

## ПРОБЛЕМЫ ЭРОЗИОННОГО РАЗРУШЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ (НАУЧНЫЙ ОБЗОР)

Лисецкий Ф. Н.

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия (308015, г. Белгород, ул. Победы, 85), e-mail: liset@bsu.edu.ru*

Наукометрический анализ показал, что диалектическая взаимообусловленность процессов формирования и разрушения почвенных ресурсов находит адекватное отражение в приоритетах исследовательского поиска как за рубежом, так и в отечественной научной литературе. К настоящему времени сложилась самостоятельная междисциплинарная научная дисциплина – эрозиоведение, со своим предметом исследования (процесс водной эрозии, факторы его определяющие и результаты водно-эрозионного процесса), объектом исследования (эрозионная геосистема). Разработаны новые подходы к оценке воспроизводства почв, которые положены в основу нормирования эрозионных потерь и формирования концепций реабилитации земельного земледелия и ренатурации геосистем. Определены перспективные направления использования ГИС-технологий в эрозиоведении: информационно-справочное, мониторинг почв и земель, автоматизированное картографирование, пространственно-временной анализ и моделирование, создание систем поддержки принятия решений в планировании, проектировании и управлении. Интеграция ГИС-технологий с данными дистанционного зондирования формирует в эрозиоведении новые возможности, особенно по выявлению пространственно-временной динамики состояния почвенного покрова в условиях проявления эрозионных процессов и оценке степени развития линейных форм эрозии.

Ключевые слова: эрозиоведение, водная эрозия почв, эродированные почвы, скорость почвообразования, допустимые эрозионные потери, ландшафтное земледелие.

## ПРОБЛЕМЫ ЭРОЗИОННОГО РАЗРУШЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ (НАУЧНЫЙ ОБЗОР)

Lisetskii F. N.

*Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia (Pobeda 85, Belgorod, 308015), e-mail: liset@bsu.edu.ru*

The scientometric analysis has demonstrated that the dialectical interdependence of the formation and destruction processes of soil resources is adequately reflected in both national and international research priorities. Presently, an independent interdisciplinary scientific field, erosion science, with its subject (the process, factors and results of water erosion) and object of study (erosion geosystem) has emerged. New approaches to the assessment of soil reproduction were developed which form the basis of estimating the soil loss tolerance and the formation of the rehabilitation agriculture concepts as well as of the re-naturalisation of geosystems. Promising applications of GIS in erosion science have been identified: information and referencing, monitoring of soil and land, automated mapping, spatial-temporal analysis and modeling, the creation of decision support systems in planning and land management. Integration of GIS with the remote sensing data generates new opportunities in erosion science, particularly in identifying the spatial-temporal dynamics of eroding soils and the quantitative assessment of gully erosion.

Key words: erosion science, soil erosion, eroded soil, the rate of soil formation, erosion allowable loss, landscape agriculture.

Нормальная (геологическая) эрозия, наблюдаемая в условиях высокой почвозащитной эффективности растительного покрова (целина, лес и т.п.), как часть более широкого понятия – денудации, оценивается в ~ 0,05 мм/год. В агроландшафтах величина среднегодовых эрозионных потерь превышает темпы геологической эрозии на порядок, а при гидрометеорологических событиях редкой повторяемости возрастает до двух порядков. «Тихий кризис планеты», как образно называют проявление эрозионных процессов, постепенно из разряда угрозы для эффективного хозяйствования на земле перерастает в глобальную экологическую

проблему [21]. Осознание уникальности почвы как незаменимого компонента биосферы и трудно возобновимого ресурса, от состояния которого зависит устойчивость земледелия, а также оценка экосистемной функции почвенного покрова как буферного и защитного биогеоценотического экрана (биогеомембраны), приводит к переосмыслению представлений о процессе водной эрозии почв и ее последствий для развития мировой цивилизации. Процессы, формирующие и разрушающие почву, проходят одновременно и, соответственно, глубина нашего понимания их функционирования должна быть соразмерной.

