

УДК 528.9+632.15+332.37:334.012.12

## ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА СИСТЕМЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ В ХЕРСОНСКОЙ ОБЛАСТИ

*Крета Д.Л., Перминова С.Ю.*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского «ХАИ», г. Харьков,  
Киевский национальный университет строительства и архитектуры  
E-mail: DimK@ai.kharkov.com, perminova82@mail.ru.*

В статье рассмотрены технологические аспекты синтеза геоинформационной системы управления экологической безопасностью на территории Херсонской области. Приведены сведения об особенностях процессов формирования баз данных в среде ArcGIS 9.1 и последующей визуализации их составляющих в картографической модели “Экологическая карта Херсонской области”.

*Ключевые слова:* геоинформационные системы (ГИС), картографическая модель, управление экологической безопасностью, подтопление земель, потенциально опасные объекты.

### ВВЕДЕНИЕ

Актуальность создания ГИС картографического обеспечения управления экологической безопасностью в Херсонской области связана с наличием на её территории комплекса сложных экологических проблем. Современные геоинформационные технологии открывают принципиально новые возможности поддержки решений в области их практического решения, поскольку визуализацией геопространственных данных средствами ГИС обеспечивается гармонизация множества структур баз данных в единое, объектно-ориентированное информационное поле. При этом простота наглядного представления данных соизмерима со сложностью построения запросов при формировании многоуровневой структуры поддержки принятия решений.

Известные аналоги проблемно-ориентированных ГИС [1, 2] уже продемонстрировали высокую эффективность их применения при решении широкого круга задач охраны природы и управления природопользованием на областном уровне. В данной статье рассмотрены практические аспекты синтеза геоинформационной системы поддержки решений в сфере управления экологической безопасностью в Херсонской области на базе программного пакета ArcGIS 9.1.

Доминирующей проблемой в области является подтопление земель – процесс повышения уровня грунтовых вод и увлажненности пород зоны ненасыщенной фильтрации, который усложняет нормальную эксплуатацию хозяйственных объектов и жизнедеятельность [3].

Согласно официальным данным, площадь подтопленных земель на территории Херсонской области по состоянию на 2006 год составляла 7790 км<sup>2</sup> или 27% площади области (в сравнении с 17% в 1982 г.). По данным последних лет от

подтопления по области, в той или иной мере, страдают 214 населенных пунктов [6]. Как следствие - ухудшение состояния окружающей природной среды. Особенно подвержены влиянию негативных воздействий процесса потопления геологическая и гидрогеологическая среда, а также почвенный покров, где из-за поднятия уровней грунтовых вод получают развитие процессы эрозии, засоления и заболачивания почв; увеличивается растворимость и ускоряется миграция загрязняющих веществ и возбудителей заболеваний; происходит снижение прочности лессовых и лессово-суглинистых пород и оснований жилых и промышленных объектов, в т.ч. потенциально опасных; активизируются процессы сдвигов.

Это, в свою очередь, создает неблагоприятные условия для проживания населения, наносит значительный материальный ущерб народному хозяйству, становится причиной утраты объектов природно-заповедного фонда, памятников археологии и архитектуры и представляет особую угрозу функционированию экологически опасных объектов.

Созданная геоинформационная система призвана стать эффективным инструментом для оптимизации экологической ситуации в Херсонской области.

#### **1. ИСТОЧНИКИ И ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ФОНДА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ХЕРСОНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Тематическое содержание ГИС обычно определяется характером и предметной направленностью прикладных задач, реализуемых на её информационном поле. При этом должен соблюдаться принцип новых задач, состоящий в достижении возможностей открывать неизвестные ранее закономерности взаимодействия систем и объектов. Формирование информационного фонда геоинформационной системы Херсонской области осуществлялось с учетом этих позиций с акцентом на доминирующую проблему региона – подтопление земель.

