R_2O)$.

Результаты и обсуждение. Для анализа изменений в землепользовании по каждому из четырех хронологических срезов были определены тематические слои для геоинформационного картографирования (табл. 1).

При интерпретации разновременных карт имеются определенные ограничения. Так, по карте первого этапа хозяйственного освоения (рубежа XVIII—XIX вв.) к прочим землям отнесены воды и балки, тип использования которых нельзя интерпретировать одно-

значно. По сравнению с предыдущими этапами наибольшей достоверностью отличаются данные на середину XX в. (путем дешифрирования аэрофотоснимка 1941 г.), чем можно объяснить сокращение на этом этапе доли «прочих земель» в пользу залежей. К началу XXI в. увеличение «прочих земель» произошло за счет образования промышленной зоны (мелового карьера «Зеленая поляна») и размещения нового городского кладбища.

По данным табл. 1, в конце XVIII — начале XIX века порядка 2/3 площади полигона занимали коренные дубовые леса, а распаханность земель составляла лишь 9 %. Селитебные территории того времени представляли собой земли сельских населенных пунктов (дер. Еченев колодезь и сл. Покровская), где под застройку было отведено не более 2 % площади поселений, остальные земли занимали огороды. В XIX в. территория претерпела коренные трансформации: площадь лесов снизилась с 2/3 до 1/6 площади, доля пашни возросла в 4,5 раза, расширились границы сельских поселений. К середине XX в. произошло уменьшение селитебных территорий, сократилась лесистость, а площадь распашки стала максимальной за весь исторический период освоения территории. Значительно увеличились типы землепользований залежного характера, в том числе, за счет трансформации пашни в пастбища и сенокосы. С 1941 по 2010 г. произошло второе коренное изменение территории (степень

трансформации более 70 %). Из-за расширения Белгорода к северу площадь селитебных территорий увеличилась на 24 %. Площадь прочих земель увеличилась до 1/3. В эту категорию вошло почти по одной трети селитебных, залежных и пахотных земель середины XX в.

В программном комплексе ArcGIS 9.3 была создана карта-схема динамики изменения лесистости на территории исследовательского полигона с конца XVIII в. по 2010 г. (см. рис. 1). На основе этой карты были определены три точки для изучения изменения почвенных свойств в ряду агрогенных трансформаций «лес — разновозрастные залежи».

Лес Кондауровского урочища (42-й квартал Белгородского лесничества) состоит из дуба нагорного высокоствольного. Средняя высота первого яруса 20 м, средний диаметр 22 см. Средний возраст леса оценивается в 60—65 лет. Место отбора почвенных образцов выбрано между двумя возрастными дубами, находящимися на расстоянии 110 см друг от друга. По диаметрам стволов и региональной их зависимости от возраста установлено, что возраст дубов оценивается в 107 и 112 лет соответственно. Зрелость почвенно-растительных условий, особенно для почв, подтверждается и данными рис. 1, по которому эта часть Кондауровского урочища, как минимум с конца XVIII в., не испытывала сплошных рубок. Почва, свойства которой использованы в качестве конт-

Таблица 1
Динамика площадей типов землепользований (%)
на исследовательском полигоне

Тип землепользования	Этапы антропогенных трансформаций ландшафтов			
	конец XVIII — начало XIX в.	конец XIX — начало XX в.	середина XX в.	начало XXI в.
Леса	64,77	17,15	9,83	13,12
Залежь, пастбища, сенокосы	10,25	10,40	30,77	26,15
Пашня	9,10	40,82	48,15	1,88
Селитебные территории	9,20	12,17	4,25	27,93
Прочие земли	6,68	19,46	7,00	30,92
Степень трансформации территории от предыдущего состояния, %	25—35	70	45	71

роля (т. 1), — это серая лесная тяжело-суглинистая или серая метаморфическая почва (по новой классификации почв России (2004 г.)).

Карьер «Зеленая поляна» расположен на приводораздельном склоне в правобережной части долины р. Северский Донец. Площадь месторождения составляет 100 га, разработка мела ведется с 1989 г. С этого времени под разработку месторождения проводили периодические отводы земель сельскохозяйственного назначения. По результатам дешифрования космических снимков 2005, 2007 и 2010 гг. карьер увеличивал свою площадь в эти годы от 10,5 до 36,4 га и 43,6 га соответственно. Это позволило определить время прекращения распашки участков, на которых расположены точки 3 и 2, и, соответственно, длительность залежного режима: 19 и 9 лет. Точки 2 и 3 находятся на расстоянии 214 м и в одном почвенном ареале (серой лесной тяжело-суглинистой почвы на лессовидном суглинке).

