

4. Mohammad, H. D. Effectiveness of Ultrasound on the Destruction of E. coli [Text] / H. D. Mohammad // American Journal of Environmental Sciences. – 2004 - Vol. 1, № 3. – P. 187-189.
5. Chisti, Y. Sonobioreactors: using ultrasound for enhanced microbial productivity [Text] / Y. Chisti // Trends in Biotechnology. – 2003. -Vol. 21, №2. – P. 4-6.
6. Cao, X.Q. Experimental study of sludge reduction by ultrasound [Text] / X.Q Cao. //Water Science Technology – 2006. – Vol. 54, № 9. - P. 87-93
7. Tiehm, A. Ultrasonic waste activated sludge disintegration from improving anaerobic stabilization [Text] / A. Tiehm, K. Nickel, M. Zellhorn, U. Neis //Water Resources. – 2001. – Vol. 35, № 8. - P. 2003-2009.
8. Nasser, S. Determination of the ultrasonic effectiveness in advanced wastewater treatment [Text] / S. Nasser // Environmental Health Science Engineering - 2006. - Vol. 3, №2. - P. 109-116.
9. Sangave, P. C. Ultrasound and enzyme assisted biodegradation of distillery wastewater [Text] / P.C. Sangave, A.B. Pandit // Journal of Environmental Management. – 2006, Vol. 80.- Issue 1. - P. 36-46.
10. Nilsun, H. I. Aqueous Phase Disinfection with Power Ultrasound: Process Kinetics and Effect of Solid Catalysts [Text] / H. I. Nilsun, R. Belen // Environmental Science Technology. – 2001. – Vol. 35, №9.- P. 1885–1888.

У статті сформульовані проблеми інтенсивного використання земель сільськогосподарського призначення, що приводять до розвитку деградаційних процесів. Відображена необхідність автоматизації ряду етапів розробки проектів землеустрою для забезпечення еколого-економічного обґрунтування сівозмін і впорядкування територій.

Розглянуте використання геоінформаційного моделювання для створення геообразження еколого-технологічних груп орних земель, що враховує потенційну небезпеку прояву ерозійних процесів та інтенсивність використання земель

Ключові слова: еколого-технологічні групи земель, геоінформаційне моделювання, сівозміна, база геопросторових даних

В статье сформулированы проблемы интенсивного использования земель сельскохозяйственного назначения, ведущие к развитию деградационных процессов. Отображена необходимость автоматизации ряда этапов разработки проектов землеустройства для обеспечения эколого-экономического обоснования севооборотов и упорядочения угодий.

Рассмотрено использование геоинформационного моделирования для создания геообразжения эколого-технологических групп пахотных земель, учитывающих потенциальную опасность проявления эрозионных процессов и интенсивность использования земель

Ключевые слова: эколого-технологические группы земель, геоинформационное моделирование, севооборот, база геопространственных данных

УДК 528.92

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТОВ ЗЕМЛЕ- УСТРОЙСТВА ПО ОБОСНОВАНИЮ СЕВООБОРОТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМА- ЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

С. С. Кохан

Доктор технических наук, доцент,
заведующий кафедрой*

E-mail: GIS_DZZ_chair@nubip.edu.ua

И. Н. Шквир

Ассистент*

E-mail: GIS_DZZ_chair@nubip.edu.ua

А. А. Москаленко

Ассистент*

E-mail: an_moskalenko@yahoo.com

*Кафедра геоинформационных

систем и технологий

Национальный университет биоресурсов и
природопользования Украины

вул. Героев Оборони, 15, м. Киев, Украина, 03041

1. Введение

Интенсивное использование земель сельскохозяйственного назначения, несоблюдение технологий воз-

делывания культур, недостаточное финансирование работ по рациональному использованию земельных ресурсов привело к их истощению. Негативное антропогенное воздействие проявилось, прежде всего,

в развитии деградационных процессов, связанных с разрушением почвенного покрова и снижением плодородия почв.

В Киевской области насчитывается 150,0 тыс. га деградированных и малопродуктивных земель (10,7 % от всей площади пашни). Из них в кризисном и катастрофическом состоянии находятся 81,4 тыс. га [1], интенсивное и нерациональное использование которых приводит к их полному разрушению и невозможности их хозяйственного использования в дальнейшем.