Основной массив данных, использовавшихся при наполнении тематического содержания ГИС, был предоставлен Херсонским Региональным Южно-Днепровским филиалом Государственного экологического института (при Министерстве охраны окружающей природной среды), Херсонским государственным аграрным университетом, Госуправлением экоресурсов Херсонской области, а также Министерством чрезвычайных ситуаций Украины. Техническая поддержка по внедрению имеющейся информации в структуру ГИС осуществлялась при содействии Государственного научно-производственного центра “Природа”.

Новые данные наносились на электронную топографическую карту М 1:200 000 Министерства чрезвычайных ситуаций Украины. Формирование баз данных производилось из следующих источников:

- бумажных носителей (топографические карты различного масштабного ряда, номенклатуры и направленностей, специализированные топопланы и экологические карты-схемы);
- электронных карт и топографических основ (шейп-файлы с визуальной и атрибутивной геопривязанной информацией);

- атрибутивных данных, преобразованных в электронные таблицы, с последующей конвертацией в форматы ГИС;

- банков данных оперативных и архивных космических снимков;

Бумажные носители, перед подключением в среду геоинформационной системы, преобразовывались в цифровые форматы. Конвертация может выполняться сканирующим устройством или цифровой фотокамерой высокого разрешения. Одной из основных проблем, возникающих при использовании картографических материалов на твердых копиях в формировании геоинформационной системы была привязка растровых изображений к топографической основе с высокой степенью точности.

Самым простым решением, в данном случае, являлось использование координатной сетки на карте. Если сетка присутствовала только на рамке, возникала необходимость ручной прорисовки в любом графическом редакторе. Для геопривязки необходимо было подключить растровую карту (File\Add Data) и вызвать панель привязки View\Toolbars\Georeferencing (рис. 1).

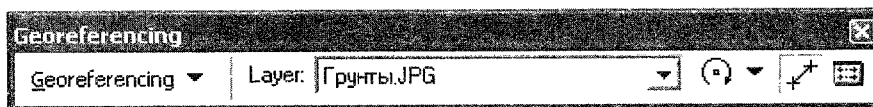


Рис. 1 - Панель привязки растровых изображений

С помощью инструмента привязки (предпоследняя кнопка), нажимая на пересечение координатных линий (или любой другой точке с известными координатами) на карте при повторном щелчке в любом месте правой кнопкой и выборе "Input X Y", вводились координаты точки (рис.2).

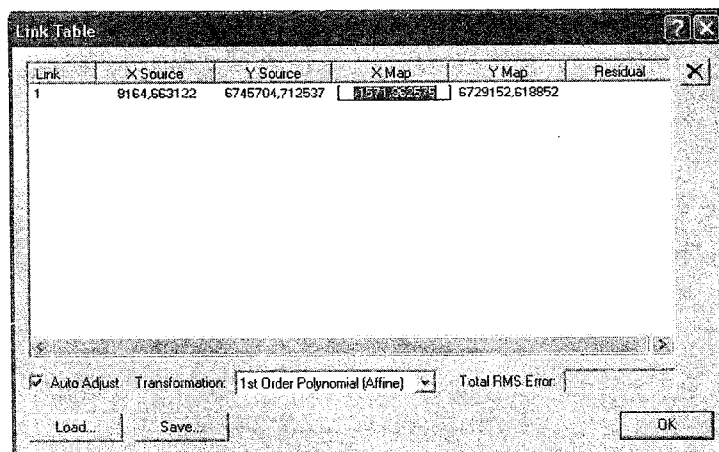


Рис. 2 – Окно таблицы координатных привязок

Координаты вводились в формате DD.DDDDD (десятичные градусы). Когда рабочий материал не содержал координатной сетки, привязка осуществлялась по опорным точкам. В качестве опорных точек выбирались наиболее характерные

объекты: пересечения крупных дорог, железнодорожного полотна, границы водоемов и водохранилищ, границы полей и лесов. Проверка точности привязки осуществлялась по сетке разграфки топокарт определенного масштаба. Для этого в ArcGIS загружалась привязанная топокарта и открывался файл разграфки с предварительно рассчитанной сеткой топокарт. После этого в точках пересечения параллелей и меридианов оценивалась точность совпадения с сеткой файла разграфки.