Под влиянием распашки (за 150—170 лет) содержание гумуса в пахотных почвах уменьшилось по сравнению с эталоном (почвой под лесом) в 2,8 раз, но в режиме залежи происходит его постепенное воспроизводство со скоро-

стью примерно 0,014 % в год (табл. 2). Кроме того, верхние горизонты постагrogenных почв в сравнении с аналогичным горизонтом лесной почвы отличаются коричневым оттенком, большей плотностью сложения, повышенной кислотностью почвенных растворов, меньшим содержанием полуторных оксидов.

По опорному почвенному разрезу (т. 3) установлено следующее морфологическое строение профиля: А1 — гумусово-аккумулятивный горизонт (0—30 ± 0,3 см); А2В — гумусово-иллювиальный (30—42 см); В1 — иллювиальный (42—71 см), до 67 см отмечены затеки органо-минеральных коллоидов; В2к — иллювиальный, карбонатный (71—118 см), бурное вскипание от соляной кислоты зафиксировано с 86 см; ВС — переходный горизонт к почвообразующей породе (118—140 см); ниже гор. С — лессовидный тяжелый суглинок. За время земледельческого использования этой агрозоны (судя по рис. 1, с первой половины XIX в. по 1995 г.) сформировались агросерые метаморфические почвы (по новой классификации почв России (2004 г.)).

Статистические параметры границ почвенных горизонтов рассчитаны по данным регистрограммы, полученной путем фиксации морфологического стро-

Таблица 2

Характеристика почвенных свойств верхнего гумусового горизонта

Показатели почвенных свойств	Тип землепользования		
	лес (т. 1)	залежь, 9 лет (т. 2)	залежь, 19 лет (т. 3)
Мощность гор. А, см	33	30	31
Цвет почвы (по Манселлу): сухой	10YR 4/1, темно-серый	10YR 4/2, темно-серовато-коричневый	10YR 4/2, темно-серовато-коричневый
влажной	10YR 2/2*	10YR 2/2*	10YR 2/2*
Объем. масса, г/см ³	0,96	1,40	1,27
Гумус, %	6,27	2,20	2,34
N, %	0,150	0,133	0,113
C:N	24	10	12
pH (KCl)	7,18	6,68	6,72
Гидролит. кислотность	0,68	1,10	1,40
SiO ₂ /R ₂ O ₃	4,77	5,07	5,32
(Fe ₂ O ₃ +MnO)/Al ₂ O ₃	0,50	0,47	0,44

* Очень темно-коричневый.

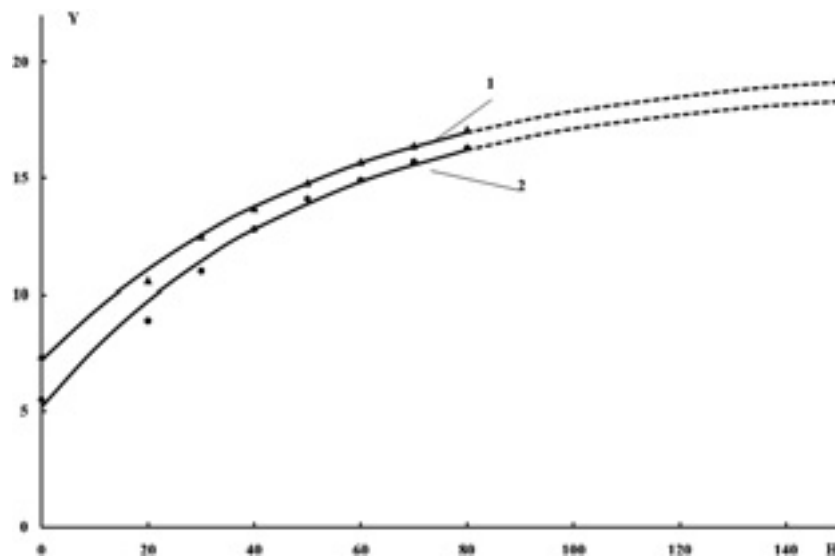


Рис. 2. Зависимости урожая ячменя (Y , ц/га) от мощности гумусового слоя (H , см):
1 — землевание на супесях; 2 — землевание на песках

ения почвы до глубины 2 м в траншее общей длиной 8 м (табл. 3).