2. Постановка проблемы

Постановлением Кабинета Министров Украины № 1134 от 2 ноября 2011 утвержден «Порядок разработки проектов землеустройства, обеспечивающих эколого-экономическое обоснование севооборота и упорядочение угодий». Четкое выполнение регламента разработки проектов землеустройства обеспечивает решение проблем, связанных с непродуктивным использованием земельных ресурсов сельскохозяйственных предприятий и предотвращает проявление деградационных процессов. В связи с увеличением площадей пашни, раздробленности земель, быстро и корректно разработать проекты землеустройства, обеспечивающие эколого-экономическое обоснование севооборота и упорядочение угодий, можно только на основе использования геоинформационных моделей проектов землеустройства.

Необходимость разработки проектов землеустройства в достаточно короткие сроки требует решения вопроса автоматизации работ, связанных с подготовкой геоизображений эколого-технологических групп пахотных земель.

3. Анализ последних исследований

В настоящее время для решения проблем рационального использования земельных ресурсов наиболее актуальным является применение геоинформационных (ГИС) технологий.

За рубежом давно проводятся исследования с применением ГИС аппарата. Сформированы научные центры, целью которых является интеграция ГИС-технологий во все сферы народного хозяйства. Значительное количество работ отечественных и зарубежных авторов посвящено геоинформационному моделированию [2 – 9].

В Украине в начале 2000-х годов начаты работы по созданию Национальной инфраструктуры геопространственных данных. В частности Карпинским Ю. А., Лященко А. А., Рунецким Р. В. рассмотрены основные концепции по созданию Национальной инфраструктуры геопространственных данных. Авторами обосновано формирование общей концепции качества геопространственных данных, унификация структуры, правил кодирования и цифрового описания векторных данных, эталонная модель базы топографических данных, разработаны каталоги объектов и атрибутов, разрабатывается комплекс стандартов «База топографических данных» [10, 11].

В работах Ибатуллина Ш. И. рассмотрены теоретико-методические основы управления земельными ресурсами, обоснованы направления и методы оценки устойчивого землепользования и оценки состояния земель с использованием геоинформационных технологий [12 – 14]. Недостаточно освещен вопрос автоматизации ряда этапов при создании проектов землеустройства.

4. Цель и задачи исследования

Цель данной статьи - обоснование геоинформационной модели для автоматизации этапов создания эколого-технологических (ЭТГ) групп пахотных земель при разработке проектов землеустройства по обеспечению эколого-экономического обоснования севооборота и благоустройства угодий. Задачи исследования включали: выделение основных исходных и результирующих данных, применяемых для проектирования севооборотов; обоснование разработки и применение алгоритма создания геоизображения ЭТГ на примере модельного хозяйства.

5. Обоснование выделения эколого-технологических групп пахотных земель

Ряд нерешенных экономических и экологических проблем привел к неустойчивости развития и недостаточной производительности современного земледелия. Нарушение сбалансированности отдельных элементов агроландшафтов, в т. ч. соотношение площадей пашни, естественных угодий, лесных и водных ресурсов, усложнение социально - экономической ситуации привело к существенной деградации агроландшафтов и почвенного покрова. Потеря гумуса и нарушение баланса биогенных элементов стали распространенным явлением. Особо опасных размеров достигла эрозия.

Задача повышения устойчивости агроландшафтов решается при помощи дифференцированного использования пахотных земель для территорий с потенциальной высокой опасностью проявления эрозионных процессов и с учетом почвенно-ландшафтных факторов путем распределения пахотных земель на 3 эколого-технологические группы.

Особенностями такого подхода является обработка разнородных данных с дифференциацией в пространстве. Кроме того, при проектировании севооборотов имеет место изменение в пространстве и времени. Такие задачи достаточно удобно решать с использованием ГИС.

Геоинформационное обеспечение представляет собой совокупность пространственной информации, методов ее хранения (база геопространственных данных), обработки (алгоритмы и модели) и технологий распространения, объединенной в базе геоданных, которая является основным видом геопространственного обеспечения.

База геоданных - совокупность наборов географических данных различных типов, реализуемых с помощью многоуровневой архитектуры приложений, т.н. объектно-реляционной моделью данных. База геоданных имеет всестороннюю информационную модель

для отображения и управления географической информацией, которая реализуется серией реляционных таблиц с данными, содержащими классы пространственных объектов, наборы растров и атрибуты, и их поведение для управления пространственной целостностью, инструменты работы с пространственными отношениями основных пространственных объектов, растров и атрибутов [15].