Рассмотрим возможные реализации создания тематических слоев:

– Ручная векторизация путем оконтуривания привязанных объектов растрового изображения. На исходных материалах цифровых карт масштаба 1:100 000 все графические объекты и элементы, имеющие размеры меньше одного миллиметра упрощались. Так, полигональный объект с шириной меньше 1 мм, превращался в линейный; полигональный объект, ширина и высота которого не превышали 1 мм, превращался в точечный. В результате такого упрощения существенно изменялся внешний вид карты при ее визуализации.

– Автоматическое преобразование по средствам функции трансформации ArcGIS 9.1 Tools/Add XY Data атрибутивных данных (рис.3). Большое количество пространственных материалов ведомств и управлений поступали в табличном виде с информацией о местоположении объекта в GPS координатах. Степень точности нанесения этих объектов на карту зависела от степени точности измерения приемника и от корректности перевода в координатную систему электронной карты.

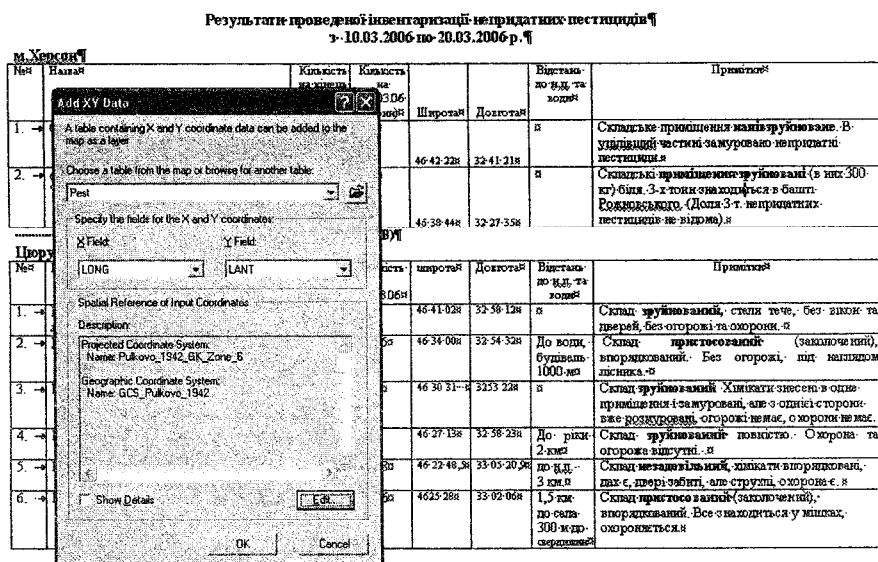


Рис. 3 – Пространственные объекты в табличном виде с GPS координатами и их автоматический перенос на карту

Автоматизированная векторизация предварительно обработанного изображения, степень точности которой задавалась параметром Cell Size. При автоматизированной векторизации основное внимание уделялось предварительной обработке изображения. Принцип данного метода основан на выделении линии при

переходе двух цветов, поэтому на снимке оставляют объекты только одного класса (точечные, линейные, полигонные), и окрашивают снимок в два цвета (обычно черный и белый, хотя возможны исключения). Ниже представлен пример окна автоматической векторизации растрового изображения в площадные объекты (рис.4);

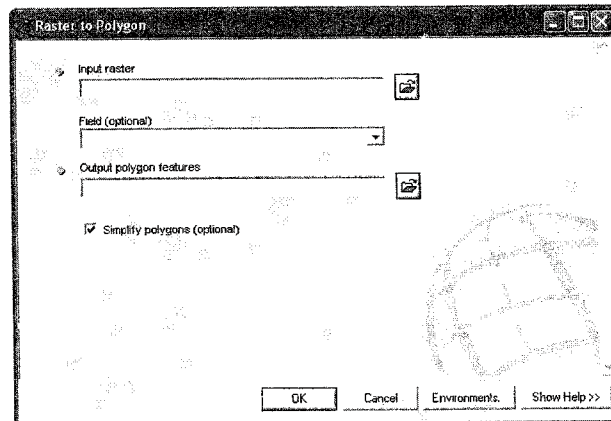


Рис. 4 Окно автоматической векторизации растрового изображения в полигонные объекты