Мощность плодородного слоя почвы — это определяющий фактор продуктивности земель. При эрозионном уменьшении мощности почвы с 61 до 10 см потенциальная способность сохранять запасы доступной растениям влаги снижается с 15,2 до 2,5 см, а потенциальная урожайность кукурузы и сои со 100 до 17 % [9]. Изученные агросерые метаморфические почвы имеют мощность гумусового горизонта 48 см, с глубины 50 см содержание гумуса составляет 0,40 % и постепенно снижается вниз по профилю. Анализ зависимости урожая зерновых культур от мощности моделируемого гумусового профиля (по данным [10]) показал, что

оптимальная мощность для темно-серых лесных почв и черноземов на песках составляет 50 см, а на супесях — 55—56 см (рис. 2).

Однако следует учитывать, что насыпная гумусированная толща в экспериментах не воспроизводит особенностей профильного распределения почвенного плодородия, особенно той его части, которая реализуется в урожае определенных культур. Уровень эффективного плодородия (по урожаю зерновых культур) в таких слоях почвенного профиля серых лесных почв как 20—40, 40—60 и 60—80 см снижается на 35, 44 и 69 % соответственно по отношению к слою 0—20 см [11]. Еще более резко эта закономерность отмечается для черноземов лесостепи (оподзоленных и выщелоченных).

При диагностике степени эродированности почв в качестве вспомогательного показателя часто используют окраску почв, которая важна и при дешифрировании аэрокосмических материалов. В данном случае рубеж перехода от 10YR 3/2 до 10YR 3/3 (от очень темно-серовато-коричневого до темно-желтовато-коричневого цвета по шкале Манселла) отмечен на глубине 26—27 см, а от 10YR 5/4 до 2,5Y 6/6 (от желтовато-коричневого до оливково-желтого цвета) на глубине 70—71 см (рис. 3).

Таблица 3
Статистика изменений мощности почвенных горизонтов

Статистические параметры	Генетические горизонты почв					
	A1	A2B	B1	B2к	BC	C
Среднее значение, см	35,9	11,8	39,0	30,9	21,8	61,3
Коэффициент вариации, %	34	46	40	35	49	23

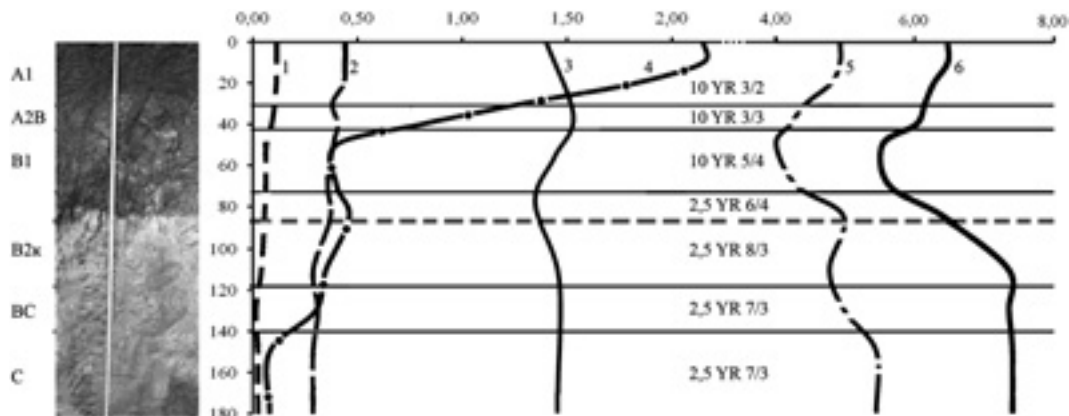


Рис. 3. Распределение почвенных характеристик по профилю: 1 — валовой азот; 2 — Fe_2O_3+MnO/Al_2O_3 ; 3 — объемная масса, $г/см^3$; 4 — гумус, %; 5 — SiO_2/R_2O_3 ; 6 — кислотность (pH_{KCl}); 10YR 3/2 — цвет по Манселлу

В гумусово-аккумулятивном горизонте по сравнению с материнской породой (из глубины 1,8 м) содержание физического песка (частиц $>0,01$ мм) меньше на 6,5 %, а физической глины (частиц $<0,01$ мм), напротив, больше на такую же величину. Наибольшая кислотность по профилю отмечена на глубине 50–70 см, выше величина pH колеблется от 6 до 6,5, а ниже 100 см — устанавливается на уровне 7,4. Максимум концентрации карбонатов наблюдается на глубине 110 см (содержание $CaCO_3$ равно 55 %), ниже (до 150 см) оно ниже — до 35–37 %.

