

## НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ Г.И.ШВЕБСА В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ПОЧВ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЕГО РАЗВИТИЯ

Светличный А. А.<sup>1</sup>, Черный С. Г.<sup>2</sup>, Лисецкий Ф. Н.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Украина, Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова,

<sup>2</sup>Украина, Николаевский государственный аграрный университет,

<sup>3</sup>Россия, Белгородский государственный университет

svetl@matrix.odessa.ua

В творческом наследии выдающегося ученого-географа Г.И. Швебса разработка проблемы изучения эрозии почв и рационального использования эрозионно опасных земель занимает особое место. Свою деятельность как ученый он начал с изучения эрозионных процессов и проблема эрозии почв и рационального использования эрозионно опасных земель оставалась в центре его внимания и во все последующие годы. Водной эрозии были посвящены кандидатская и докторская диссертации Г.И. Швебса. Опубликованная в 1974 г. монография «Формирование водной эрозии и стока наносов (на примере Украины и Молдавии)» определила его место среди ведущих ученых, занимающихся проблемой водной эрозии. Г.И. Швебс стал одним из основателей *эрозиоведения* – междисциплинарной научной дисциплины, теоретическое обоснование которой им было дано в монографии «Теоретические основы эрозиоведения» (Швебс, 1981) и в последующем развито в многочисленных научных статьях и монографиях (например, Швебс, 1985; Долгилевич, Зыков, Швебс Г.И., 1992; Долгилевич, Швебс, Зыков, 1993; Каштанов, Лисецкий, Швебс, 1994).

Исследования Г.И. Швебса всегда отличало органичное сочетание теоретических и экспериментальных исследований. Он одним из первых в бывшем Советском Союзе сформулировал „гидромеханическую” модель поверхностно-склоновой эрозии и разработал логико-математическую модель поверхностного смыва почвы. Составной частью разработки логико-математической модели, названной именем автора, стало теоретическое обоснование структуры „гидрометеорологического факторов” ливневого и весеннего смыва почвы, предложен оригинальный подход учета противоэрозионных свойств почв и характера поверхности и растительности. Г.И. Швебсом введена в эрозиоведение системная концепция, обоснованы имитационная и оптимизационная модели использования возобновляемых почвенных, а позже, в более общем виде, природных ресурсов. Г.И. Швебс был одним из разработчиков теоретических и проектно-технологических основ контурно-мелиоративного и ландшафтно-экологического земледелия.

Г.И. Швебс много внимания уделял разработке понятийно-терминологического аппарата эрозиоведения. Именно им впервые в бывшем СССР были даны полные определения процессов водной эрозии, выявлена структура водно-эрозионного процесса и разработана генетическая (гидролого-морфологическая) классификация видов эрозии (Швебс, 1974, 1981). В начале XXI столетия терминологический аппарат эрозиоведения получил дальнейшее развитие в монографии «Эрозиоведение: теоретические и прикладные аспекты»

(Светличный, Черный, Швобс, 2004) и в первом в Украине учебнике для высших учебных заведений «Основи ерозізнавства» (Світличний, Чорний, 2007). А в связи с разработкой в Украине национальной системы стандартизации впервые был создан Государственный Стандарт Украины – ДСТУ «Якість ґрунту. Ерозія ґрунту. Терміни та визначення основних понять» (Чорний, Сіренко, 2008), в котором отражены основные терминологические достижения научной школы эрозиоведения Г.И. Швобса.

В течение последних полутора десятилетий на основе выполненных теоретических и экспериментальных исследований дальнейшее развитие получила логико-математическая модель смыва почвы. В начале 90-х годов при поддержке Г.И. Швобса был обоснован усовершенствованный машинно-ориентированный алгоритм расчета гидрометеорологического фактора ливневого смыва почвы ( $K_{ГМ}$ ), позволивший адекватно учесть смыв почвы от много-тактных дождей и в условиях повышенного предшествующего увлажнения активного слоя почвы (Швобс, Светличный, Черный, 1993). В работах (Світличний, 1995; Чорний, 1996) выполнены, используя модифицированный алгоритм, расчеты и установлены территориальные закономерности распределения величин нормы гидрометеорологического фактора ливневого смыва почвы для Степи и юга Лесостепи Украины.

