

КАПИТАЛЬНЫЙ ТРУД О ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМАХ ЭРОЗИОВЕДЕНИЯ¹

*Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва;
makkaveev-lab@yandex.ru*

В научном сообществе все больше утверждается сознание, что эрозия почв – важнейший фактор экологической опасности. Количество публикаций по этой проблеме стремительно растет во всем мире. В отечестве и за рубежом разрабатываются все новые и новые математические модели эрозионных процессов, углубляются знания о физике смыва почв, применяются принципиально новые почвозащитные мероприятия. Ориентироваться в этом море информации становится все труднее и труднее, и поэтому выход в свет монографии “Современные проблемы эрозиоведения”, авторы которой – последователи эрозиоведческой школы Г.И. Швебса, ведущие специалисты России и Украины – Ф.Н. Лисецкий, А.А. Светличный и С.Г. Черный, является своевременным и актуальным. Монографию отличает необыкновенно широкий охват проблемы – ничего подобного прежде не издавалось.

Первая глава монографии открывается описанием места и роли эрозии почв в глобальной экосистеме и ее социальных и экономических последствиях. Приводятся сведения о масштабах распространения водной эрозии в мире. Затем рассматриваются вопросы дефиниции и классификации водной эрозии. Следует заметить, что авторы под термином “эрозия” понимают только разрушение почвы под воздействием дождевых осадков и склоновых потоков, признавая этот процесс составной частью эрозионно-аккумулятивного процесса. Используемая авторами классификация процессов эрозии в целом достаточно традиционна, однако количество видов проявления эрозии излишне увеличено. Так предлагается различать “поверхностно-мелкоструйчатый смыв”, “струйчатый размыв” и “ливневой струйчатый размыв”; а также “одноступенчатый овражный размыв” и “многоступенчатый овражный размыв”. К проявлениям водной эрозии почв отнесены “связный селевой процесс”, “несвязный селевой процесс” и, кроме того, “пойменно-русловой процесс”. Конечно, последние – это, безусловно, различные проявления эрозии, но отнесение их к явлениям почвенной эрозии едва ли возможно.

Глава завершается описанием последствий почвенной эрозии, главным из которых названа дегумификация почв. Эрозией поражаются в первую очередь верхние, наиболее гумусированные почвенные горизонты, но значительные потери органического вещества связаны с так называемым выпахиванием почвы – ускоренным разрушением гумусовых веществ в результате многочисленных ее рыхлений. Ссылки на это обстоятельство в монографии отсутствуют. В карбонатизации почв с богатыми кальцием иллювиальными горизонтами авторы видят не только отрицательные моменты, но и некоторые положительные стороны, в частности, предупреждение проявления гидролитической кислотности. Достаточно аргументировано показана деградация почвенной биоты на эродированных почвах. Упомянуто отрицательное влияние эрозии на плодородие почвы и состояние гидрографической сети.

Вторая глава начинается с изложения катенарного подхода к изучению почвенного покрова на склоновых землях, что представляет большой интерес для решения вопроса эталонной мощности гумусовых горизонтов и, соответственно, для определения степени эродированности пахотных земель. Результаты авторских исследований почв на искусственных земляных сооружениях с известным абс. возрастом были использованы для оценки влияния рельефа на мощность почвенного покрова. Оказалось, что рельефные функции, описывающие влияние длины и уклона склона на смыв почвы, также могут использоваться для описания роста мощности почвенного покрова на склонах. Далее, с использованием энергетического подхода к почвообразованию В.Р. Волобуева разработана методика расчетного определения исходной (до начала земледельческого использования) мощности перегнойно-аккумулятивного горизонта. Так была решена проблема почвенного эталона, без которого невозможно объективное определение степени эродированности почв на склоновых землях.

Значительное место в этой главе уделено оценке снижения плодородия эродированных почв, проводимой по результатам полевых экспериментов и вегетационных опытов. Ни тот ни

¹ Лисецкий Ф.Н., Светличный А.А., Черный С.Г. Современные проблемы эрозиоведения. Белгород: Константа, 2012. 456 с.

другой подход, конечно, не дают абсолютной оценки, как справедливо полагают авторы, но сочетание этих методов позволяет достаточно точно определить снижение урожайности различных полевых культур на почвах различной степени смытости.

