

## ФІЗИЧНА ГЕОГРАФІЯ ТА ЛАНДШАФТОЗНАВСТВО

УДК 631.4:63.59

**А. А. Светличный**, доктор геогр. наук, профессор,  
**А. В. Пяткова**, канд. геогр. наук, доцент,  
кафедра физической географии и природопользования,  
Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова,  
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина  
ggfr@onu.edu.ua

### ИССЛЕДОВАНИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ ПОЧВ

Дана характеристика основных направлений эрозиоведческих исследований на кафедре физической географии и природопользования ОНУ им. И. И. Мечникова, начиная с 70-х годов прошлого столетия. Проанализированы основные результаты, полученные в рамках этих направлений под руководством доктора географических наук, профессора Г. И. Швевса и в современный период. Выделено ведущее направление современных исследований водной эрозии почв на кафедре.

**Ключевые слова:** водная эрозия почв, математическое моделирование, расчет, рациональное землепользование.

#### ВВЕДЕНИЕ

Проблема водной эрозии почв, одного из наиболее распространенных в мире современных почвенных деградационных процессов, затрагивающего своими негативными последствиями практически все компоненты ландшафта, является одной из наиболее острых стоящих перед человечеством экологических проблем, реально определяющих национальную безопасность многих стран мира. По данным Глобальной оценки индуцированной человеком деградации почв (Global Assessment of Human-induced Soil Degradation – GLASOD), выполненной в 1988-1990 гг. по инициативе Программы ООН по окружающей среде (UNEP), в мире насчитывалось более миллиарда (1093,7 млн.) гектаров деградированных почв, из них 56 % (550 млн. га) в той или иной степени деградированы именно водной эрозией почв, при этом площадь эродированных земель увеличивается на 5-7 млн. га в год [33]. Весьма остро эта проблема стоит и в Украине, где эродированные земли занимают третью часть площади сельскохозяйственных земель и ежегодно увеличиваются на 80-100 тыс. га [26].

Исследования процесса водной эрозии, заключающегося в размыве и смыве почв и горных пород под действием капель дождя и стока временных водных потоков, его негативных последствий, а также разработка методов математического моделирования, расчета и прогноза смыва (или эрозионных потерь)

почвы активно ведутся на кафедре физической географии с 70-х годов прошлого столетия, а точнее, с 1973 г., когда кафедру возглавил доктор географических наук, профессор Генрих Иванович Швец – выпускник Одесского гидрометеорологического института, сформировавшийся как ученый в период учебы в аспирантуре (1954-1956 гг.) на кафедре метеорологии и гидрологии Одесского государственного университета им. И. И. Мечникова. Г. И. Швец начал исследования водной эрозии почв в рамках подготовки под руководством своего научного руководителя доктора технических наук профессора А. Н. Бефани кандидатской диссертации на тему «Исследования динамики поверхностного смыва почвы», которую успешно защитил в 1959 г. в Киевском институте инженеров водного хозяйства. Проблеме водной эрозии была посвящена и его диссертация на соискание ученой степени доктора географических наук (на тему «Формирование и оценка водной эрозии и стока наносов»), которую Г. И. Швец защитил в 1972 г. в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова.

С 1973 года на кафедре физической географии развернуты исследования по проблеме водной эрозии почв по различным направлениям, включая как теоретические, так и полевые, в том числе экспериментальные, исследования и прикладные разработки, связанные с решением актуальных народнохозяйственных задач. Исследования проводились в рамках государственных и договорных научно-исследовательских тем, а также проведения диссертационных исследований. В 70-е -90-е годы XX столетия в выполнении эрозионной тематики активное участие принимали многие преподаватели кафедры, сотрудники кафедрального научно-исследовательского сектора, аспиранты и студенты, в том числе преподаватели Н. И. Игошин, В. П. Гуриенко, Г. И. Эсаулов, Г. В. Бастраков, Е. В. Елисеева, А. А. Светличный, В. Б. Найденов, Ф. Н. Лисецкий, сотрудники научно-исследовательского сектора М. С. Зиненберг, М. И. Исаков, А. Т. Урусов, В. В. Белов, В. Д. Ковтун, В. Л. Назаренко, С. С. Прокопенко, В. И. Кириченко, А. В. Борщ, Е. Н. Захарченко, Д. А. Лысакова, А. Н. Коржов, Н. Я. Варламова, М. Е. Никульченко, Н. А. Болдышева, В. Б. Мурсалимов, И. И. Загоруйко, Л. А. Ерченко, аспиранты В. А. Сизов и С. Г. Черный.

В связи с этим в канун юбилея кафедры физической географии и природопользования представляется *актуальным* проанализировать основные направления этой работы, выделить полученные результаты и наметить перспективы дальнейшей работы, учитывая, что это направление научной работы на кафедре физической географии и природопользования сохраняется, также как и научная школа теоретического и прикладного эрозиоведения, созданная в 70-е – 80-е годы прошлого столетия Г. И. Швецом.