— Конвертация данных CAD-систем (computer-aided design автоматизированное проектирование). Часть данных поступала в виде векторной информации спроектированной в CorelDraw. Результат конвертации представлен на рисунке 4. После преобразования производилась привязка объектов. Самый простой способ - перенос, изменение размеров и поворот объектов с последующим их совмещением с уже привязанными объектами. Степень точности выходного материала напрямую зависит от точности создания входных материалов CAD проектов, так как привязку векторных данных осуществляли введением координат переноса. Погрешности возникали при стыковке различных координатных систем.



Рис. 5 Результат конвертации CAD-объекта в объекты ГИС - платформы

Для актуализации природно-ландшафтной информации и урбанизированных территорий использовались космические снимки. На рисунке 6 приведен фрагмент картографического материала, актуализированного по материалам космической съемки. Следует разделять понятия "технический масштаб" (зависящий от свойств камеры и носителя) и "эффективный масштаб" (зависящий от многих факторов и определяющий возможность дешифрирования снимка). Последний подробно описан в книге В.И. Кравцовой «Генерализация аэрокосмического изображения: Континуальные и дискретные снимки» [8].

Известно, что определение масштаба по фотографическим снимкам непосредственно зависит от фокусного расстояния камеры [ $f$ ] и высоты полета носителя [ $H$ ] ( $1/m = f/H$ ). Для сканерных снимков измерение масштаба соотносится с техническими характеристиками сканера. На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что информативность снимка зависит не только от пространственного разрешения, а в основном от масштаба. Например, многозональные снимки АWHRR с пространственным разрешением в 1000 на 1000 м. определяют наличие объектов (лесных пожаров) на площадках в сотни квадратных метров, в то же время при правильной маскировке на снимках высокого разрешения невозможно найти крупные военные объекты.

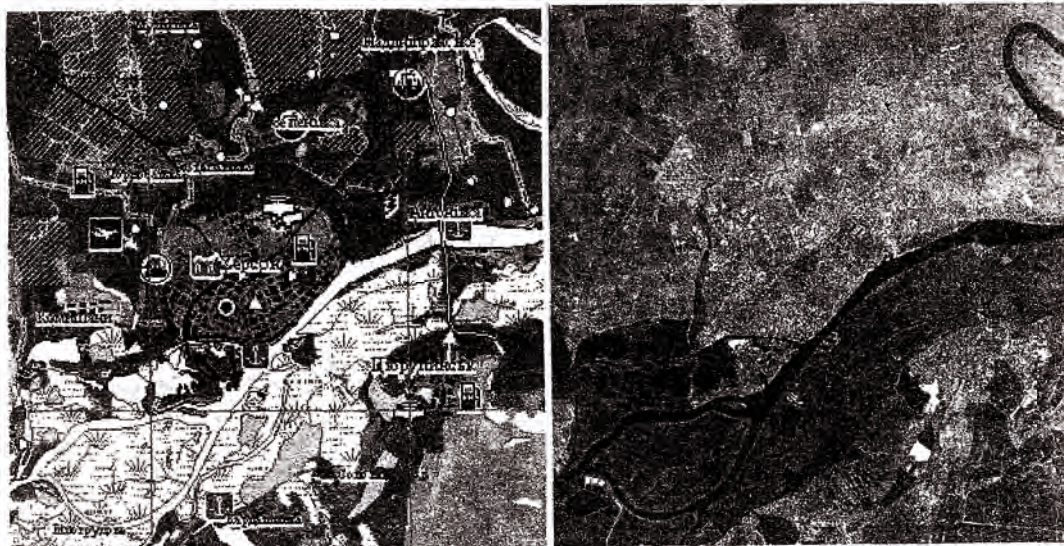


Рис. 6 - Актуализация информации по данным космической съемки

## 2. СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННОГО ФОНДА ГИС ХЕРСОНСКОЙ ОБЛАСТИ

В структуре информационного фонда рассматриваемой системы традиционно выделены базовые и тематические слои.