В третьей главе рассматриваются вопросы методологии и методики исследования водной эрозии. Открывается эта глава анализом ландшафтного подхода в эрозиоведении, с которого начинались и которым долгое время обосновывались эрозионные исследования в России. На этой же основе проектировались противоэрозионные мероприятия. В связи с отсутствием количественных оценок интенсивности эрозии выделение в натуре ландшафтных полос проводилось достаточно субъективно, отчего и адекватность противоэрозионных комплексов была недостаточной. Для устранения этого недостатка предлагается выделять ландшафтные полосы, используя комплексные показатели, включающие запас почвенного ресурса и темпы эрозии. Приведены примеры использования для этих целей ГИС-технологий.

Более перспективными для оценки эрозионной опасности и проектирования противоэрозионных мер авторам представляются методы моделирования. Открывается этот раздел определением понятия “модель”, перечислением их разновидностей и принципиальными требованиями к ним. Достаточно подробно рассматривается физическое моделирование с развернутым изложением моделирования на примере искусственного дождевания. Наиболее распространено в эрозиоведении математическое моделирование – подавляющая часть эрозионных моделей относится к этому классу. Упоминается также имитационное моделирование как разновидность математического, реализуемого на базе возможностей ЭВМ. В этой же главе приводятся сведения об использовании геоинформационных технологий и методов дистанционного зондирования в эрозиоведении.

Четвертая (центральная) глава посвящена обзору и классификации моделей эрозии. К формально-статистическим моделям отнесены уравнения А. Цинга, В.С. Федотова и Д.Д. Германюка и некоторые другие, описывающие смыв как функцию длины и крутизны склона. В деталях рассмотрена модель, разработанная в Украинском институте защиты почв от эрозии. Приведены таблицы значений основных факторов этого уравнения. Физико-статистические модели рассматриваются на примере универсального уравнения эрозии почв (USLE), логико-математической модели смыва почвы, модели Г.П. Сурмача, модели эрозии ГГИ. Эти модели описаны достаточно полно и сопровождаются таблицами ведущих факторов эрозии. К концептуальным моделям эрозии отнесены формула И.К. Срибного и модели, разработанные во ВНИИЗ под руководством Ю.П. Сухановского. Глава завершается описанием теоретических моделей эрозии, которые рассматриваются на примере гидромеханической модели, предложенной Ц.Е. Мирпхулаевой. К этой группе отнесены также зарубежные модели WEPP, LISEM, EUROSEM, RUNTOX и другие.

В пятой главе большое внимание уделено совершенствованию эмпирических моделей эрозии, поскольку теоретические (физически обоснованные) модели сильно уступают им в плане практического использования при проектировании почвозащитных мер и количественной оценке эрозионноопасных земель. Особо рассматривается проблема оценки влияния длины склона на смыв почвы. На основании натурных и экспериментальных данных авторы показали, что традиционное представление фактора длины склона в виде степенной функции с постоянным показателем степени не отвечает фактическому распределению смыва по склону. Начиная с некоторого расстояния от водораздела, смыв начинает уменьшаться и нередко сменяется аккумуляцией, а затем вновь увеличивается. В связи с этим авторами предложена многочленная зависимость для описания распределения смыва по склону. С использованием этой зависимости усовершенствована логико-математическая модель смыва почвы Г.И. Швобса, и предусмотрена возможность использования ГИС-технологий для ее оценки.

Основное содержание шестой главы – методика определения факторов эрозии и проблемы, с ней связанные. Она открывается описанием пространственно-временных изменений гидрометеорологического фактора ливневой эрозии ($K_{ГМ}$). Значительное место уделено и методическим вопросам его исчисления на примере юга Украины, в частности, использованию пространственно-временных рядов для более надежного определения нормы $K_{ГМ}$. Приводятся результаты оценки влияния глобального потепления на количество дождевых осадков и их интенсивность, и, как следствие, на величину $K_{ГМ}$. Сравнительно небольшое увеличение общего количества дождевых осадков (на 10–20%) может привести к росту их эрозионного потенциала на 40–60%, так как одновременно значительно увеличится интенсивность дождей. Другим важным фактором эрозии является противоэрозионная стойкость почв. Авторы приводят восемь различных параметров, используемых в различных моделях эрозии для характеристики противоэрозионной стойкости. В табличной форме даны величины относительной смываемости почв (характеристика податливости почв эрозии в логико-математической модели смыва) для основных почв Украины. Большой интерес представляет подход к оценке противоэрозионной устойчивости почв по их свойствам и характеристикам, а также способы пересчета противоэрозионной стойкости из одной модели в другие. К сожалению, не приводятся результаты таких пересчетов.

Противоэрозионная стойкость прежде понималась как некое постоянное свойство почвы, однако со временем выяснилось, что она претерпевает сезонные изменения и, кроме того, зависит от возделываемых культур, агротехники и других факторов, например, орошения. Всем этим аспектам в монографии уделено большое внимание. В целом эта глава содержит много новой информации.