Одним из базовых компонентов логико-математической модели является характеристика «смываемости почвы» (антоним термина «противоэрозионная стойкость»), который дифференцирован Г.И. Швобсом на абсолютную смываемость, относительную смываемость и частную характеристику относительной смываемости. В 70-90-е годы XX столетия в различных регионах Украины, Молдовы, ряде областей Российской Федерации были проведены серии полевых исследований по оценке этого параметра (Швобс, 1974; Игошин, и др., 1985; Светличный, Черный, 1988 и др.). К началу 1990-х годов был сформирован обширный банк данных значений показателей смываемости для основных подтипов почв Лесостепи и Степи Восточно-Европейской равнины. Дальнейшее развитие исследований противоэрозионной стойкости почв было связано с детализацией почвенных показателей с привязкой к конкретным географическим условиям, а также оценкой изменений противоэрозионной стойкости почв под влиянием хозяйственной деятельности. В частности, были выявлены существенные отличия в противоэрозионной стойкости орошаемых и целинных почв по сравнению с пахотными (Швобс, Светличный, Черный, 1988; Черный, 1998; Черный, Плакса, 1999; Светличный и др., 2000; Черный, Никончук, 2008 и др.). Были определены свойства почвы, которые статистически наиболее тесно связаны с противоэрозионной стойкостью почв (коэффициенты агрегированности, содержание элементарных почвенных частиц в верхнем слое почвы и т.п.) (Булыгин, Лисецкий, 1991; Черный, Плакса, 1999; Светличный, Черный, Швобс, 2004; Чорний, Нікончук, 2008), что позволяет хотя бы частично отказаться от очень трудоемких и дорогостоящих определений характеристик смываемости почв методом искусственного дождевания.

Дальнейшее развитие получила логико-математическая модель эрозионных потерь почвы, разработанная Г.И.Швобсом в 60-70-е годы прошлого столе-

тия. В частности, выполнено теоретическое и экспериментальное обоснование немонотонности изменения интенсивности ливневого наносообразования по длине склона и многочленной структуры расчетной формулы, учитывающей изменение всех основных факторов склонового эрозионного процесса по длине склона (Светличный, 1991; Світличний, 1995; Светличный, 1999). В результате получена профильная физико-статистическая модель смыва-аккумуляции («модифицированный вариант логико-математической модели смыва почвы»), дающая возможность выполнять количественную оценку интенсивности смыва почвы и(или) аккумуляции наносов в заданном сечении склона произвольной формы. Модель успешно прошла верификацию по данным наблюдений на водно-балансовых станциях Украины и Молдовы и была апробирована в ряде региональных и международных проектов, чему способствовала программная реализация модели в рамках компьютерной системы агроландшафтного проектирования (Svetlitchnyi et al., 1992; Швебс и др., 1993).

Бурный прогресс в 90-х годах прошлого века геоинформационных систем (ГИС) и технологий создал предпосылки для их внедрения в эрозиоведение. Г.И.Швебс совместно с сотрудниками кафедры подготовил и представил работы, посвященные теоретическим и методологическим аспектам применения ГИС при обосновании рационального использования эрозионно-опасных земель на международных научных конференциях (в частности, в Германии (Svetlitchnyi et al., 1992) и Франции (Shvebs et al., 1994) и в периодической научной печати (Shvebs, 1993 и др.). В последующие годы это направление получило на кафедре физической географии и природопользования ОНУ им. И.И.Мечникова дальнейшее развитие. В частности, в работе (Світличний, 1995) впервые в Украине выполнено теоретическое обоснование и представлена пространственная ГИС-реализация модифицированного варианта логико-математической модели смыва почвы. Уже в 2000-х годах проведены полевые исследования и геоинформационное моделирование пространственной изменчивости противозэрозионных свойств почв, разработана модель пространственной изменчивости гидрометеорологического фактора ливневого смыва (Иванова А.В.). Пространственное ГИС-моделирование водной эрозии в настоящее время является приоритетным направлением по эрозионной тематике на кафедре физической географии и природопользования ОНУ им. И.И.Мечникова (Светличный, 2003; Svetlitchnyi et al., 2003; Світличний, Иванова, 2003; Иванова, 2008; Светличный, Иванова, 2008 и др.).

В связи с развитием орошения на юге Украине в 70-80-е годы XX века, в агроландшафтах региона возникла абсолютно новая эрозионная ситуация. Разработка представителями научной школы Г.И. Швебса теоретических, методологических, методических и прикладных аспектов эрозии на орошаемых землях (Швебс, Светличный, 1987, 1989; Швебс, Светличный, Черный, 1989; Чорний, 1996; Черный, Плакса, 1999; Светличный, Черный, Швебс, 2004 и др.) позволила обосновать новый подход к понятию "иригационная эрозия", установить роль отдельных свойств орошаемых почв, определяющих их противозэрозионную стойкость, разработать методики оценки ливневой и поливной эрозии на мелиорируемых землях, оценить энергетические характеристики дождей ос-

повных поливных агрегатов, разработать методики расчета досточковой поливной нормы и др. Одним из главных достижений этих исследований стало выявление специфического противэрозионного эффекта безстоковой оросительной мелиорации (Чорний, 1996; Светличный, Черный, Швобс, 2004). Были установлены также особенности почвообразовательных процессов на орошаемых склоновых землях (Лисецкий, Черный, 1993; Лисецкий, Чорний, 1995).