Одной из составляющих базы геоданных является модель обработки информации. Решение прикладной задачи требует создания модели, описывающей реальные объекты и отношения между ними в рамках данной задачи. Для исследования объекта (явления, процесса) не обязательно создавать материальную модель, часто достаточно предоставить необходимую информацию об объекте в нужной форме, то есть создать информационную модель.

Геоинформационная модель - это абстрактный объект, заменяющий объект с целью его исследования, сохраняя при этом важные для исследования типичные черты и свойства оригинала. При создании модели необходимо определить основные, в том числе исходные, характеристики объекта, взаимоотношения характеристик и допустимую погрешность этих характеристик.

При формализованном описании геоинформационной модели возникает проблема оптимального выбора системы исходных показателей, которые должны всесторонне описывать исследуемую модель.

Использование геоинформационных моделей позволяет автоматизировать процессы обработки данных. Для обеспечения эффективного моделирования в ГИС используется принцип системного подхода, который обеспечивает комплексное изучение объекта автоматизации как единого целого с представлением его частей, как целенаправленных систем, и изучение этих систем и взаимосвязей между ними. Основной метод системного подхода - представление реального объекта в виде модели.

Моделирование в ГИС можно рассматривать как визуальный язык программирования для построения рабочих потоков [15].

Проектирование ГИС модели включает в себя определение данных, инструментов геообработки и связей между ними, а именно:

- исходные данные - существующие данные, добавленные в модель; для корректной работы модели исходные данные должны быть согласованы и отвечать необходимым критериям;
- промежуточные данные, которые образовались в процессе работы модели и служат только для дальнейшего преобразования, в основном, не нужны, и несут в себе «сырую» информацию;
- результирующие данные - новые данные, созданные ГИС моделями «на выходе»;
- инструменты геообработки - элементы модели, осуществляющие преобразование данных; кроме встроенных инструментов могут использоваться скрипты и другие модели;
- связи соединяют данные с инструментами и указывают на направление потока информации.

В настоящее время для повышения качества цифровых данных и обеспечения их унифицированного

набора, создания основы для разработки нормативно-технических документов, разрабатывается серия государственных отраслевых стандартов.

Для проектов землеустройства с целью проектирования севооборотов основными исходными и результирующими геопространственными данными являются [16]:

- рельеф;
- агропроизводственные группы почв;
- сельскохозяйственные участки (массивы сельскохозяйственных угодий);
- эколого - технологические группы пахотных земель (учитывают потенциальную опасность проявления эрозионных процессов и интенсивность использования земель).

Все остальные данные - промежуточные. Их стандартизацию можно не учитывать, поскольку они имеют меньший вес.

Некоторые типы объектов, такие как сельскохозяйственные угодья, определены в каталоге объектов согласно СОУ 742-33739540 (рис. 1, табл. 1).

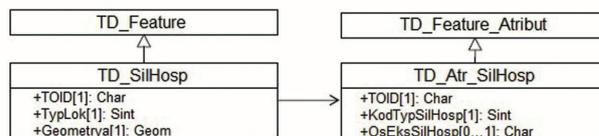


Рис. 1. Представление типа «Сельскохозяйственные угодья»

Таблица 1

Атрибутивные данные типа «Сельскохозяйственные угодья»

Название атрибута	Техническое название	Тип данных	Количество символов	Статус
TOID	Индикатор топографического объекта	Char	16	Основной
KodTypSilHosp	Код типа сельскохозяйственных угодий	Sint	2	Основной
OsEksSilHosp	Особенности эксплуатации сельскохозяйственных угодий	Char	255	Не основной

В данной модели также присутствуют специфические классы, которые не описаны в отраслевом стандарте. Для модели все ключевые элементы должны иметь четко определенную структуру и набор атрибутов. С этой целью разработаны следующие представления типов объектов (рис. 2, 3, табл. 2, 3).

Все классы пространственных объектов при необходимости могут быть дополнены необходимыми атрибутами.

Для достижения цели исследования нами разработана геоинформационная модель для создания проектов землеустройства по обеспечению эколого-экономического обоснования севооборота и упорядочения

угодий. Модель разработана на базе программного средства ArcGIS 10.1.