Седьмая глава. В литературе по эрозии противоэрозионная эффективность почвозащитных мер традиционно оценивалась по результатам многолетних наблюдений на стоковых площадках. К сожалению, в бывшем СССР продолжительность стационарных наблюдений обычно не превышала 3–4 лет. В связи с этим авторы монографии одними из первых задались вопросами методик оценки эффективности противоэрозионных мер по коротким рядам наблюдений. Они предложили алгоритм оценки эффективности противоэрозионных мер с точки зрения сохранения почвы как ресурсного потенциала, а также разработали методику составления пространственно-временных рядов по материалам наблюдений за эффективностью агротехнических почвозащитных мер с длиной ряда 2–4 года. Результаты этих исследований показали, что эффективность, например, таких водозадерживающих агротехнических приемов, как лункование и прерывистое бороздование, низка.

Оценка эрозионно-опасных земель – основа для проектирования почвозащитных мер. Методы такой оценки подробно разбираются в *восьмой главе*. Она начинается с изложения балльных методов, но основное внимание уделено методам, основанным на математических моделях эрозии. Перечислены все методы, в разные годы использовавшиеся в странах СНГ. Авторы отмечают, что наибольшую сложность в этой работе представляет метод оценки эрозионного потенциала рельефа, так как даже в сравнительно однородных ландшафтных районах вариабельность длин склонов и уклонов колеблется в пределах от 40 до 70–80% и более. Оставаясь верными идее широкого внедрения ГИС-технологий в эрозионные исследования, они и в этой главе затрагивают эту проблему. К сожалению, авторы не коснулись подходов к решению этой задачи в зарубежных странах и, в частности, ФАО.

В начале *девятой главы* подчеркивается, что хотя проблема определения допустимой величины эрозии впервые была рассмотрена в США еще в 30–40 гг. прошлого столетия, однако она остается нерешенной и до настоящего времени. Авторы полагают, что нормы эрозии, разработанные и используемые в США, явно завышены и совершенно игнорируют темпы почвообразования. Более перспективными они считают методы, базирующиеся на скорости почвообразования, однако и в этом случае почва в отдаленной перспективе обречена на полное разрушение. Более того, в расчет не принимается экологический ущерб, причиняемый продуктами эрозии за пределами пахотных земель. Такой же недостаток присущ методу, рассматривающему допустимую норму эрозии (ДНЭ) как функцию мощности почвы. Авторы предлагают свою математическую модель определения ДНЭ, включающую ежегодное поступление органики, зависящее от системы земледелия и количества тепла. В ней ДНЭ рассчитывается отдельно для склонов южной и северной экспозиций и для различных севооборотов с учетом уровня агротехники и смывости почвы. Определяемые таким образом значения ДНЭ для степной части Украины находятся в пределах от 0.1 до 2.5 т/га в год, что как минимум в 2–3 раза меньше, чем рекомендуется другими исследователями (например, НИЛ эрозии почв и русловых процессов географического ф-та МГУ). Такое снижение ДНЭ означает рост на 3–4 порядка затрат на осуществление противоэрозионных мер.

Десятая глава монографии посвящена концептуальным основам оптимизации использования эрозионноопасных земель на основе модели рационального природопользования. Авторы, на основе модели рационального использования возобновляемых природных ресурсов Г.И. Швецба, дали развернутое описание методики проектирования почвозащитных мер на ландшафтной основе. В заключение рассматриваются компьютерные технологии обоснования почвоохранной организации агроландшафтов.

Библиографический список включает около 800 названий, что представляет интерес не только для студентов и начинающих специалистов-эрозиоведов, но и для сложившихся исследователей.

Рецензируемая монография – плод многолетних исследований авторов в области эрозии почв. Она, безусловно, заслуживает высокой оценки, как в научном плане, так и в прикладном отношении. Вероятно, в недалеком будущем она станет настольной книгой специалистов-эрозиоведов. И все же есть одна недоработка. С конца 1990-х гг. в геометрической прогрессии растут площади применения чрезвычайно эффективной в почвозащитном и технико-экономическом отношении технологии нулевой обработки почв при возделывании самых различных культур. И хотя отечественные специалисты в области земледелия настороженно относятся к нулевой технологии, судя по сообщениям печати, земледельцы, испытывая недостаток в оборотных средствах, поневоле используют элементы нулевой технологии, что дает 50–70% экономии за счет сокращения закупок топлива.