*Объектом исследований* являются эрозионная проблематика кафедры физической географии и природопользования ОНУ, *предметом* – основные направления научных исследований по эрозионной тематике. *Цель исследования* –

дать характеристику эволюции теоретических и прикладных исследований по проблеме водной эрозии на кафедре, оценить полученные результаты и наметить перспективы исследований в данной предметной области.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

В качестве основных материалов при подготовке статьи использованы публикации Г. И. Швевса, его сотрудников и учеников, включая монографии, статьи и доклады, отчеты по выполненным научно-исследовательским госбюджетным и хоздоговорным темам, кандидатские и докторские диссертации, подготовленные на кафедре по эрозионной тематике, а также собственный опыт работы. При этом использованы проблемно-хронологический, сравнительно-исторический и аналитико-синтетический методы исследований.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

В эрозионной тематике научных исследований и прикладных работ кафедры можно выделить следующие направления:

- исследования проявления процессов водной эрозии в различных природно-хозяйственных условиях;
- исследования закономерностей формирования и факторов эрозионных потерь (смыва) почвы, линейной (овражной) эрозии и стока русловых наносов;
- теоретические исследования водной эрозии почв как диалектического единства процессов размыва почвы, транспорта и отложения наносов;
- математическое моделирование, разработка и совершенствование методов расчета характеристик водной эрозии;
- разработка методов оценки параметров математических моделей и методик расчета характеристик водной эрозии;
- разработка методики и количественная оценка эффективности
- теоретические исследования по обоснованию рационального использования эрозионно-опасных земель;
- разработка компьютерной системы агроландшафтного проектирования как инструмента реализации результатов научных исследований для решения прикладных задач;
- решение практических задач по оптимизации использования эрозионно-опасных богарных и орошаемых земель.

К основным результатам, полученным в рамках этих направлений, следует отнести следующее.

1) Дополнение и уточнение на основе полевых исследований, проведенных с использованием метода искусственного дождевания, в пределах лесостепной и степной зон Украины, отдельных регионов Республики Молдова и Российской Федерации (Н. И. Игошин и др. [6, 7]; А. А. Светличный, С. Г. Черный и др., [8, 22, 31]) банка данных абсолютной и относительной смываемости

черноземных, серых лесных и каштановых почв, созданного ранее Г. И. Швобсом [28]. Накопленный опыт был использован при подготовке под эгидой ВАС-ХНИЛ Методических указаний по исследованию противозрозионной устойчивости почв в натуральных условиях и физическому моделированию ливневой эрозии почв (Г. И. Швобс, М. И. Игошин [13]).

2) Количественная оценка изменения противозрозионных свойств почв под влиянием орошения, проведенная в рамках научно-исследовательских тем, выполненных в 1970-х – 1990-х годах по заданию институтов Укрюжгипроводхоз (г. Одесса) и Укргипроводхоз (г. Киев) по исследованию эрозионных процессов в условиях систематического орошения и обоснованию противозрозионных мероприятий на действующих и проектируемых оросительных системах юга Украины, в том числе: Явкинской оросительной системе (ОС) (2-ой и 3-ей очередей строительства), Николаевская область; зоне орошения 3-й очереди строительства Северо-Крымского канала, Крым; Добрянской ОС, Кировоградская область; Трикратской ОС, Николаевская область; 1-й очереди строительства оросительной системы в междуречье Ботна-Бык, Молдова а также в рамках выполнения научно-исследовательской темы “Разработка имитационной системы «Водные ресурсы мелиорированного (орошаемого) региона и системы ее математического обеспечения»” (заказчик – Государственный гидрологический институт, г. Ленинград) (научные руководители тем Г. И. Швобс, А. А. Светличный, Н. И. Игошин, Ф. Н. Лисецкий).

3) Обоснование нового нетрадиционного подхода к трактовке понятия «ирригационная эрозия» (Г. И. Швобс) и, соответственно, – к оценке эрозионной опасности орошаемых земель и обоснованию противозрозионных мероприятий (А. А. Светличный), разработке методики полевых исследований ирригационной эрозии (Г. И. Швобс, А. А. Светличный).

4) Разработка методики и обоснование допустимой нормы смыва почвы для богарных и орошаемых земель (Ф. Н. Лисецкий, С. Г. Черный), завершившиеся разработкой государственного стандарта Украины по допустимым нормам смыва почвы ДСТУ 7081:2009 «Качество почвы. Эрозия почвы. Допустимые нормы» [3].

5) Совершенствование логико-математической модели смыва почвы, разработанной Г. И. Швобсом в начале 70-х годов [28]. В частности: С. С. Прокoppenko [15] выполнено теоретическое обоснование нового аналитического выражения (модели) весеннего смыва почвы и произведена количественная оценка для территории Украины основного параметра модели – гидрометеорологического фактора весеннего смыва; А. А. Светличным и С. Г. Черным совместно с Г. И. Швобсом [32] выполнено теоретическое обоснование новой редакции гидрометеорологического фактора ливневого смыва; проведена соответствующая аналитическая обработка и построены карты пространственного распределения этих ключевых параметров модели эрозионных потерь почвы – норм весеннего и ливневого смыва почвы [15, 20, 23, 27 и др.].

6) На основе теоретического анализа формирования ливневого стока в условиях ярко выраженной нестационарности ливневого наносообразования в условиях Степи и Лесостепи Украины, полевых исследований и численного моделирования обоснована концепция ограниченности приводораздельной зоны нарастания интенсивности смыва почвы, реализация которой позволила учесть нестационарность процесса ливневого стоко- и наносообразования. Исходя из данной концепции и принципа диалектического единства составляющих склонового эрозионно-аккумулятивного процесса, получены обобщающие многочленные выражения физико-статистической модели смыва почвы, что позволило производить расчеты не только смыва почвы, но и идентифицировать зоны аккумуляции наносов на склонах сложной формы и проводить оценку темпов отложения наносов (А. А. Светличный [20, 21]). Полученный в результате модифицированный вариант логико-математической модели смыва почвы (физико-статистическая модель смыва-аккумуляции) был верифицирован с использованием данных наблюдений на стоковых и водно-балансовых станциях Украины и Молдовы (А. А. Светличный, А. В. Пяткова [20, 18 и др.]).