В данном случае, глубину корнеобитаемого слоя можно определить до 110–118 см. Ниже в почвообразующей породе встречаются карбонатные новообразования, которые отчетливо проявляются на глубине от 130–135 см до 350 см, причем в слое 234–344 см эти стяжения наиболее крупные (диаметром 20 мм).

Замена понятия гумусированная часть профиля, как результата медленнотекущих ресурсоформирующих и средоформирующих процессов (по докучаевской концепции почвообразования) на солум, т. е. часть толщи земной коры, испытывающей влияние климата и растительности (*solum*), как это, например, принято в некоторых работах американских специалистов по оценке земель и эрозионному контролю, создает предпосылки для более расто-

чительного расходования почвенных ресурсов. Для модернизированного в Калифорнийском университете (США) индекса Стори [12] используют в качестве бонитировочных показателей почвенного профиля мощность органогенного горизонта и мощность профиля (*root-restricting layers*). Причем оценка эффективной глубины проникновения корней проводится в диапазоне от 25 до 200 см, а за эффективную глубину проникновения корней считают половину глубины полного проникновения корней (*University of Delaware, 2006*). Включение в расчетные формулы долговечности использования почв и определения допустимых норм эрозии вместо мощности гумусового горизонта всей мощности корнеобитаемого слоя [13] существенно завышает величину допустимых эрозионных потерь (до величины в 11 т/га в год) [14]. Это приводит к потребительскому, узкоутилитарному отношению к расходованию почвенных ресурсов и не учитывает губительных последствий, связанных со снижением возможностей почв выполнять экологические услуги.

Часто реализуемое для условий реального агроландшафта изучение различий физико-химических свойств почв разной степени смытости имеет определенные ограничения, что связано с невозможностью соблюдения принципа единственного различия: в пределах эрозионной катены изменяются по гра-

диенту не только свойства почв в связи с действием поверхностного смыва (отрыва частиц), но и за счет переотложения наносов, неоднородности структуры почвенного покрова, различий агротехнических условий и др. Поэтому нами были смоделированы «свежие» пахотные горизонты одинаковой мощности (22 см) путем отбора смешанных образцов из профиля опорного разреза (табл. 4): несмытая почва (0—22 см); слабосмытая почва (8—30 см); среднесмытая почва (20—42 см); сильносмытая почва (42—64 см) и слой мощностью 22 см почвообразующей породы (лессовидного суглинка (с глубины 160—182 см)).

По результатам натурального моделирования пахотных горизонтов почв с разной степенью эрозионной трансформации (табл. 4) можно оценить исходную (не маскируемую другими процессами) степень уменьшения содержания гумуса в пахотном горизонте для слабой, средней и сильной степени смытости агролесных почв от уровня несмытой почвы: 20, 34 и 75 % соответственно. Метаструктуризация почвенной массы пахотных горизонтов эродированных почв количественно проявляется в минимальной величине соотношения запасов углерода легкой фракции к углероду илистой фракции (в агролесных почвах оно составляет 0,3 против 0,6 в несмытых почвах) [15]. Это является одной из основных причин увеличения плотности сложения пахотных горизонтов почв эрозионно-активной зоны (в среднем на 11 % от исходной величины). По особенностям профильного распределения микроэле-

ментов (разная элювируемость горизонтов (см. Кэ в табл. 4)) можно прогнозировать закономерное снижение потенциальной обеспеченности микроэлементами (по R) на 4, 6 и 8 % в слабо-, средне- и сильносмытых агролесных почв соответственно в сравнении с несмытой почвой. В реальных агроландшафтных условиях эта закономерность может быть усилена за счет активизации геохимических процессов в пахотных горизонтах эродированных почв.