В качестве индикаторов современного состояния научного обеспечения этих проблем могут быть использованы наукометрические методы. Так, поиск словосочетания «soil erosion» в названиях статей, ключевых словах, аннотациях по специализированной базе (<http://www.scopus.com>) выявил, что за 2000–2011 гг. зарегистрировано 11785 документов в журналах (статьи, обзоры и др.), из которых 90 % составляют оригинальные научные статьи. С 2007 г. их количество не опускается ниже 1 тыс. в год. Страны-лидеры по публикационной активности в указанной предметной области – США (27 %) и КНР (16 %). А Россия со 163 статьями занимает 15-е место в мире. Системное представление о методологических, методических и прикладных подходах к изучению эрозии почв как процесса, ее последствий как для хозяйственной деятельности, так и для окружающей среды, и разработки способов противозерозионной защиты дают обобщающие работы эрозиоведов [34, 11, 24, 5, 2, 21 и др.].

По другой научной проблеме «почвообразование (soil formation)» количество оригинальных научных статей несколько уступает предыдущей, но соизмеримо – 8940. Результаты расширенного поиска в русскоязычном сегменте Академии Google (Google Scholar) показали, что за указанный выше 12-летний период опубликовано 897 статей, в которых встречается точное словосочетание «эрозия почв», и 823 статьи со словом «почвообразование». Таким образом, диалектическая взаимообусловленность процессов формирования и разрушения почвенных ресурсов находит адекватное отражение в структуре научного поиска. Однако следует иметь в виду, что изучение многообразных процессов почвообразования не всегда имеет прямое отношение к воспроизводству ресурсов почвенного плодородия, а эрозия почв хотя и доминирующий, но не единственный процесс почвенных деградаций. Используя триаду «элементарные почвенные процессы – деградация – эколого-биосферные функции почв», предложено [9] выделять 40 видов деградаций, которые объединены в пять типов: химических (10 видов), физических (8), биологических (8), профильных (10), географических и общебиосферных. Профильные деградации по существу являются необратимыми: идет контрэволюция почвы, порой достаточно быстрый возврат к первоначальному состоянию материнской породы, уничтожению генетических горизонтов.

Ресурсный аспект эрозиоведения, обоснованный Г. И. Швобсом [34], позволил разработать оптимизационную модель рационального использования почвенных ресурсов, нацеленную на долговременное управление почвенным плодородием. Ключевое понятие в этих разработках – бонитет почв. В эрозионно опасных районах бонитет почв целесообразно рассчитывать с учетом эпюры распределения диагностических признаков почвенного плодородия, имеющих специфические особенности профильного распределения в зависимости от степени эродированности [14, 13]. Перспективна интеграция подходов по оценке профильного распределения ресурсов почвенного плодородия и пространственных закономерностей их распределения, в частности, с помощью концепции структуры почвенного покрова (СПП). Установлена высокая скорость трансформации профиля черноземов при современном почвообразовании, обусловленная дифференциацией СПП [32]. На основе статистического анализа фактических данных по влиянию степени эродированности почвы на урожайность основных сельскохозяйственных культур определена зависимость ее снижения от уменьшения запасов гумуса в слое почвы 0–50 см [30]. Однако, используя информацию о морфологическом строении профиля эродированных почв, можно получить поправочные коэффициенты к бонитету почв без проведения многолетних учетов урожайности. На основе опытных данных [14] показана возможность прогноза степени снижения урожайности в результате проявления эрозии по данным о профильном распределении почвенного плодородия.