7) В 1975-1980 годах Г. И. Швевсом разработана концептуальная (логико-математическая) модель рационального использования ресурсов почвенного плодородия эрозионно-опасных земель, в основу которой положена аппроксимация ресурсов почвенного плодородия как произведения мощности плодородного слоя и показателя качества (бонитета) почвы [29]. Эта модель совместно с системным подходом и концепцией агроландшафтных систем, также разработанной Г. И. Швевсом, составили теоретический базис прикладных разработок по обоснованию рационального использования эрозионно-опасных земель.

8) Логико-математическая модель рационального использования эрозионно-опасных земель получила развитие и конкретизацию в дальнейших исследованиях (Ф. Н. Лисецкий, А. А. Светличный, А. В. Пяткова [11, 12, 18, 23 и др.]), в процессе которых на основе теоретических и полевых исследований выполнено обоснование ряда важнейших параметров модели, отработаны алгоритмы сценариев оптимизации использования ресурсов почвенного плодородия эрозионно-опасных земель – основы почвозащитного обустройства агроландшафтов.

9) Выполнено теоретическое обоснование и разработана методика количественной оценки эффективности почвозащитных мероприятий (Г. И. Швевс, А. А. Светличный, 1979-1984 гг.), которая была успешно применена для оценки эффективности наиболее распространенных противоэрозионных приемов и проектировании противоэрозионных комплексов [19].

10) Разработана методика оптимизации использования земельных ресурсов эрозионно-опасных территорий, ядро которой составили логико-математическая модель рационального использования эрозионно-опасных земель и выполненная количественная оценка эффективности почвозащитных приемов, и создана компьютерная система агроландшафтного проектирования,

реализующая эту методику для природно-хозяйственных условий Одесской области. Работы выполнены в конце 1980-х – начале 1990-х годов под научным руководством Г. И. Швевса. В разработке компьютерной системы принимали участие преподаватели и сотрудники кафедры и научно-исследовательского сектора, в том числе А. А. Светличный (ответственный исполнитель, постановщик задач), а также А. Т. Урусов, В. В. Белов, Ф. Н. Лисецкий, В. И. Кириченко, Р. Ю. Протасова, М. Д. Балджи, программисты В. С. Кирток и М. Б. Иванько; аграрный блок консультировали канд. с.-х. наук С. А. Ершов (Одесский облагпропром). В дальнейшем система была адаптирована к природно-хозяйственным условиям Запорожской области (ответственный исполнитель темы С. А. Антонова). В последние годы выполнена пространственная реализация отдельных модулей этой системы в среде геоинформационных систем (А. В. Пяткова [16-18]), что существенно расширяет возможности ее использования и адаптации к другим территориям.

11) Развернуты исследования по динамическому моделированию склонового эрозионно-аккумулятивного процесса на основе кинематико-волновой модели поверхностного стока [34, 35]. На новом уровне эти исследования продолжены в рамках выполнения проекта Европейского Сообщества SPARTACUS [36], в процессе работы над которым выполнена оценка изменения противозерозионных свойств почв под влиянием видов хозяйственной деятельности, не связанных с водными мелиорациями, и накопленный опыт пространственного динамического моделирования эрозионных процессов с использованием геоинформационных технологий.

12) Разработаны принципы и методы геоинформационного моделирования водной эрозии почв и расчета ее характеристик, реализованные в разработке пространственного варианта физико-статистической математической модели смыва-аккумуляции (А. А. Светличный, А. В. Пяткова [20, 18]), верификация которой проведена по данным полевых исследований перераспределения склоновых наносов с использованием методов магнитного и радиоактивного трассеров [25]. В процессе реализации модели выполнен ряд исследований, в том числе натурных, показывающих существенную пространственную неоднородность всех факторов водной эрозии почв, что выводит моделирование водной эрозии на качественно новый уровень (А. В. Пяткова [16, 17]).

13) Выполнены теоретические исследования и математическое моделирование развития оврагов (В. В. Белов), разработаны общие принципы развития экзогенных форм рельефа (Е. В. Елисеева), проведены натурные исследования по оценке интенсивности смыва почвы на малых водосборах по заилению искусственных водоемов (Г. И. Есаулов) и исследования по оценке нормы и изменчивости стока русловых наносов в пределах территории Украины (С. А. Антонова)

14) По заданию Кабинета Министров Украины проведена количественная оценка среднемноголетних эрозионных и дефляционных потерь почвы

для всей территории Украины в разрезе административных районов (80-е годы), проведена оценка и картографирование нормы поверхностного смыва почвы, в том числе в результате ирригационной эрозии и дефляции почв для территории Одесской области (1990 г.); выполнена разработка базовых моделей почвозащитных систем контурно-мелиоративного земледелия (1991); проведены расчеты эрозионно-дефляционных потерь почвы для объектов агроэкологического мониторинга Южного региона (1994) (научные руководители Г. И. Швец и А. А. Светличный).