Структурно-логическая схема модели представлена на рис. 4 и включает три основных блока:

- 1 – Блок первичных данных;
- 2 – Блок обработки данных;
- 3 – Блок представления результатов.

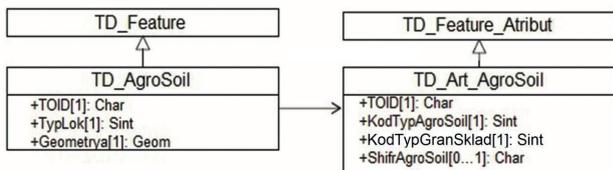


Рис. 2. Представление типа «Агропроизводственные группы почв»

Таблица 2

Атрибутивные данные типа «Агропроизводственные группы почв»

Название атрибута	Техническое название	Тип данных	Количество символов	Статус
TOID	Индикатор топографического объекта	Char	16	Основной
KodTypAgroSoil	Код типа агропроизводственных группы почв	Sint	1	Основной
KodTypGranSklad	Код типа гранулометрический состав почв	Sint	1	Основной
ShifrAgroSoil	Шифр агропроизводственных группы почв	Char	5	Неосновной

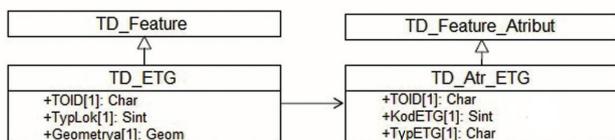


Рис. 3. Представление типа «ЭТГ»

Таблица 3

Атрибутивные данные типа «Эколого-технологические группы»

Название атрибута	Техническое название	Тип данных	Количество символов	Статус
TOID	Индикатор топографического объекта	Char	16	Основной
KodETG	Код ЭТГ	Sint	1	Основной
TypETG	Тип ЭТГ	Char	2	Неосновной



Рис. 4. Структурно-логическая схема построения геоизображения ЭТГ

Блок первичных данных. В модели они представлены как векторные модели рельефа, агропроизводственных групп почв и контуров полей. Основными критериями исходных данных являются однотипность и стандартизация информации.

Блок обработки данных обеспечивает:

1. Создание класса пространственных объектов на основе объединения агропроизводственных групп почв и класса «крутизны склонов», созданного на основе данных модели рельефа местности; образованные классы содержат объекты, которые разделены в зависимости от склона и смытости агропроизводственных групп почв.
2. Выделение ЭТГ. С этой целью для каждого класса ЭТГ создаётся отдельная ветвь модели, которая имеет следующие параметры (табл. 4). Объединение классов ЭТГ в один класс.
3. Генерализация данных.

Таблица 4

Основные параметры разделения земель на классы ЭТГ [17]

Класс эколого-технологических групп	Параметры по склону	Параметры по почвам
Ia	До 1°	Полнопрофильные почвы
Iб	От 1° до 3°	Полнопрофильные и слабоэродированные почвы
II	От 3° до 5°	Слабо и среднеэродированные почвы
III	Больше 5°	Средне и сильноэродированные почвы

Блок представления результатов. Результаты представляются, как набор геоинформационных моделей на основе создания класса пространственных объектов, которые отвечают трём критериям.

В качестве объекта моделирования выбрана территория производственного подразделения «Великоснетинское научно-исследовательское хозяйство им. А.В.Музыченко» Национального университета биоресурсов и природопользования Украины.

Схема алгоритма создания геоизображения эколого-технологических групп пахотных земель представлена на рис. 5.

Первый блок предусматривает предварительную обработку данных, в том числе приведение исходных данных к единой системе координат (рис. 6).

Второй блок «Блок обработки данных» служит для получения геоизображения ЭТГ и включает: создание картограммы крутизны склонов по данным TIN-модели (рис. 7); переклассификацию модели крутизны

склонов в соответствии с требованиями (табл. 4); генерализацию геоизображения ЭТГ (рис. 8).

Блок представления результатов предназначен для приведения полученных данных в удобный для пользователя формат.