Воспроизводство почв – непрерывный процесс формирования и/или прогрессивного развития новообразованных (рецентных) почвенных свойств, в том числе ресурсов почвенного плодородия, под влиянием факторов почвообразования [12, 39]. Обоснована перспективность поиска природосообразных решений экологических проблем, и в этой связи очевидна практическая значимость проведенных исследований «природной технологии» воспроизводства почв [4]. Разработка структуры и обоснование объектов Красных книг почв как России, так и отдельных ее регионов, сопряжены с выделением эталонных природных территорий и сохранением наиболее типичных из них в системе ООПТ. Включение в структуру Красных книг почв их дневных хронорядов [25], детальное изучение таких серий и сопоставление с полноголоценовыми географическими аналогами позволяет обосновать региональные нормативы воспроизводства почв для программ экологической реставрации нарушенных земель. Основным тактическим подходом к осуществлению стратегии ренатурирования для разрушенных эрозией земель является *консервация* земель, т. е. временное или постоянное исключение их из хозяйственного использования с целью экологической реабилитации и воспроизводства почвенного плодородия. Для склоновых земель, подверженных эрозии, стратегия реабилитационного земледелия реализуется в *расширенном воспроизводстве почв*, которое в отличие от *простого воспроизводства* подразумевает устойчивое улучшение почвенных

свойств. С этой целью перспективно применение автоматизированных систем контроля и управления гумусным состоянием почв эрозионно опасных территорий [33]. Результаты исследований регенерационных процессов в антропогенно нарушенных геосистемах стали обоснованием концепции ренатурации геосистем [1, 4].

Земельно-оценочные работы в современном понимании помимо основной целевой функции (определении кадастровой, рыночной стоимости земельного участка) должны более широко учитывать средоформирующие функции почвенного покрова. К примеру, при расчете кадастровой оценки городских земель мало учитываются почвенные характеристики территории, которые будут становиться все более востребованными при активном развитии индивидуального жилищного строительства [18].

Среднегодовалые оценки процессов формирования и разрушения почвенных ресурсов имеют в большей степени теоретическое значение, чем практическое. Во времени и процессы поверхностного смыва, и линейного размыва после фаз геоморфологического «затишья» сменяются периодами активизации. В однотипном геоморфологическом районе густота овражной сети может колебаться от очень низкой (менее  $0,1 \text{ км/км}^2$ ) до значительной (более  $0,5 \text{ км/км}^2$ ) [3]. Пульсационный характер активности овражной эрозии связан с климатом и это, естественно, находит отражение в расходах воды постоянных водных потоков. Анализ 34-летних непрерывных стационарных наблюдений за приростом оврагов и данных климатических условий в бассейне Волги [29] показал, что связь динамики овражной эрозии с интенсивностью поверхностного стока отчетливо проявляется как отношение максимального расхода весеннего половодья к норме стока ближайшей малой реки ( $\eta=0.765$ ). Причем среднегодовые скорости прироста оврагов изменялись от 0,05 до 6,8 м/год [29].

Контролирующий почвообразование климатический фактор, выраженный через энергетические затраты на почвообразование, на внутривековом уровне хроноорганизации процесса также периодичен и выражается через 10–11, 22–23, 38–40 и 56–58-летние ритмы [6]. Поэтому при моделировании процессов формирования и разрушения почвенных ресурсов очень востребованы вероятностные методы.

Исходя из необходимости соразмерной степени понимания процессов почвенной эрозии и почвообразования, в начале 80-х гг. XX в. была поставлена задача получить эмпирически обоснованные оценки скорости природного и антропогенного почвообразования с выходом на математическое описание этих процессов. Это в значительной мере предвосхитило формирование в мировом почвоведении последних 30 лет нового направления – эволюционного почвоведения. По результатам многолетних исследований почв на датированных поверхностях получены оценки скорости формирования гумусового горизонта для дерново-подзолистых почв [38], черноземных почв лесостепной зоны [39] и черноземов южных, тем-

но-каштановых почв [16, 37]. На основе этих данных установлено (рис.), что даже в условиях ренатурации скорости воспроизводства эродированных почв, потерявших до 30, 50 и 75 % своей первоначальной мощности, могут компенсировать лишь величину незначительного смыва (до 0,25 мм/год) в степи и слабого смыва (до 0,5 мм/год) в лесостепи.