1. В базовых слоях содержится информация, которая обычно отображается на стандартных топографических картах соответствующего масштаба (в данном случае, 1: 200000): контуры границ районов; гидрографическая сеть (моря, реки, водохранилища, озера, пруды); населенные пункты; коммуникации (отнесены к блоку тематической информации вследствие соответствия категории потенциально опасных объектов); дороги; растительный покров; объекты природно-заповедного фонда и культурного наследия; надписи.

2. Тематические слои данной ГИС представлены следующими:

2.1. Объекты техногенного влияния на окружающую среду

*2.1.1. Коммуникации: автострады; нефтепроводы; газопроводы; железные дороги; ЛЭП; аэродром; порты.*

*2.1.2. Объекты локального техногенного воздействия: хозяйственно-бытовые стоки; скотомогильники; АЗС; свалки хозяйственно-бытовых и промышленных отходов; неорганизованные склады горюче-смазочных материалов; поля фильтрации промышленных и коммунальных предприятий, с/х объектов и комплексов; промышленные стоки; стоки животноводческих комплексов.*

*2.1.3. Объекты энергетического комплекса: газораспределительные станции; Каховская ГЭС; тепловые электростанции.*

*2.1.4. Предприятия, использующие СДЯВ: аммиак, хлор; сероводород.*

*2.1.5. Сельскохозяйственные объекты: животноводческие комплексы и фермы; склады непригодных пестицидов; склады удобрений и ядохимикатов.*

*2.1.6. Сбросы сточных вод: промышленных предприятий; коммунального хозяйства; сельскохозяйственных объектов.*

*2.1.7. Объекты водохозяйственного комплекса: каналы; ирригационно-магистральные каналы; коллекторно-дренажная сеть; дренируемые участки территории; орошаемые земли; участки "малого" орошения, "спутники"; главные насосные станции.*

2.2. Уровни грунтовых вод: подтапливаемая зона (0-2,5 м); периодически подтапливаемая зона (2,5-3,5 м); неподтапливаемая зона (больше 3 м).

2.3. Памятки археологии (в первую очередь, подверженные процессам разрушения вследствие нахождения на подтопленном участке территории).

2.4. Динамика подтопления территорий области (1982-2005 г.).

2.5. Типы почв

2.6. Распаханность территории

2.7. Потери гумуса.

На сегодня разрабатывается также создание нового тематического слоя в структуре рассматриваемой ГИС, на котором предполагается отразить влияние расположения в зоне санитарной охраны питьевых водозаборов источников их возможного загрязнения. На основании определения расстояния между и водозабором, по известным методикам [9] проводится расчет времени продвижения загрязняющих агентов до подземного водозабора. Полученное

расчетное время сравнивается с нормативным и делается вывод о возможности или невозможности эксплуатации водозабора в течение срока, утвержденного без учета подтопления близлежащих территорий.

### 3. СИНТЕЗ ВЕРСИИ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ “ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ХЕРСОНСКОЙ ОБЛАСТИ” НА БУМАЖНОМ НОСИТЕЛЕ

На основе информационного фонда ГИС - картографического обеспечения управления экологической безопасностью на территории Херсонской области в условиях доминирующей угрозы - подтопления земель, создана и отпечатана на Киевской военной картографической фабрике “Экологическая карта Херсонской области” М 1:200000 тиражом 1200 экземпляров (рис.7).