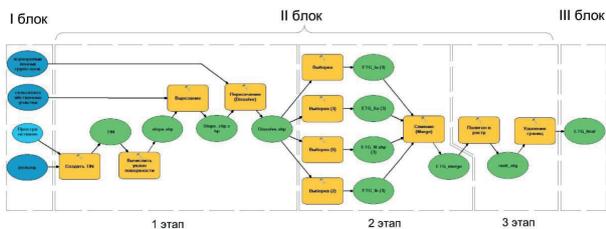


Рис. 5. Схема алгоритма создания геоизображения ЭТГ

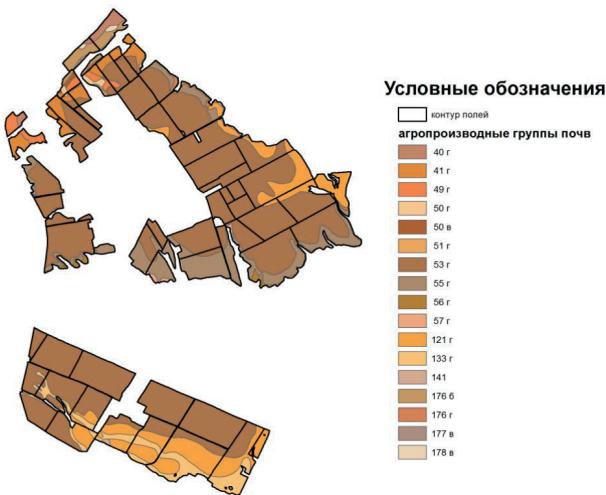


Рис. 6. Исходные данные модели (векторное изображение агропроизводственных групп почв и контуры полей)

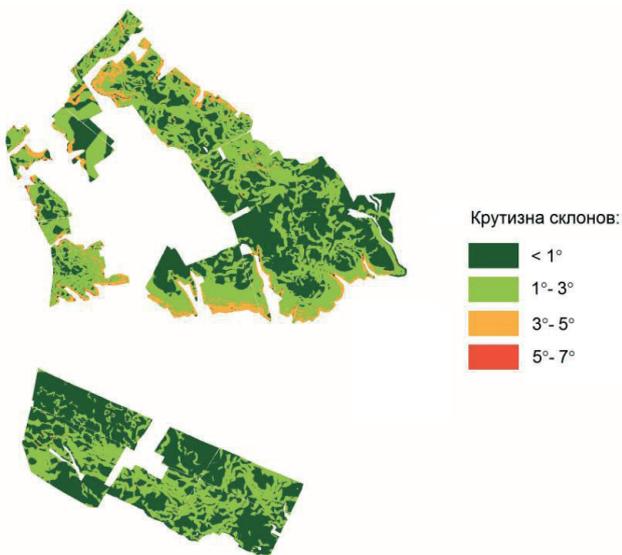


Рис. 7. Картограмма крутизны склонов

Модели определяют площади и локализацию классов ЭТГ, которые служат для последующего проектирования севооборотов. В табл. 5 представлены площа-

ди эколого-технологических групп пахотных земель территории, полученные на основе работы алгоритма, а также типы рекомендуемых севооборотов, наборов культур и мероприятий.



Рис. 8. Геоизображение ЭТГ после генерализации

Таблица 5

Площади ЭТГ по результатам работы модели

Класс эколого-технологических групп земель	Площадь, га	Типы применяемых севооборотов
Ia	1139,15	Интенсивное земледелие, овощеводство, севооборот с пропашными культурами
Iб	1457,20	Интенсивное земледелие, севооборот с пропашными культурами
II	442,60	Почвозащитное земледелие или временная консервация, севообороты с культурами сплошного посева или залужение
III	0,77	Использование под природные угодья, залужение или залеснение

6. Выводы

Разработанный алгоритм создания геоизображения эколого-технологических групп пахотных земель позволяет существенно сократить сроки анализа пространственных данных для принятия проектных решений, проведения проектных работ и позволяет унифицировать проектную документацию.

Результаты исследований могут использоваться для автоматизации ряда этапов при разработке проектов землеустройства по обоснованию севооборотов.

Перспективы дальнейших исследований предусматривают разработку схемы пространственной организации агроландшафта для обеспечения почвозащитных мероприятий.