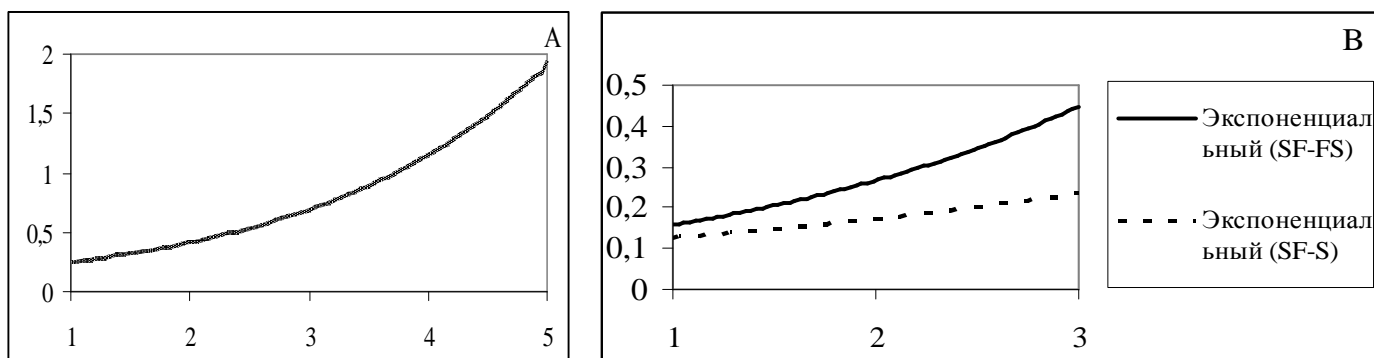


Рис. Изменение интенсивности водно-эрозионных потерь почвы по пяти градациям от 0,25 до 2 мм/год – А; потенциальные среднегодовые скорости формирования гумусового горизонта почв лесостепи (SF-FS) и степи (SF-S), мм/год – В

Определенными проблемами с вовлечением оценок скорости природного почвообразования в расчеты допустимых эрозионных потерь почвы (ДЭПП) и установлением их соответствия с культурным почвообразованием можно объяснить предложение вообще отказаться от интерпретаций изменений скорости почвообразования в агроландшафтах, сосредоточившись на описании особенностей антропогенного почвообразования [15]. ДЭПП определяют в зависимости от продуктивности почв, эрозионных потерь и риска развития овражной эрозии [36]. Предложена [27] двухступенчатая система нормативов допустимых потерь почвы: для замыкающих створов полевых севооборотных площадей и водосбора в целом.

Одним из наиболее эффективных подходов к почвоводоохранному обустройству агроландшафтов признана контурная организация территории, основанная на инженерном расчете интенсивности эрозионного процесса [41] и формировании микрорайонов преимущественно по высотному положению выделяемого проектного контура (рабочего участка). Такой принцип может обеспечить снижение интенсивности водно-эрозионного процесса, но он не обеспечивает экологическую однородность выделяемых рабочих участков, их увязку со свойствами генотипов сельскохозяйственных культур при производственном возделывании, однородность технологии их выращивания. Эти недостатки устраняются при совмещении концепций контурной и ландшафтной организации территории [7, 8, 10, 20 и др.].

Исследование свойств эродированных почв в пределах оросительных систем [23], упорядочение параметров оценки плодородия почв мелиоративных систем в виде специализированных баз данных [19], оценка продуктивности склоновых почв при оптимальном их увлажнении в модельных экспериментах [17] показали принципиальную возможность применения бесстоко-

вой оросительной мелиорации в степной зоне как одного из почвовосстанавливающих приемов. За счет устранения действия лимитирующего фактора (в данном случае, увлажнения) удастся значительно повысить климатически обусловленные энергетические затраты на почвообразование и, соответственно, энергопотенциал агроландшафта [26]. Использование орошения как почвовосстанавливающего приема в системе контурной организации территории должно основываться на разработке дифференцированных проливных норм, которые учитывают микрозональные различия склоновых земель, а также величины суммарного водопотребления планируемых сельскохозяйственных культур, обладающих экологической адаптивностью к условиям ландшафтных полос и соответствующим мелиоративным эффектом [17, 22].