Заключение. Таким образом, в лесных почвах, находившихся 150 лет под воздействием земледельческого освоения, общая толща, которая в той или иной форме охвачена почвообразовательными процессами, имеет мощность 2 м. В постагрогенных почвах глубина корнеобитаемого слоя составляет 1,1—1,2 м. В изученных агролесных почвах оптимальная мощность, позволяющая рассматривать земельные ресурсы как средство производства в сельском хозяйстве, составляет не менее 50 см. При эрозионной трансформации агролесных почв даже потеря верхних 8 см (при формировании слабосмытой почвы) или 20 см (при формировании среднесмытой почвы) снижает гумусированность пахотного горизонта на 20 и 34 % соответственно. При этом реальные потери продуктивности (по урожаю зерновых культур) будут несколько ниже указанных величин, но они найдут отражение в дополнительных потерях эффективности агротехнологического блока систем земледелия. С эколого-биосферных позиций верхнюю часть почвенного

Таблица 4
Химические свойства почв в моделируемом ряду эрозионной трансформации

Смешанный образец из слоя, см	Гумус, %	N, %	C:N	CO ₂ , %	pH (KCl)	Hg	SiO ₂ :R ₂ O ₃	(Fe ₂ O ₃ + MnO):Al ₂ O ₃	Кэ	R
0—22	2,20	0,133	9,6	0	6,68	1,10	5,07	0,47	14,85	1,38
8—30	1,77	0,102	10,0	1,85	6,48	1,08	4,67	0,44	13,59	1,33
20—42	1,45	0,128	6,6	1,65	6,44	1,06	4,67	0,42	11,42	1,29
42—64	0,54	0,049	6,4	1,85	5,74	1,94	4,14	0,39	11,27	1,27
160—182	0,13	0,018	4,2	13,82	7,32	0,33	5,12	0,31	3,98	1

профиля мощностью 85—87 см можно признать буферным и защитным биогеоценоотическим экраном, обладающим целостной совокупностью разнообразных свойств, наличие которых позволяет почве выполнять экологические функции.

Работа выполнена по проекту «Проведение поисковых НИР по направлению «География и гидрология суши» (№ ГК П743) мероприятия 1.2.1 ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009—2013 гг.».

Библиографический список

1. Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям / Составитель Н. Б. Хитров. — М., 2002. — 364 с.
2. Никитин Е. Д., Скворцова Е. Б., Кочергин А. Н., Никитина О. Г., Иванов О. П., Сабодина Е. П., Воронцова Е. М. О развитии учения об экологических функциях почвенного покрова и других геосфер // Почвоведение. — 2010. — № 7. — С. 771—778.
3. Дергачева М. И. Экология почв: становление новой науки биосферного класса // Сибирский экологический журнал. — 2009. — № 2. С. 143—150.
4. Розанов Б. Г., Таргульян В. О., Орлов Д. С. Глобальные тенденции изменения почв и почвенного покрова // Почвоведение. — 1989. — № 5. — С. 5—18.
5. Лисецкий Ф. Н. Агрогенная эволюция почв сухостепной зоны под влиянием античного и современного этапов землепользования // Почвоведение. — 2008. — № 8. — С. 913—927.
6. Козловский Ф. И. Современные естественные и антропогенные процессы эволюции почв (на примере степной зоны). Автореф. дис. ... докт. геогр. н. — М., 1987. — 50 с.
7. Караваева Н. А. Агрогенные почвы: условия среды, свойства и процессы // Почвоведение. — 2005. — № 12. — С. 1518—1529.
8. Кочетов И. С., Лукин С. В., Лисецкий Ф. Н., Марциневская Л. В. Оценка энергетической эффективности адаптивно-ландшафтной системы земледелия в ЦЧР // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. — 2000. — № 6. — С. 21—23.
9. Лэнгдейл Дж., Лоуренс Р. Влияние эрозии почв на продуктивность агроэкосистем гумидных районов США // Сельскохозяйственные экосистемы. — М.: Агропромиздат, 1987. — С. 132—143.
10. Рекультивация почв, нарушенных промышленностью / Под общ. ред. А. М. Бурькина. — Воронеж: Центрально-Черноземное кн. изд-во, 1980. — 55 с.
11. Лисецкий Ф. Н. Профильное распределение плодородия в почвах Степи Украины и его изменение под влиянием эрозионных процессов // Почвоведение. — 1988. — № 4. — С. 68—76.
12. O'Geen A. T., Southard S. B., Southard R. J. A revised Storie index for use with digital soils information. University of California Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 8335. — 2008. — 10 p.
13. McCormack P. E., Young K. K. Technical and societal implications of soil loss tolerance // Soil conserv. probl. and prosp. proc. int. conf. — 1981. — P. 365—376.
14. Лисецкий Ф. Н. Определение допустимых эрозионных потерь почвы // Земледелие. — 1988. — № 4. — С. 62—64.
15. Артемьева Э. С. Органическое вещество и гранулометрическая система почвы. — М.: ГЕОС, 2010. — 240 с.