Литература

1. Програма використання та охорони земель у Київській області на період 2012-2016 роки [Электронный ре-

- курс] / Головне управління Держземагентства у Київській області. – Режим доступу: \www/ URL: <http://www.kievlzem.org/int.php?page=708> /– 15.05.2012 г. – Загл. с экрана.
2. Варшанина Т. П. Интегрированная ГИС региона (на примере республики Адыгея) [Текст] / Т. П. Варшанина, О. А. Плисенко. – М.: Издат. Дом «Камертон», 2011. – 397 с. – ISBN 978-5-904142-04-9
 3. Ольшевский, А. В. Геоинформационное моделирование агроландшафтов Белорусского полесья [Текст] / А. В. Ольшевский // Вестник БГУ. – 2009. – №2. – С. 71–75.
 4. Ольшевский, А. В. Геоинформационное моделирование как основа автоматизации разработки схем землеустройства [Текст] / А. В. Ольшевский // Земля Беларуси: научно–производственный журнал. – 2012. - № 3. –С. 38–41.
 5. Ольшевский, А. В. Использование пространственных систем поддержки принятия решений при планировании землепользования [Текст] / А. В. Ольшевский // Земля Беларуси: научно–производственный журнал. – 2012. –№ 2. – С. 42–45.
 6. Фоменко, П. Н. Геоинформационное обеспечение организации земель при внутривозьезном землеустройстве [Текст] / П. Н. Фоменко // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F, Строительство. Прикладные науки: научно–теоретический журнал. – 2012. –№8. – С. 154–159.
 7. Червань, А. Геосистемный подход к планированию использования земельных ресурсов в условиях Припятского Полесья [Текст] / А. Червань, Е. Гарцуева // Земля Беларуси: научно–производственный журнал. – 2012. – № 2. – С. 31–34.
 8. Sohl, T. L. A land–use and land–cover modeling strategy to support a national assessment of carbon stocks and fluxes [Text] / Terry L. Sohl, Benjamin M. Sleeter, Zhiliang Zhuc, Kristi L. Sayler, Stacie Bennett, Michelle Boucharde, Ryan Reker, Todd Hawbaker, Anne Weinb, Shuguang Liua, Ronald Kanengieter, William Acevedo //Applied Geography. –2012. – №34. – С. 111–124.
 9. Yu–Pin, Lin. Predictive ability of logistic regression, auto–logistic regression and neural network models in empirical land–use change modeling–a case study [Text] /Yu–Pin Lin, Hone–Jay Chu, Chen–Fa Wu, Peter H. Verburg // International Journal of Geographical Information Science – 2011. – Т. 25, № 1. –С. 65–87.
 10. Карпінський, Ю. О. Еталонна модель бази топографічних даних [Текст] / Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко, Р. В. Рунець // Вісник геодезії та картографії. – 2010. – №2. – С. 28–36.
 11. Карпінський, Ю. О. Концептуальні засади оцінювання та забезпечення якості геопросторових даних [Текст] / Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко, М. В. Горковчук // Вісник геодезії та картографії. – 2012. – №4. – С. 33–42.
 12. Добряк, Д. С. Методичні рекомендації щодо складання проектів землеустрою, що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозміни та впорядкування угідь [Текст] / Д. С. Добряк, Ш. І. Ібатуллін, М. І. Шквир [та ін.] // Землеустрій і кадастр. – 2005. – №2. – С. 143–152.
 13. Ібатуллін, Ш. І. Використання маржинального аналізу в оцінці земельних ділянок сільськогосподарського призначення [Текст] / Ш. І. Ібатуллін // Вісник ХНАУ. – 2004. – С. 26–28.
 14. Ібатуллін, Ш. І. Просторовий фактор у розвитку сільського господарства [Текст] / Ш. І. Ібатуллін // Економіка АПК. – 2007. – №11. – С. 150–153.
 15. Справка ArcGIS 10.1 [Электронный ресурс] / ArcGIS resources. – Режим доступу: <http://resources.arcgis.com/ru/help/main/10.1/#/na/00qn0000001p000000> /– 10.07.2013 г. – Загл. с экрана.
 16. Дорош, Й. М. Проекти землеустрою, що забезпечують еколого–економічне обґрунтування сівозміни та впорядкування угідь, як запорука сталого землекористування сільськогосподарських підприємств [Текст] / Й. М. Дорош, М. П. Стецюк // Вісник Львівського національного аграрного університету: економіка АПК. – 2010. – № 17 (1). – С. 92–98.
 17. Тараріко, О. Г. Каталог заходів з оптимізації структури агроландшафтів та захисту земель від ерозії [Текст] /О. Г. Тараріко, В. М. Москаленко; Інститут агроекології и біотехнології. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. –60 с.