Исключительно быстрое развитие в 90-х гг. XX в. геоинформационных систем (ГИС) создало предпосылки для их внедрения в эрозиоведение, а в настоящее время пространственное ГИС-моделирование водной эрозии является приоритетным направлением в эрозионной тематике [31]. При проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия с помощью геоинформационных систем открываются новые возможности для наиболее полного представления о геоморфологических предпосылках развития эрозии и влияния на нее агроэкологической неоднородности в ландшафтах [28].

Использование цифровых почвенных карт в ГИС уже перестало быть только лишь дополнением к анализу рельефа в виде одного из дополняющих тематических слоев. Для выявления закономерного характера отражения почвой других компонентов природной среды используются разнообразные методы, такие как генерализованные линейные модели, классификации и кластеры, геостатистика, нейронные сети и нечеткие множества [40]. Одной из проблем, без решения которой невозможно пространственное моделирование водной эрозии, является разработка адекватных технологий построения гидрологически корректных цифровых моделей рельефа [21]. Наряду с поверхностным смывом большое значение для полного понимания эрозионных процессов имеет исследовательское внимание к таким объектам, как межручейковые площади, ручейки, эфемерные размывы, прудки, элементарные водосборы [35].

Перспективные направления использования ГИС-технологий в эрозиоведении охватывают широкий спектр их функций: информационно-справочную, мониторинга, автоматизированного картографирования, пространственно-временного анализа и моделирования, создания пространственных систем поддержки принятия решений в планировании, проектировании и управлении. Особо перспективным представляется использование потенциала пространственно-временного анализа и моделирования. Интеграция ГИС-технологий с данными дистанционного зондирования формирует в эрозиоведении новые возможности, особенно по выявлению пространственно-временной динамики состояния почвенного покрова в условиях проявления эрозионных процессов и оценке степени развития линейных форм эрозии.

Таким образом, к настоящему времени сложилась самостоятельная научная дисциплина – эрозиоведение, объектом исследования которой является эрозионная геосистема – природно-хозяйственная парагенетическая система, выделяемая на основе однотипности и однонаправленности функционирования водно-наносного потока. Предметом исследования эрозиоведения выступает как сам процесс водной эрозии, закономерности его формирования и протекания, так и факторы его определяющие (рельеф, климат, почвы, растительный покров, хозяйственная деятельность человека), а также результаты водно-эрозионного процесса, в частности, эродированные почвы, а также принципы, методы и технологии оптимизации использования эрозионно опасных земель [21]. Такое определение предмета исследования одновременно отражает и междисциплинарную, и интегративную суть эрозиоведения.

### Список литературы

1. Географические исследования почв и ландшафтов для обеспечения рационального природопользования / под ред. Ф. Н. Лисецкого. – Белгород, 2008. – 196 с.
2. География овражной эрозии / под ред. Е. Ф. Зориной. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 324 с.
3. Германюк Д. Д., Лисецкий Ф. Н., Сыродоев Г. Н. Овраги Кахульской равнины // Buletin Științific al Muzeului Național de Etnografie și Istorie Naturală a Moldovei. Revistă de Etnografie, Științe ale Naturii și Muzeologie. Serie nouă. – Volumul 6(19). – Științele naturii. – 2007. – P. 176-181.
4. Голеусов П. В. Самоорганизация и экологическая реабилитация антропогенно нарушенных геосистем в районах интенсивного использования земель: автореф. дис... д-ра геогр. наук. – Белгород, 2012. – 43 с.
5. Голосов В. Н. Эрозионно-аккумулятивные процессы в речных бассейнах освоенных равнин. – М.: Геос, 2006. – 296 с.
6. Дендроклиматические исследования условий произрастания сосны крымской или Палласа – *Pinus Pallasiana* D.Don, в Предгорном Крыму / Ергина Е. И., Лисецкий Ф. Н., Акулов В. В., Репецкая А. И., Новикова Ю. А. // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «География». – 2012. – Т. 25(64). – № 2. – С. 60-68.
7. Концепция формирования высокопродуктивных экологически устойчивых агроландшафтов и совершенствования систем земледелия на ландшафтной основе / Каштанов А. Н., Щербачев А. П., ... Лисецкий Ф. Н. и др. – Курск, 1992. – 139 с.
8. Кравцов С. В., Лисецкий Ф. Н., Марциневская Л. В. Эффективность эколого-ландшафтных систем земледелия в решении почвоохранных задач // Ecology-2006: scientific

articles 15th international symposium, Sunny Beach, Bulgaria, 5-9 June 2006 y. – Bulgaria, 2006. – Part 1. – P. 79-92.