Ресурсный аспект эрозиоведения, обоснованный Г.И. Швобсом (1981), привел к созданию оптимизационной модели рационального использования почвенных ресурсов, нацеленной на долговременное управление почвенным плодородием. Путем сопоставления оптимальной величины почвенного ресурса с исходным его запасом Г.И. Швобсом были предложены основные сценарии целесообразно допустимого использования почв. Дальнейшие исследования, проведенные в 1980-90-е гг., были ориентированы на создание расчетных методик определения нормативных показателей почвозащитного проектирования (Швобс, Лисецкий, 1985; Лисецкий, 1988, 2000; Каштанов, Лисецкий, Швобс, 1994), что позволило использовать модель рационального использования ресурсов почвенного плодородия как эффективный инструмент проектирования почвоводоохранных систем земледелия.

Именно развитие «ресурсного» аспекта эрозиоведения на основе математического моделирования скорости почвообразования создало основу для обоснования дифференцированных допустимых норм эрозии для Степи и Лесостепи Украины с учетом экспозиции склонов, степени эродированности почв, уровня агротехники выращиваемых культур, применения орошения и т.п. (Чорний, 1998, 1999; Чорний, Єргіна, 2003; Светличный, Черный, Швобс, 2004). В результате этих исследований создан Государственный Стандарт Украины – ДСТУ «Якість ґрунту. Ерозія ґрунту. Допустимі норми ерозії» (Чорний, Сіренко, 2008), который будет введен в действие в 2009 г.

Исходя из необходимости соразмерной степени понимания процессов почвенной эрозии и почвообразования, Г.И. Швобсом 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 «существенно более глубокого направления в изучении почвенного покрова Земли – эволюционного почвоведения и, в том числе, эволюционной географии почв» (Таргульян, Горячкин, 2008). Полевые исследования по этой проблематике были проведены в большинстве провинций степной зоны Украины (Лисецкий, 1994) и Крымского полуострова (Єргіна, 2003), а оценки скорости формирования гумусового горизонта и процесса гумусонакопления и результаты моделирования этих процессов были представлены в монографиях для почв Степи (Лисецкий, 2000) и Лесостепи (Голеусов, Лисецкий, 2005).

Значительные успехи достигнуты школой профессора Г.И. Швобса в развитии концепции контурно-мелиоративного земледелия (КМЗ). В частности, им предложено в пределах склоновых агроландшафтов выделять пять подсистем территориальной организации систем КМЗ, для которых обоснованы критерии

почвозащитных мелиораций и виды рубежей контурно-мелиоративной организации территории (Швебс, 1985). Опыт внедрения базовых моделей системы КМЗ в хозяйствах Одесской области, разработка методических рекомендаций по проектированию таких систем, позволили довести теоретические представления до уровня практических рекомендаций производству. Но уже в 1990-е гг. Г.И. Швебсом была обоснована необходимость перехода от почвозащитных систем КМЗ к агроландшафтным системам более высокого уровня. Одним из таких решений, по его мнению, могли бы стать агроландшафтные заповедные зоны, сформированные из заповедных ядер, буферных зон и земель экологической компенсации. В основу их территориальной организации Г.И. Швебсом был положен принцип «двойной контурности». Первый уровень относится к внутрислоевой организации и призван обеспечить эффективный контроль над эрозионными процессами и адаптивность хозяйственной деятельности к эколого-ландшафтным условиям. Второй уровень контурности – расположение вокруг заповедного ядра в виде кольцевых структур земельных угодий, полей севооборота и восстанавливаемых ландшафтов (Каштанов, Лисецкий, Швебс, 1994). Этой концепцией намечен перспективный подход по достижению экологической сбалансированности землепользования путем структурно-функциональной организации всей сельской местности, что развивает идею В.В. Докучаева о рациональном соотношении земельных угодий.

С оригинальными идеями по применению результатов ландшафтных исследований в сельскохозяйственных целях (совместно с киевскими и одесскими географами) Г.И. Швебс (по поручению руководства ВАСХНИЛ) стал одним из организаторов создания общегосударственной концепции совершенствования систем земледелия на ландшафтной основе и методики проектирования эколого-ландшафтных систем земледелия (1991-1994 гг.). В 2000 г. группа разработчиков этой концепции стала лауреатами Государственной премии Российской Федерации в области науки и техники.

Выполненный анализ показывает, что основные направления по исследованию водной эрозии и созданию научных и прикладных основ охраны почв и рационального использования земельных ресурсов эрозионно опасных территорий, разрабатываемые Г.И.Швебсом, получили дальнейшее развитие на базе новых экспериментальных данных, теоретических исследований и современных информационных, в том числе и геоинформационных, технологий. При этом, если проанализировать современные тенденции развития эрозиоведения в Украине и других странах, включая и ближнее, и дальнее зарубежье, можно увидеть, что они во многом созвучны тем идеям, которые были предложены Г.И.Швебсом, а в дальнейшем стали развиваться в рамках созданной им научной школы теоретического и прикладного эрозиоведения.