Результаты проведенных исследований составили основу успешно защищенных кандидатских (Н. И. Игошина, В. В. Белова, С. А. Антоновой, Ф. Н. Лисецкого, С. Г. Черного, А. В. Пятковой) и докторских (Е. В. Елисеевой, Ф. Н. Лисецкого, А. А. Светличного и С. Г. Черного) диссертаций, опубликованы в многочисленных статьях, представлены на научных и научно-практических форумах различного уровня, включая европейский и мировой (в Москве, Санкт-Петербурге, Мюнхене, Генуе, Париже, Монреале и др.), нашли отображение в девяти монографиях [1, 2, 9, 12, 14, 23, 29-30], первом в Украине учебнике для высших учебных заведений по эрозиоведению [24], Концепции охраны почв от эрозии в Украине [10] и Зональных методических рекомендациях по защите почв от эрозии [5].

Основным направлением современных исследований по рассматриваемой проблеме является пространственное моделирование водной эрозии на основе современных возможностей геоинформационных технологий, включая совершенствование математической модели смыва-аккумуляции, теоретические и полевые исследования пространственной изменчивости факторов эрозионного процесса и разработка методов их геоинформационного моделирования и создание пространственно-распределенной компьютерной системы агроландшафтного проектирования в условиях активного проявления эрозионных процессов применительно к современным природно-хозяйственным условиям Степи и Лесостепи Украины.

## **ВЫВОДЫ**

Исследования, моделирование и расчет характеристик водной эрозии почв – самого распространенного и наиболее опасного процесса деградации современных агроландшафтов в Украине, уже более 40-ка лет является одним из ведущих направлений научной работы кафедры физической географии и природопользования ОНУ им. И. И. Мечникова. Проблема водной эрозии и в стране, и в мире не теряет своей актуальности и в настоящее время, в связи с чем, безусловно, перспективными являются современные исследования, направленные на удовлетворение запросов практики по оптимизации использования эрозионноопасных земель на основе достижений современной науки, в том числе эрозиоведения, и современных геоинформационных технологий.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Долгилевич М. И. Научные основы прогнозирования и система предупреждения эрозионных процессов [Текст] / М. И. Долгилевич, И. Г. Зыков, Г. И. Швец. – М. : Колос; Волгоград : ВНИАЛМИ, 1992. – 147 с.
2. Долгилевич М. И. Эрозия и методы борьбы с ней [Текст] / М. И. Долгилевич, И. Г. Зыков, Г. И. Швец. – М. : Колос; Волгоград : ВНИАЛМИ, 1993. – 250 с.
3. ДСТУ 7081:2009. Ерозія ґрунту. Допустимі норми [Текст] – [Чинний від 2011-01-01]. – Київ : Держпоживстандарт України. – 2010. – 12 с. – (Національний стандарт України).
4. Елисеєва Е. В. Анализ и моделирование общих принципов развития экзогенных форм рельефа [Текст] : автореф. дис. ... докт. геогр. наук: 11.00.09 / Е. В. Елисеєва.– Киев : Ин-т географии НАН Украины, 1993. – 34 с.
5. Зональні методичні рекомендації із захисту ґрунтів від ерозії [Текст]: – Харків: Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», 2010. – 148 с. – Библиогр.: с. 109-114.
6. Игошин Н. И. Оценка факторов ливневого смыва почв юго-запада Украины и Молдавии для обоснования противоэрозионного проектирования [Текст] : автореф.
7. Игошин Н. И. Определение противоэрозионной устойчивости почв методом искусственного дождевания [Текст] / Н. И. Игошин, В. А. Сизов, К. Ю. Хан, В. И. Кириченко // Эродированные почвы и повышение их плодородия. – Новосибирск : Наука, 1985. – С. 105-108.
8. Исследования ирригационной эрозии при поливе дождеванием в зоне III-й очереди строительства Северо-Крымского канала и рекомендации по противоэрозионным мероприятиям: отчет по НИР / науч. рук. : А. А. Светличный, Н. И. Игошин. – Киев, 1982. – 133 с. – Деп. ВНТИЦентр, №81102806; 27 с. ил. – Библиогр.: с. 125-129.
9. Каштанов А. Н. Основы ландшафтно-экологического земледелия [Текст] / А. Н. Каштанов, Ф. Н. Лисецкий, Г. И. Швец. – М. : Колос, 1994. – 128 с.; 8 с. ил. – Библиогр.: с. 119-126. – 1000 экз. – ISBN 5-10-003131-X.
10. Концепція охорони ґрунтів від ерозії в Україні [Текст] / В. П. Ситник, М. Д. Безуглий, А. С. Заришняк [та ін.]. – Харків : Національний науковий центр УААН «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», 2008. – 60 с. – 300 прим. – ISBN 978-966-8726-99-6.
11. Лисецкий Ф. М. Пространственно-временная организация и почвозащитное обустройство агроландшафтов [Текст] : автореф. дисс. ... докт. геогр. наук: 11.00.11 / Ф. М. Лисецкий. – Одесса : Одеський державний університет ім. І. І. Мечникова, 1994. – 34 с.
12. Лисецкий Ф. Н. Современные проблемы эрозиоведения [Текст] / Ф. Н. Лисецкий, А. А. Светличный, С. Г. Черный; под ред. А. А. Светличного. – Белгород : Константа, 2012. – 456 с.; 50 с. ил. – Библиогр.: С. 405-449. – 500 экз. – ISBN 978-5-9786-0248-7.
13. Методические указания по моделированию процессов ливневой эрозии с использованием искусственного дождевания [Текст]: зб. – М.: ВАСХНИЛ, 1980. – 71 с.
14. Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні [Текст] / за ред. С. А. Болука та Л. Л. Товажнянського. – Харків : НТУ «ХП», 2010. – 460 с.; 9 с. іл.- Библиогр.: С. 378-399. – 300 прим. – ISBN 978-966-593-820-0.
15. Прокопенко С. С. Оценка среднего годового весеннего смыва почвы для территории Добрянской оросительной системы [Текст] / С. С. Прокопенко // Комплекс первоочередных и перспективных научных и практических задач по мелиоративным мероприятиям на Юге Украины. – Херсон, 1986. – С. 70-71.
16. Пяткова А. В. Особенности моделирования пространственной изменчивости факторов водной эрозии почв [Текст] / А. В. Пяткова // Вісник ОНУ. – Серія географічні та геологічні науки.– 2008. – Том 13. – Вип. 6.– С. 156-163.
17. Пяткова А. В. Особенности моделирования водной эрозии с учетом пространственной изменчивости ее факторов [Текст] / А. В. Пяткова // Метеорологія, кліматологія та гідрологія: Міжвід. наук. зб. України. – 2008. – Вип. 50. – Ч. II. – С. 437-442.
18. Пяткова А. В. Просторове моделювання водної ерозії ґрунту як основа наукового обґрунтування раціонального використання ерозійно-небезпечних земель [Текст] : автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.11 / А. В. Пяткова. – Одеський державний екологічний університет. – Одеса, 2011. – 20 с.; 3 с. ил. – Библиогр.: с. 18.
19. Светличный А. А. Оценка противоэрозионной эффективности почвозащитных мероприятий [Текст] / А. А. Светличный, Г. И. Швец // Почвоведение. – 1984. – № 7. – С. 114-121.
20. Светличный О. О. Кількісна оцінка характеристик схилового ерозійного процесу і питання оптимізації використання ерозійно-небезпечних земель [Текст] : автореф. дисс. ... докт. геогр. наук: 11.00.11 /