9. Крупеников И. А. Черноземы. Возникновение, совершенство, трагедия деградации, пути охраны и возрождения. – Chişinău: Pontos, 2008. – 288 с.

10. Ландшафтное земледелие. Часть 1. Концепция формирования высокопродуктивных экологически устойчивых агроландшафтов и совершенствования систем земледелия на ландшафтной основе / Каштанов А. Н., Щербаков А. П., ... Лисецкий Ф. Н. и др. – Курск / РАСХН, ВНИИЗиЗПЭ, 1993. – 100 с.

11. Ларионов Г. А. Эрозия и дефляция почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993. – 200 с.

12. Лисецкий Ф. Н. Відтворення родючості ґрунтів // Земля і люди України. – 1995. – № 5. – С. 29.

13. Лисецкий Ф. Н. Оптимизация использования земельных ресурсов для эрозионно опасных территорий Причерноморья УССР: автореферат дисс... канд. геогр. наук / Одесский государственный университет им. И. И. Мечникова. – Одесса, 1984. – 19 с.

14. Лисецкий Ф. Н. Оценка качества земельных ресурсов для рационального использования эрозионно опасных территорий // Физическая география и геоморфология. – Киев: Вища школа, 1983. – № 30. – С. 83-90.

15. Лисецкий Ф. Н. Эрозия почв и пространственно-временное моделирование формирования гумусового горизонта почв // Эрозионные и русловые процессы / под ред. Р. С. Чалова. – М.: МГУ, 2000. – Вып. 3. – С. 47-51.

16. Лисецкий Ф. Н., Ергина Е. И. Развитие почв Крымского полуострова в позднем голоцене // Почвоведение. – 2010. – № 6. – С. 643-657 [Eurasian Soil Science. 43 (6), 601-613 (2010)].

17. Лисецкий Ф. Н., Ковтун В. Д. Ландшафтное обоснование оросительной мелиорация эродированных почв при контурной организации территории // Физическая география и геоморфология. – 1987. – № 34. – С. 56-64.

18. Лисецкий Ф. Н., Кухарук Н. С., Нечипуренко А. А. Современное состояние оценки стоимости земель в российских и украинских условиях // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2009. – № 9. – С. 28-33.

19. Лисецкий Ф. Н., Пичура В. И. База данных «Оценка плодородия почв мелиоративных систем». Свидетельство о государственной регистрации баз данных № 2012620174 от 10.02.2012 г. // Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем. – 2012. – № 2(79). – С. 805.

20. Лисецкий Ф. Н., Польшина М. А. Экологические основы землепользования и землеустройства. – Белгород: Белгородский гос. ун-т, 2009. – 39 с.