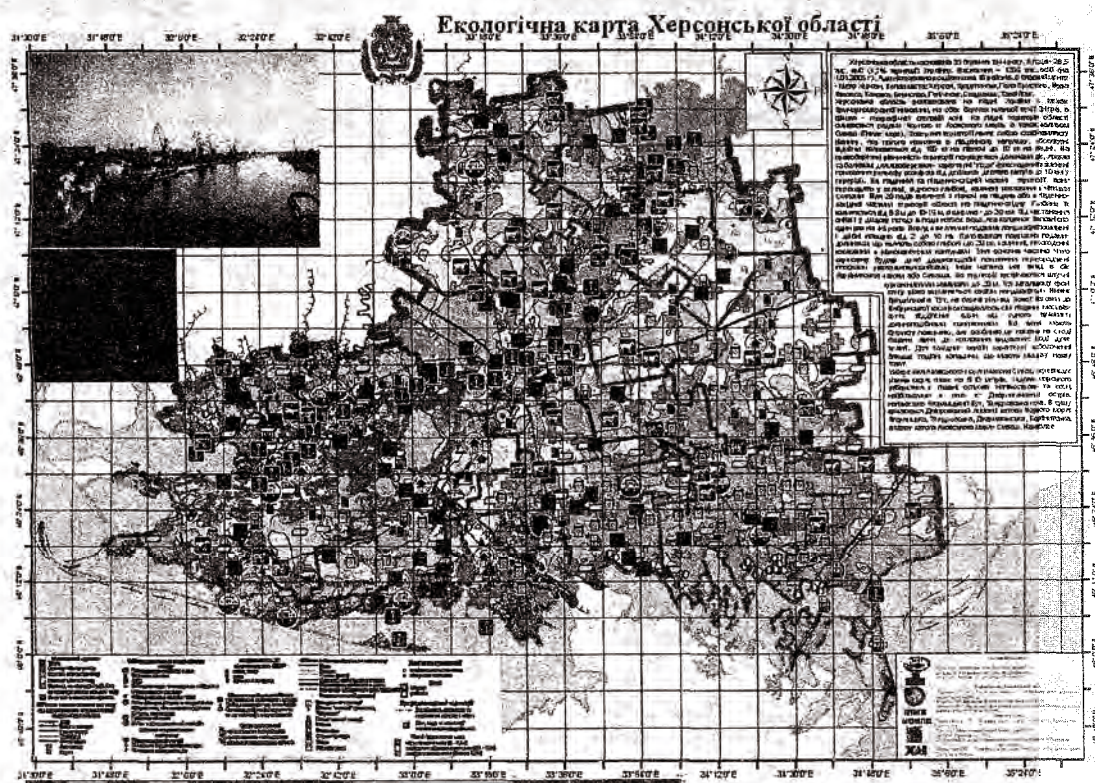


Рис.7 - Экологическая карта Херсонской области М 1:200000

Основное содержание карты представлено слоями соответствующей ГИС, перечисленными в пунктах 1 - 2.3. (см. выше). На оборот карты помещена информация о состоянии окружающей природной среды Херсонской области. Сюда вошла информация, которая усложнила бы восприятие основной карты вследствие ее перегрузки, а также та информация, которую не представлялось возможным или целесообразным графически интерпретировать на фоне основной карты. А именно:



текстовая информация, характеризующая состояние компонентов окружающей среды (почв, атмосферы, поверхностных и подземных вод), а также проблему подтопления (причины, следствия и возможные способы борьбы с ней); картографическая информация - представлена вынесенными слоями ГИС, не вошедшими в основную карту (п/п 2.4-2.7); диаграммы и графики.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований создана геоинформационная система, позволяющая:

- повысить эффективность принятия управленческих решений в сфере водопользования области, в т.ч. питьевого и технического водоснабжения, а также в условиях чрезвычайных ситуаций;

- обеспечить картографическими материалами научно-исследовательские работы, в первую очередь, носящие экологическую направленность, практическую природоохранную деятельность и экологическое образование.

В структуре созданной геоинформационной системы, в рамках ее функциональных возможностей, заложены предпосылки для создания нового слоя, позволяющего проводить анализ влияния подтопления потенциальных источников загрязнения подземных вод на сокращение утвержденного проектного времени их эксплуатации.

На основе информационного фонда синтезированной геоинформационной системы издана картографическая модель "Экологическая карта Херсонской" области тиражом 1200 экземпляров. Созданная ГИС нашла практическое применение в деятельности ряда государственных организаций (Херсонская облгосадминистрация, Херсонское облгосуправление охраны окружающей природной среды, Институт проблем национальной безопасности СНБУ), в учебном процессе образовательных заведений (Херсонский государственный аграрный университет, Херсонский государственный университет, Киевский национальный университет строительства и архитектуры). Карта используется также в научно-исследовательских и природно-заповедных организациях, образовательных заведениях, библиотеках, общественных и политических экологических организациях, (Херсонские облсовет, облгосадминистрация, горсовет и исполком, госуправление охраны окружающей природной среды, областная санитарно – эпидемиологическая станция и др).

### Список литературы

1. Красовський Г.Я, Петросов В.А. Інформаційні технології космічного моніторингу водних екосистем і прогнозу водоспоживання міст. – Київ: Наукова думка, 2003. – 224 с.
2. Сучасні технології управління екологічною та інформаційною безпекою територій /Матеріали 4 міжнар. Науково-практичної конфер., Крим – Київ-Харків /. - 251 с.
3. Метод. рекомендації по расчётам защиты территорий от подтопления и затопления в зоне орошения /Минводхоз УССР, Инст гидромеханики АН УССР, Укргипроводхоз/ – Киев: 1986. – 392 с.
4. Петрук В.Г., Володарський Є.Є., Мокін В.Б. Основи науково-дослідної роботи. – Вінниця: Універсум, 2006. – 143 с.
5. Ромашенко М.І., Драчинська Е.С., Шевченко А.М. Інформаційне забезпечення зрошувального землеробства. – Київ: Аграрна наука, 2005. – 191 с.

6. Відп. виконавець Бабенко О.В. Інформація про стан навколишнього природного середовища Херсонської області / Держуправління екоресурсів в Херсонській області / . –Херсон, 2006. - 136 с.
7. Струман В.И. Экологическое картографирование. – Москва: Аспект пресс, 2003. - 250 с
8. В.И. Кравцова в книге Генерализация аэрокосмического изображения: Континуальные и дискретные снимки. М.: Изд-во МГУ, 2000. 256 с.
9. Орадовская А.Е., Лапшин Н.Н. Санитарная охрана водозаборов подземных вод. – М.:Недра, 1987. - 167 с.

**Крета Д.Л., Перминова С.Ю. Аспекти реалізації функціональних можливостей платформи ArcGIS 9.1 при створенні геоінформаційної системи забезпечення управління екологічною безпекою в Херсонській області // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. – 2007. – Серія «Географія». - Т. 20 (59).- № 1. - С. 89-98.**

Дано характеристику природних вогнищ кліщового енцефаліту в Криму. Встановлено приуроченість вогнищ до передгірної лісостепової зони. Найбільш оптимальними умовами активізації кліщів є підвищена температура й вологість. Показано можливість використання геоінформаційних технологій як допоміжного методу при оцінці впливу клімато-географічних факторів на довгострокове існування природних вогнищ кліщового енцефаліту в Криму.

**Ключові слова:** кліщовий енцефаліт, природне вогнище, клімато-географічний фактор

**Kreta D.L., Perminova S.Y. Aspects of platform ArcGIS 9.1 functionalities realization at creation of geoinformation control system by ecological safety in territory of the Kherson area // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. – 2007. – Series «Geography». – V. 20 (59). - № 1. – С. 89-98.**

The problem-oriented geoinformation control system by ecological safety in territory of the Kherson area creation process is resulted. Stages of the databanks gathering and association and visualization in ArcGIS 9.1 are described. On the basis of the GIS the cartographical model "The Ecological map of the Kherson area " was generated and edited.

*Поступила в редакцію 27.04.2007г.*