- О. О. Світличний. – Одеса: Одеський державний університет ім. І. І. Мечникова, 1995. – 47 с.; 3 с. іл. – Бібліогр.: с. 44-46.
21. Светличный А. А. Принципы совершенствования эмпирических моделей смыва почвы [Текст] / А. А. Светличный // Почвоведение. – 1999. – № 8. – С. 1015–1023.
  22. Светличный А. А. Проблемы оценки и пространственного моделирования характеристик противозрозионных свойств почв Лесостепи [Текст] / А. А. Светличный, Г. И. Швец, С. В. Плотницкий, В. Ф. Кугуг, О. Ю. Степовая // Наук. праці УкрНДГМІ.– Київ, 2002. – Вип. 250. – С. 162-178.
  23. Светличный А. А. Эрозиоведение: теоретические и прикладные аспекты [Текст] : / А. А. Светличный, С. Г. Черный, Г. И. Швец. – Сумы : ИТД «Университетская книга», 2004. – 410 с. – Библиогр.: С. 376-410. 56 с. ил. – 500 экз. – ISBN 966-680-170-1.
  24. Світличний О. О. Основи ерозіознавства [Текст] : підручник для студентів вузів / О. О. Світличний, С. Г. Чорний. – Суми : ВТД «Університетська книга». – 2007. – 266 с.; 19 с. іл. – Бібліогр.: с. 248-261. – 1000 прим. – ISBN 978-966-680-314-9.
  25. Светличный А. А. Проблема верификации пространственно-распределенных математических моделей водной эрозии почв [Текст] / А. А. Светличный, А. В. Пяткова, С. В. Плотницкий, В. Н. Голосов, А. П. Жидкин // Вісник Одеського національного університету. – Серія географічні та геологічні науки. – 2013. – Том 18. – Вип. 3. – С. 38-48. – Библиогр.: с. 47-48.
  26. Структура, динаміка та розподіл земельного фонду України (за станом на 1 січня 2000 року) [Текст]: зб. – Київ, 2000. – 125 с. – Библиогр.: с. 124.- 100 прим.
  27. Чорний С. Г. Теоретичні та прикладні основи раціонального використання ґрунтів силових зрошуваних агро ландшафтів південного та сухого степу України : автореф. дисс. ... докт. с.-г. наук: 06.01.02 / С. Г. Чорний. – Київ: НАУ, 1997. – 48 с.
  28. Швец Г. И. Формирование водной эрозии, стока наносов и их оценка [Текст] / Г. И. Швец. – Л. : Гидрометеоздат, 1974. – 184 с.; 18 с. ил. – Библиогр.: с. 177-183. – 1700 экз.
  29. Швец Г. И. Теоретические основы эрозиоведения [Текст] / Г. И. Швец. – Киев-Одесса : Вища школа, 1981. – 223 с.; 21 с. ил. – Библиогр.: с. 219-222. – 500 экз.
  30. Швец Г. И. Контурное земледелие [Текст] / Г. И. Швец. – Одесса : Маяк, 1985. – 56 с.
  31. Швец Г. И. Противозрозионная стойкость почв юга УССР и ее изменение под влиянием орошения [Текст] / Швец Г. И., Светличный А. А., С. Г. Черный // Почвоведение. – 1988. – № 1. – С. 94-100.
  32. Швец Г. И. Гидрометеорологические условия формирования ливневой эрозии почв [Текст] / Г. И. Швец, А. А. Светличный, С. Г. Черный; Деп. ГНТБ Украины. – 1993. – 11 с. – Деп. 24.02.93, № 261-Ук93.
  33. Global Assessment of Human-induced Soil Degradation (GLASOD) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.isric.org/projects/global-assessment-human-induced-soil-degradation-glasod>.
  34. Svetlitchnyi A. A. Mathematical modelling of erosion-accumulative process on a slope [Text] / A. A. Svetlitchnyi, V. V. Medvedev (ed) // Collection of articles by Ukrainian members of European Society For Soil Conservation. – Kharkov, 1993. – P. 46-52.
  35. Svetlitchnyi A. A. Spatial process based soil erosion model and GIS [Text] / A. A. Svetlitchnyi, I. A. Svetlitchaya, N. B. Ivanko / J. J.Harts, H. F. L.Ottens, H. J. Scholten (eds) // EGIS/MARI'94 Conference Proceedings, Utrecht-Amsterdam: EGIS Foundation. – 1994. – P. 1996-1998.
  36. SPARTACUS: Spatial redistribution of radionuclides within catchments: development of GIS-based models for decision support systems. EC Contract No. IC15-CT98-0215. Final Report [Text] / M. Van der Perk, A. A. Svetlitchnyi, J. W. den Besten and A. Wielinga (eds). – Utrecht Centre for Environmental and Landscape Dynamics Faculty of Geographical Sciences, Utrecht University, The Netherlands, 2000. – 165 p.

## REFERENCES

1. Dolgilevich, M. I., Zykov, M. I., Shvebs, H. I. (1992), *Nauchnye osnovy prognozirovaniya i preduprezhdeniya erozionnyh protsessov* [The scientific bases of prognostication and the system of warning of erosion processes], Moscow-Volgograd: Kolos, 147 p.
2. Dolgilevich, M. I., Zykov, M. I., Shvebs, H. I. (1993), *Erosia i metody bor'by s ney* [Erosion and measures of its control], Volgograd: Urozhay, 250 p.
3. DSTU 7081:2009. *Erosiya ґruntu. Dopustymi normy* (2010) [DSTU 7081:2009. Soil erosion. Acceptable standards], Kyiv: Derzhpozhyvstandart Ukrainy, 12 p.
4. Eliseeva, E. V. (1993), *Analiz i modelirovaniye obshchih printsipov eksohennyh form rel'efa* [The analysis and modeling of the general principles of exogenous relief forms], *Extended abstract of Doctor's thesis*, Kyiv: Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Ukraine, 34 p.

5. *Zonal'ni metodychni rekomendatsiyi iz zakhystu hruntiv vid eroziyi* (2010) [*Zonal guidelines on protection from soil erosion*], Kharkiv: Natsional'nyy naukovyy tsentr «Instytut gruntoznavstva ta ahrokhimiyi imeni O. N. Sokolovs'koho, 148 p.
6. Igoshin, N. I. (1982), Otsenka faktorov livneвого smyiva pochv yugo-zapada Ukrainyi i Moldavii dlya obosnovaniya protivoerozionnogo proektirovaniya [The estimation of storm soil erosion factors of southwest Ukraine and Moldova for substantiation anti-erosion designing], *Extended abstract of candidate's thesis*, Odessa, OHMI, 22 p.
7. Igoshin, N. I., Sizov, V. A., Khan, K. Yu., Kirichenko, V. I. (1985), "Opreделение protivoerozionnoy ustoychivosti pochv metodom iskusstvennogo dozhdevaniya" ["Determination of anti-erosion stability of soils by the method of artificial raining"], *Erodirovannyye pochvyi i povyishenie ih plodorodiya*, Novosibirsk: Nauka, pp. 105-108.
8. *Issledovaniya irrigatsionnoy erozii pri polive dozhdevaniem v zone III ocheredi stroitelstva Severo-Krymskogo kanala i rekomendatsii po protivoerozionnyim meropriyatiyam* (1982) [*Studies irrigation erosion under irrigation sprinkler in the zone of the third stage of construction of the North-Crimean Chanal and recommendations on the anti-erosion measures*], the report of the research work], sc. advisers Svetlitchnyi, A. A., Igoshin, N. I., Dep. VNTITsentr, №81102806, 131 p.
9. Kashtanov, A. N., Lisetskiy, F. N., Shvebs, H. I. (1994), *Osnovny landshafino-ekologicheskogo zemledeliya* [*Fundamentals of landscape ecological agriculture*], Moscow: Kolos, 128 p.
10. Sytnyk, V. P., Bezuhlyy, M. D., Zaryshnyak, A. S. etc. (2008), *Kontseptsiya okhorony hruntiv vid eroziyi v Ukrayini* [*The concept of soil erosion in Ukraine*], Kharkiv: Natsional'nyy naukovyy tsentr «Instytut gruntoznavstva ta ahrokhimiyi imeni O. N. Sokolovs'koho, 60 p.
11. Lisetskiy, F. M. (1994), Prostranstvenno-vremennaya organizatsiya i pochvozaschitnoe obustroystvo agrolandshaftov [Spatio-temporal organization of agricultural landscapes and soil improvement], *Extended abstract of Doctor's thesis*, Odessa: Odessa State I. I. Mechnikov's University, 34 p.
12. Lisetskiy, F. M., Svetlitchnyi, A. A., Chorny, S. G. (2012), *Sovremennyye problemy eroziovedeniya* [*The modern problems of soil erosion science*], Belgorod: Konstanta, 456 p.
13. *Methodological guidelines for modeling stormwater erosion processes using artificial sprinkling (1980)* [*Metodicheskie ukazaniya po modelirovaniyu protsessov livnevoy erozii s ispolzovaniem iskusstvennogo dozhdevaniya*], Moscow: VASKHNIL, 71 p.
14. *Naukovi ta prykladni osnovy zakhystu hruntiv vid eroziyi v Ukrayini* (2010) [*Scientific and practical bases to protect the soil from erosion in Ukraine*], eds. Bolyuk, S. A., Tovazhnyans'kyy, L. L., Kharkiv: NTU «KhPI», 460 p.
15. Prokopenko, S. S. (1986), Otsenka srednego godovogo vesennego smyiva pochvyi dlya territorii Dobryanskoj orositelnoy sistemiy [Estimate of the average annual spring soil loss for the Dobrianka irrigation system area], Proceedings of the conference "The complex of priority and promising scientific and practical tasks for reclamation measures in the southern Ukraine", Kherson, pp. 70-71.
16. Pyatkova, A. V. (2008), Osobennosti modelirovaniya vodnoy eroziyi s uchetom prostranstvennoy izmenchivosti faktorov [Features of soil water erosion modeling taking into account spatial changeability of its factors], *Bulletin of the Odessa National University, Series geographical and geological sciences*, volume 13, issue 6, pp.156-163.
17. P'yatkova, A. V. (2010), Prostorova GIS-realyzovana model zlyvovogo zmyvu-akumulyatsiyi gruntu [Spatial GIS-realized model of water erosion losses and accumulation of soil], *Meteorologiya, klimatologiya ta gidrologiya*, issue 50, part II, pp. 437-442.
18. P'yatkova, A. V. (2011), Prostorove modelyuvannya vodnoy eroziyi gruntu yak osnova naukovoho obgruntuvannya ratsional'noho vykorystannya eroziyno-nebezpechnykh zemel' [The Spatial Modelling of Water Soil Erosion as the Basis of Scientific Justification of the Rational Use of Erosion Dangerous Lands], *Extended abstract of candidate's thesis*, Odessa: Odessa State Ecological University, 20 p.
19. Svetlitchnyi, A. A., Shvebs, H. I. (1984), Otsenka protivoerozionnoy effektivnosti pochvozaschitnykh meropriyatiy [Estimation of the effectiveness of ravine soil protection measures], *Pochvovedenie*, No. 7, pp. 114-121.
20. Svitlychnyy, O. O. (1995), Kil'kisna otsinka kharakterystyk skhylovoho eroziynoho protsesu i pytannya optymizatsiyi vykorystannya eroziyno-nebezpechnykh zemel' [The quantitative evaluation of the characteristics of the slope erosion process and the problem of optimization of use of erosion lands], *Extended abstract of Doctor's thesis*, Odessa: Odessa State I. I. Mechnikov's University, 47 p.
21. Svetlitchnyi, A. A. (1999), Printsipyi sovershenstvovaniya empiricheskikh modeley smyiva pochvyi [Principles of improving empirical soil loss models], *Pochvovedenie*, No. 8, Moscow, pp. 1015-1023.
22. Svetlitchnyi, A. A., Shvebs, H. I., Plotnitskiy, S. V., Kugut, V. F., Stepovaya, O. Yu. (2002), Problemy otsenki i prostranstvennogo modelirovaniya harakteristik protivoerozionnykh svoystv pochv Lesostepi [Problems of

- estimation and spatial design of descriptions of anti-erosion properties of Forest-Steppe soils], *Proceedings UkrNIHMI*, No. 205, pp. 162-178
23. Svetlitchnyi, A. A., Shvebs, H. I., Cherny, S. G. (2004), *Eroziovedenie: teoreticheskie i prikladnyie aspekty* [Soil erosion science: theoretical and applied aspects], Sumy: VTD "University Book", 410 p.
  24. Svetlitchnyi, A. A., Cherny, S. G. (2007), *Osnovy eroziyevnastva* [The basics of soil erosion science], Sumy: VTD "University Book", 266 p.
  25. Svetlitchnyi, A. A., Pyatkova, A. V., Plotnitskiy, S. V., Golosov, V. N., Zhidkin, A. P. (2013), Problema veryfykatsiyi prostranstvenno-raspredeleennykh matematicheskikh modeley vodnoy erosiyyi pochv [The problem of verification of the spatially distributed mathematical models of water soil erosion], *Bulletin of the Odessa National University, Series geographical and geological sciences*, volume 18, issue 3, pp. 38-49.
  26. *Struktura, dynamika ta rozpodil zemel'noho fondu Ukrainy (za stanom na 1 sichnya 2000 roku)* (2000) [Structure, dynamics and distribution of land resources of Ukraine (As at January 1, 2000)], Kyiv, 125 p.
  27. Chorny, S. G. (1997), Teoretychni ta prykladni osnovy ratsional'noho vykorystannya hruntiv sylovykh zroshuvanykh ahro landshaftiv pivdennoho ta suchoho stepu Ukrainy [Theoretical and practical basis for the rational use of soil irrigated agricultural landscapes of southern and dry steppes of Ukraine], *Extended abstract of Doctor's thesis*, Kyiv: NAU, 48 p.
  28. Shvebs, H. I. (1974), *Formirovanie vodnoy erozii, stoka nanosov i ih otsenka* [Formation of water erosion, sediment yield and their evaluation], Leningrad: Hydrometeoizdat, 184 p.
  29. Shvebs, H. I. (1981), *Teoreticheskie osnovy eroziyevnastva* [The theoretical foundations of soil erosion science], Kiev-Odessa: Vyshcha shkola, 223 p.
  30. Shvebs, H. I. (1985), *Konturnoe zemledelie* [Contour farming], Odesa: Mayak, 56 p.
  31. Shvebs, H. I., Svetlitchnyi, A. A., Cherny, S. G. (1988), Protivoerozionnaya stoykost pochv yuga USSR i ee izmenenie pod vliyaniem orosheniya [Anti-erosion resistance of soils of the south of the USSR and its change under the influence of irrigation], *Pochvovedenie*, No. 1, pp. 94-100.
  32. Shvebs, H. I., Svetlitchnyi, A. A., Cherny, S. G. (1993), Gidrometeorologicheskie usloviya formirovaniya livnevoy erozii pochv [The hydrometeorological conditions of formation of storm erosion], *Dep. In GNTB Ukrainyi*, Dep. 24.02.93, No. 261-Uk93, Kyiv, 11 p.
  33. "Global Assessment of Human-induced Soil Degradation (GLASOD)". Available at: <http://www.isric.org/projects/global-assessment-human-induced-soil-degradation-glasod>. [Accessed 10 January 2015].
  34. Svetlitchnyi, A. A. (1993), Mathematical modelling of erosion-accumulative process on a slope, *Collection of articles by Ukrainian members of European Society for Soil Conservation*, Medvedev, V. V. (ed), Kharkov, pp. 46-52.
  35. Svetlitchnyi, A. A., Svetlichnaya, I. A., Ivanko, N. B. (1994), Spatial process based soil erosion model and GIS, *Proceedings EGIS/MARI'94 Conference*, Harts, J. J., Ottens, H. F. L., Scholten, H.J. (eds), Utrecht-Amsterdam: EGIS Foundation, pp. 1996-1998.
  36. SPARTACUS: Spatial redistribution of radionuclides within catchments: development of GIS-based models for decision support systems. EC Contract No. IC15-CT98-0215. Final Report. (2000), Van der Perk, M., Svetlitchnyi, A. A., Den Besten, J. W. and Wielinga, A. (eds), Utrecht: Utrecht Centre for Environmental and Landscape Dynamics Faculty of Geographical Sciences, Utrecht University, The Netherlands, 165 p.

Поступила 01.06.2015

**О. О. Світличний**, доктор геогр. наук, професор,  
**А. В. П'яткова**, канд. геогр. наук, доцент,  
кафедра фізичної географії та природокористування,  
Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна  
ggfr@onu.edu.ua

## **ДОСЛІДЖЕННЯ, МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНКИ ЕРОЗІЙНИХ ВТРАТ ҐРУНТУ**

### **Резюме**

Дана характеристика основних напрямків ерозієзнавчих досліджень на кафедрі фізичної географії і природокористування ОНУ імені І. І. Мечникова, починаючи з 70-х років минулого сторіччя. Проаналізовані основні результати, отримані в рамках цих напрямків під керівництвом доктора географічних наук, професора Г. І. Швєбса і у сучасний період. Виділений провідний напрямок сучасних досліджень водної ерозії ґрунтів на кафедрі.

**Ключові слова:** водна ерозія ґрунтів, математичне моделювання, розрахунки, раціональне землекористування.

**A. A. Svetlitchnyi**, D.Sc. in Geography, professor,  
**A.V. Pyatkova**, PhD in Geography, docent,  
Dept. Physical Geography  
Odessa I.I. Mechnikov National University,  
2, Dvorianskaya st., Odessa-82, 65082, Ukraine  
ggfr@onu.edu.ua

## **RESEARCH, MODELING AND CALCULATIONS OF EROSION SOIL LOSSES**

### **Abstract**

Water soil erosion is one of the most widespread in the world processes of the modern soil degradation. It affects all the components of landscapes by its negative consequences. A problem of water soil erosion is one of the most actual ecological problems which are standing before humanity and really determining the national safety of many countries of the world.

Since 1973, when the Department of Physical Geography and Nature Use was headed by Henry I. Shvebs, the Doctor of Sciences in Geography, Professor, were deployed research on water soil erosion in different areas, including both theoretical and field, experimental research and application development related with the decision of actual economic problems.

During the preparation of the article the publications of Henry I. Shvebs, his staff and disciples were used, including monographs, articles and reports, also the reports on the performance of the research state budget and contractual topics, dissertations at erosion subject which were prepared at the Department. In this case, the problem-chronological, comparative historical and analytic-synthetic research methods were used.

In erosion topics of research and applied work of the Department there are the following directions:

- the research of the manifestation of erosion processes in different natural and economic conditions;
- the studies of the regularities of the formation and factors of water soil erosion, ravine erosion and runoff channel sediments;
- the theoretical studies of water soil erosion as the dialectical unity of the processes of soil erosion, transport and alluviation;
- the mathematical modeling, development and improvement of methods for calculating the factors of water soil erosion;
- the development of methods for estimating the parameters of mathematical models and methods for calculating the characteristics of water soil erosion;
- the development of methods and quantitative estimating of the efficiency of anti-erosion measures;
- the theoretical researches on the proving of the rational use of erosion-proned lands;
- the development of a computer system of agrolandscape design as a tool for implementation of research results for different applications;
- the solution of practical tasks on optimization of the use of erosion-proned rainfed and irrigated lands.

The researches, modeling and calculations of characteristics of water soil erosion are the main directions of scientific work of Department of Physical Geography and Nature Use of Odessa National I. I. Mechnikov's University during more than forty years. Water soil erosion problem in the country, and all over the world does not lose its relevance in the present time. In this case, modern research which are aimed at satisfaction of practice to optimize the use of erosion dangerous lands on the basis of modern science are perspective, including soil erosion science and modern geographic information systems and technologies.

**Keywords:** water soil erosion, mathematical modeling, calculation, rational land-use.