21. Лисецкий Ф. Н., Светличный А. А., Черный С. Г. Современные проблемы эрозиоведения / под ред. А. А. Светличного. – Белгород: Константа, 2012. – 456 с.
22. Лисецкий Ф. Н., Черный С. Г. Почвозащитная и почвосстанавливающая эффективность оросительной мелиорации // Вісник аграрної науки. – 1993. – № 11. – С. 58-63.
23. Лисецкий Ф. М., Чорний С. Г. Фізичні властивості схилувих ґрунтів Інгулецької зрошувальної системи // Зрошуване землеробство. – Київ: Урожай, 1995. – № 40. – С. 15-17.
24. Литвин Л. Ф. География эрозии почв сельскохозяйственных земель России. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. – 255 с.
25. Новых Л. Л., Лисецкий Ф. Н. Введение в «Красную книгу почв» Белгородской области // Практические работы школьников по экологии. Ч.4. Красная книга Белгородской области и земли Северный Рейн-Вестфалия. – Белгород: Изд-во БелГУ, 1999. – С. 45-51.
26. Оценка энергопотенциала агроландшафта : свидетельство № 2011620307 о гос. регистрации базы данных / Ф. Н. Лисецкий, А. Г. Нарожняя, А. И. Машарова; правообладатель ГОУ ВПО Белгородский государственный университет (БелГУ). – № 2011620147; заявл. 01.03.2011; опубл. 25.04.2011.
27. Предельно допустимый уровень эрозии бурых лесных почв Северо-Западного Кавказа в условиях интенсивного земледелия / Штомпель Ю. А., Лисецкий Ф. Н., Сухановский Ю. П., Стрельникова А. В. // Почвоведение. – 1998. – № 2. – С. 200-206 [Eurasian Soil Science. 31 (2), 185-190 (1998)].
28. Применение геоинформационных систем для агроэкологической оценки земель при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия / Смирнова Л. Г., Нарожняя А. Г., Кривоконь Ю. Л., Петрякова А. А. // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 11. – С. 11-14.
29. Рысин И. И., Григорьев И. И. О роли климатических факторов в развитии овражной эрозии в Удмуртии // Двадцать седьмое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов: Доклады и краткие сообщения. – Ижевск, 2012. – С. 50-60.
30. Санжарова С. И., Сухановский Ю. П., Прущик А. В. Статистический анализ влияния эродированности почвы на урожайность сельскохозяйственных культур // Плодородие. – 2009. – № 5. – С. 39-40.
31. Светличный А. А., Черный С. Г., Лисецкий Ф. Н. Проблема эрозии почв в научном наследии Г. И. Швевса и основные направления его развития // Вестник Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина. – 2009. – № 849. – С. 8-15.

32. Сковпень А. Н., Калиниченко В. П. Многолетняя динамика свойств черноземов обыкновенных в условиях орошения // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2006. – № S11. – С. 94-100.
33. Черный С. Г., Лисецкий Ф. Н. Автоматизированная система контроля и управления гумусным состоянием почв эрозионно опасных территорий. Информ. листок / УкрНТИ, Херсонский ЦНТЭИ; № 54. – Херсон: ЦНТЭИ, 1992. – 4 с.
34. Швевс Г. И. Теоретические основы эрозиоведения. – Киев; Одесса: Вища школа, 1981. – 223 с.
35. Foster G. R. Soil erosion on agricultural land // Process based modelling of soil erosion by water on agricultural land. – 1990. – P. 429-445.
36. Li Lan, Zhou Zhonghao, Liu Gangcai. The present situation and some thoughts of soil loss tolerance study // Advances in Earth Science. – 2005. – Vol. 20(10). – P. 1127-1134.
37. Lisetskii F. N. Soil reproduction in steppe ecosystems of different ages // Contemporary problems of ecology. – 2012. – Vol. 5. – № 6. – P. 580-588.
38. Lisetskii F. N., Goleusov P. V. Resoiling on anthropogenically disturbed surfaces in the southern taiga subzone // Geography and Natural Resources. – 2011. – Vol. 32. – № 1. – P. 28-33.
39. Lisetskii F. N., Goleusov P. V. Restoration of agricultural lands affected by erosional degradation // Russian Agricultural Sciences. – 2012. – Vol. 38. – № 3. – P. 222-225.
40. McBratney A. B., Mendonça Santos M. L., Minasny B. On digital soil mapping // Geoderma. – 2003. – Vol. 117. – № 1-2. – P. 3-52.
41. Regulation of soil erosion intensity in conditions of contour agriculture / Lisetskii F. N., Smirnova L. G., Chepelev O. A., Shaydurova A. G. // Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Symposium on River Sedimentation. August 1–4, Moscow, Russia. Moscow, 2007. – Vol. VI. – P. 185-191.

**Рецензенты:**

Соловиченко В. Д., доктор сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией Белгородского НИИ сельского хозяйства (Россельхозакадемия), г. Белгород.

Чернявских В. И., доктор сельскохозяйственных наук, зам. директора Ботанического сада Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород.