



# УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

ТАВРИЧЕСКОГО  
НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА  
им. В. И. Вернадского

*Серия "География"*

Том 16 (55) № 2

СИМФЕРОПОЛЬ

2003

# **УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ**

**ТАВРИЧЕСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО  
УНИВЕРСИТЕТА им. В.И.ВЕРНАДСКОГО**

**Том 16 (55). - № 2 :**  
Серия «География».

Симферополь, Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, 2003 г.  
Журнал основан в 1918 г.

**Редакционная коллегия:**

Багров Н. В. – главный редактор  
Бержанский В. Н. – заместитель главного редактора  
Ена В. Г. – ответственный секретарь

**Редакционный совет:****Физические науки**

Бержанский В. Н. (редактор отдела),  
Воляр А. В., Минца Ю. Н.,  
Пономаренко В. И.,  
Терез Э. И.

**Математические науки**

Донской В. И., Копачевский Н. Д.  
(редактор отдела), Кужель А. В.,  
Персидский С. К.,  
Чехов В. Н.

**Биологические науки**

Коренюк И. И., Мананков М. К.,  
Сидякин В. Г., Темуриянц Н. А.,  
Юрахно М. В. (редактор отдела)

**Химические науки**

Дрюк В. Г., Коношенко С. В.,  
Федоренко А. М., Чирва В. Я.  
(редактор отдела), Шульгин В. Ф.

**Экономические науки**

Ефремов А. В., Крамаренко В. И.,  
Кудряшов А. П., Нагорская М. Н.,  
Умковская Т. Я., Подсолонко В. А.  
(редактор отдела)

**Географические науки**

Боков В. А. (редактор отдела),  
Ломакин П. В., Олиферов А. Н.,  
Пистун Н. Д., Позаченюк Е. А.,  
Тарасенко В. С., Топчиев А. Г.

**Филологические науки**

Казарин В. П. (редактор отдела),  
Киречек П. М., Меметов А. М.,  
Новикова М. А., Орехова Л. А.,  
Петренко А. Д.  
Рудяков А. Н.

**Исторические науки**

Айбабни А. И., Буров Г. М.,  
Дементьев Н. Е., Урсу Д. П.,  
Филимонов С. Б., Юрченко С. В. (редактор  
отдела)

**Философские науки**

Берестовская Д. С., Лазарев Ф. В. (редактор  
отдела), Мартынюк Ю. Н., Николко В. Н.,  
Шоркин А. Д.

**Политические науки**

Артюх П. И., Габриелян О. А.  
(редактор отдела), Кашенко С. Г.,  
Хрисенко П. А.,  
Швецова А. В.

**Педагогические науки**

Апатов А. В., Глузман А. В.  
(редактор отдела), Заслуженюк В. Н.,  
Игнатенко Н. Я.,  
Калин В. К.

© Таврический национальный университет, 2003 г.

Подписано в печать 20.05.2003 Формат 70x100 1/16

16,5 усл. п. л. 18,3 уч.-изд. л. Тираж 500. Заказ № 372.

Отпечатано в информационно-издательском отделе ТНУ.

ул. Ялтинская, 4, г. Симферополь, 95007

"Ученіе записки Таврического національного університету ім. В. І. Вернадського"

Науковий журнал. Том 16(55). №2. Географія.

Сімферополь, Таврійський національний університет ім. В. І. Вернадського, 2003

Журнал заснований у 1918 р.

Адреса редакції: вул. Ялтинська, 4, м. Сімферополь, 95007

Надруковано у інформаційно-видавничому відділі Таврійського національного університету

ім. В. І. Вернадського. Вул. Ялтинська, 4, м. Сімферополь, 95007

УДК 528.94

## ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ БАГАТОРІВНЕВИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

*к.т.н. Барладін О.В., Городецький Є.М., Нетреба А.В.*

При створенні багаторівневих геоінформаційних систем першочерговою проблемою для вирішення є організація алгоритмічної структури взаємодії геокодованих даних, даних із зовнішніх баз, різних спеціалізованих підпрограм та математичних методів вирішення широкого спектру задач оцінювання, моделювання. Наявні пакети для роботи з ГІС пропонують великий клас програмних продуктів для багатьох напрямків практичного застосування, але все ж таки вони більше призначені саме для розробки геоінформаційних систем, і тому є потужними технологічними засобами розробника.

Водночас зазначимо, що спеціалізовані ГІС, як правило, потребують наявності не загальнотехнологічного інструмента розробки, за допомогою якого можна вирішити конкретне завдання, а індивідуально підготовленого програмного зособу, орієнтованого на певну інформаційну базу даних та картографічні матеріали. Тому розробка спеціалізованого програмного забезпечення є цілком виправданою, оскільки дозволяє якнайкраще програмно реалізувати індивідуальні підходи до створення певної ГІС, та економічно доцільною, адже нерационально купувати дорогі додаткові доповнення до пакету розробки ГІС, якщо наперед відомо, що більшість їх можливостей майже не буде використовуватись.

Будь-яке спеціалізоване програмне забезпечення має будуватись із урахуванням його технологічних функцій модульності, потенційної розширюваності, що забезпечує можливість підбору оптимальної конфігурації ГІС-проекту для вирішення кожної задачі або зміни загальних вимог до нього. Поряд з цим необхідно передбачити взаємодію з іншими наявними ГІС (наприклад частковими, підсистемними, відомчими для обміну даними) та можливість спільного використання різнотипних інтегрованих даних разом із іншими ГІС. Не менш важливою за рівнем значимості є проблема інформаційного забезпечення (наповнення інформацією банків даних) як основи геоінформаційних систем.

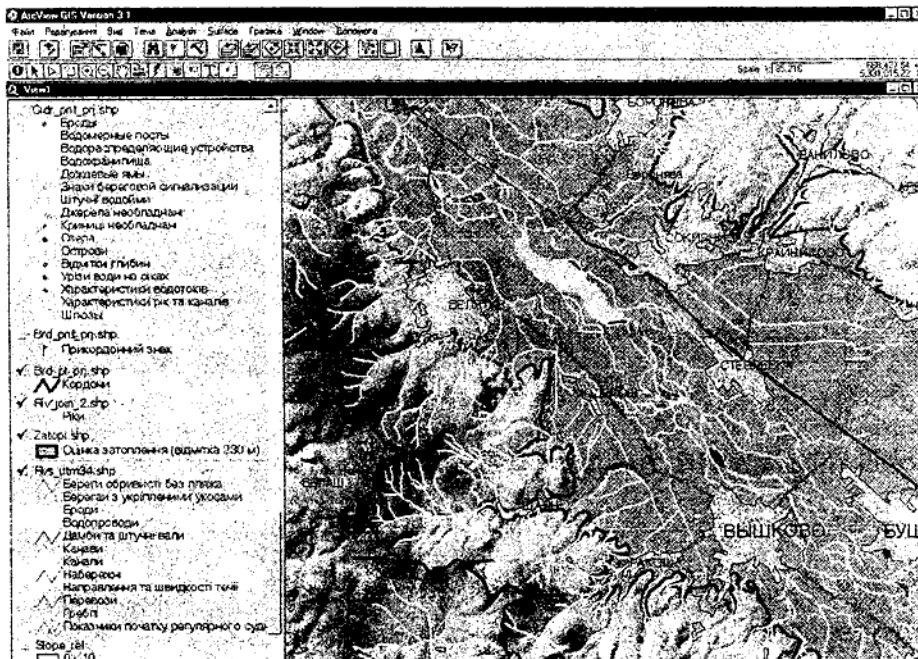
Повноцінна ГІС вимагає побудови і використання електронних карт різного масштабу, які даватимуть змогу вирішувати різні по детальності завдання. У багаторівневих ГІС має бути створено кілька електронних загальногеографічних карт-основ для територіальних рівнів, а для об'єктних рівнів ще й спеціалізованих карт-основ.

Одним з головних серед завдань є створення цифрової моделі рельєфу місцевості (МРМ), яку можна використовувати для розв'язання таких задач, як побудова зон прямої видимості, вертикальних профілів місцевості, зон

прогнозованого затоплення (мал. 1), розподілів кут нахилу поверхні дороги (мал. 2) та інше. MPM може бути побудована як нерегулярна триангуляційна модель - TIN, так і як регулярна матриця висот GRID. Вхідною інформацією для моделювання є ізолінії та точки із відмітками висоти. Перевагою моделі TIN (в ArcInfo - метод Tin builder) є неперервність побудованої поверхні, а основний недолік – втрата інформації в місцях рідкого “залигання” горизонталей.

Основним недоліком регулярної дискретної моделі GRID (основний метод побудови в ArcInfo - Topogrid) – є фіксований крок регулярної сітки, вказаний при побудові, переваги – більш точне відображення рель'єфу, особливо, якщо при його побудові використана графова модель гідрографічної сітки. При створенні графової моделі гідрографічної мережі для масштабів карт 1:50000, 1:100000, 1:200000 необхідно:

- ділянки річок, відображені як об'єкти площ, замінити лінійними об'єктами основного русла;
- відібрати лише ті об'єкти гідрографії, напрям течії яких визначений (наприклад, лише річки, для яких на карті відповідного масштабу вказаний напрям течії), або задати напрям течії для відібраних елементів;
- проконтролювати гідрографічну мережу як граф, який містить лише однонаправлені ребра, на зв'язність і відсутність “петель”.



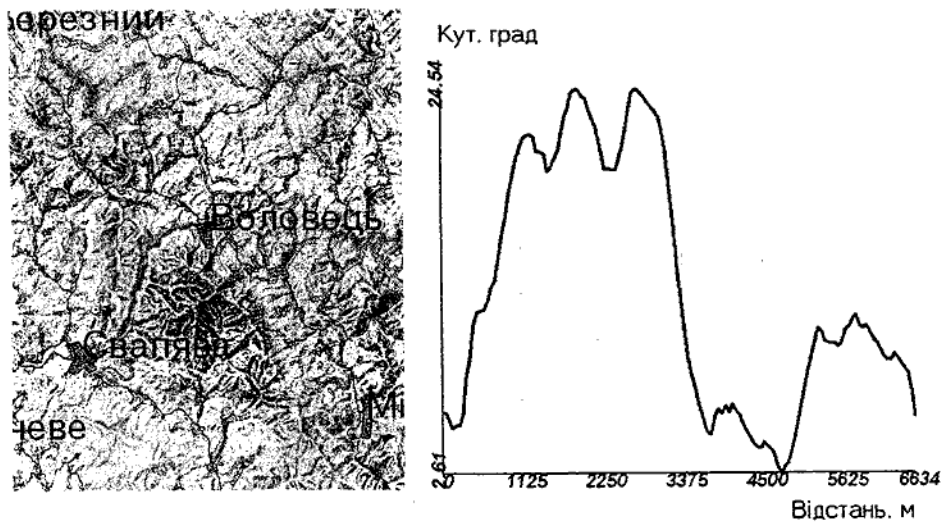
Мал.1. Зона прогнозування затоплення на р.Тиса

Другою проблемою є побудова коректної графової моделі дорожньої мережі для розв'язання всього класу транспортних задач, зокрема для створення лінійної теми дорожньої сітки всередині полігональної теми населених пунктів.

При цьому необхідно забезпечити виконання наступних вимог:

- ГІС-проект повинен містити систему доріг для мережі кварталів населеного пункту;
- атрибутика дорожньої сітки в межах населеного пункту повинна мати назву населеного пункту і бажано найменування головних проїздів для отримання коректного протоколу руху при вирішенні транспортної задачі;
- система доріг має бути зв'язним та повним графом – через кожний населений пункт повинна проходити дорожня сітка.

Розв'язання транспортних задач успішно нами реалізоване за допомогою власних розроблених модулів, що суттєво знижує собівартість ГІС-проекту. Для прикладу результат роботи модуля обрахунку найкоротшого маршруту по автошляхах наведений на мал.3.

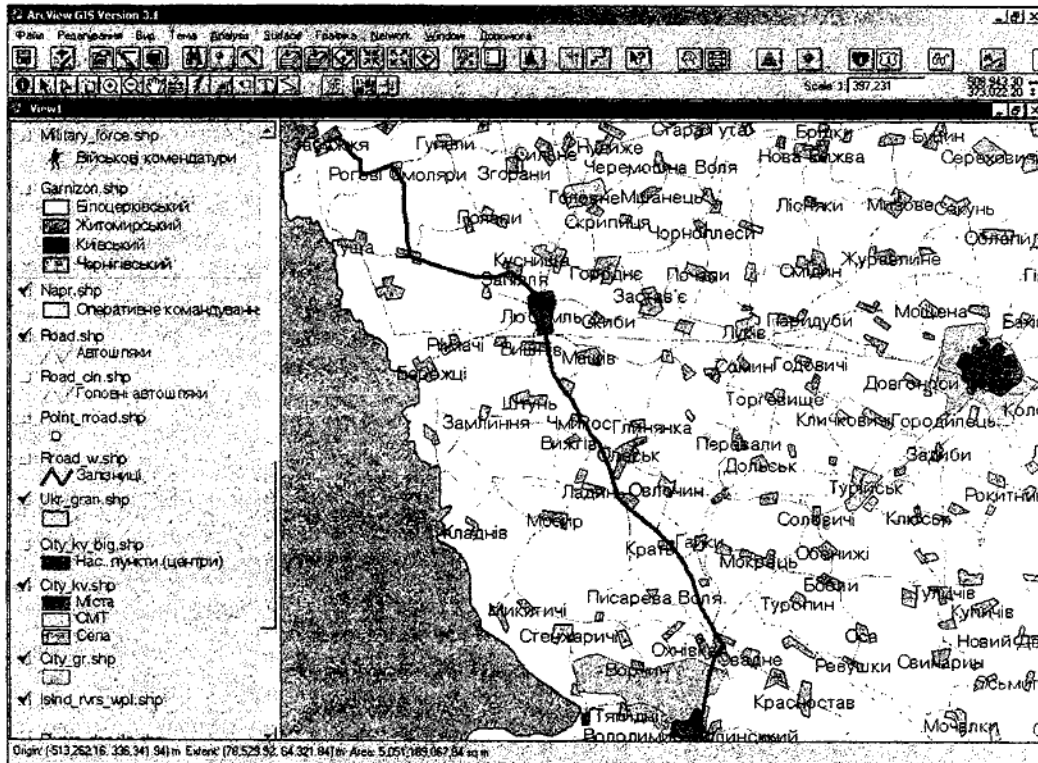


Мал.2. Визначення кута нахилу поверхні дороги на вказаному інтервалі

У комплексному ГІС-проекті бажано створити різні інформаційні шари для об'єктів та їх підписів. Створювати такі карти та постійно динамічно їх актуалізувати досить складно, а тому в багатьох випадках доцільно працювати зі спеціальними картами-основами, на яких подано території, де розташовані підзвітні об'єкти. Особливо такий підхід актуальний при роботі із лінійними об'єктами, такими, як лінії електропередач, нафто- та газопроводи, магістральні та інші шляхи сполучення тощо.

Для розроблених нами ГІС-проектів притаманне більш детальне подання на карті прилеглих до об'єкту територій та менш детальне віддалених територій, якщо це забезпечує розв'язання поставлених завдань, мінімізує затрати на створення та

обслуговування геоінформаційної системи при незмінній ефективності роботи з проектом. При цьому усувається надлишковість геоінформаційного проекту.



Мал.3. Найкоротший маршрут між двома населеними пунктами

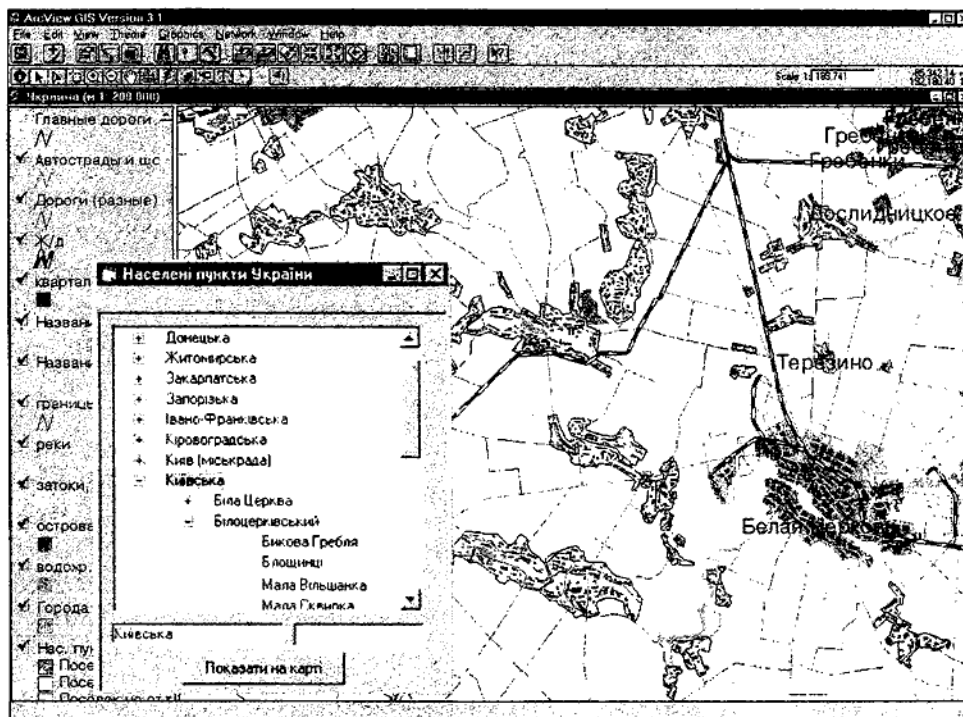
При створенні багаторівневих спеціалізованих геоінформаційних систем постійно виникає потреба в сервісному програмному забезпеченні для введення, аналізу, пошуку та відображення на електронній карті просторово пов'язаної інформації. Дещо схожою на попередню є проблема автоматичної роботи із шарами електронної карти, віртуальними таблицями, форматованими графічними звітами. Її можна в значній мірі вирішити, використовуючи внутрішню мову програмування, наприклад Avenue, якщо геоінформаційний проект розроблений в середовищі ArcView.

Сервісне програмне забезпечення більш складного рівня запропоновано створювати, використовуючи об'єктно-орієнтовані мови програмування, такі як Visual Basic, Borland Delphi, Visual C++. Це дає можливість використання базових бібліотек цих мов програмування та стандартних компонент, зокрема ActiveX, які принципово вдосконалюють методи представлення та роботи з даними. Для взаємодії ГІС-проекту із зовнішніми додатковими програмними модулями, які розроблені на мовах програмування компанії Microsoft, доцільно використовувати

спеціальний механізм архітектури клієнт/сервер, так званий динамічний обмін даними (DDE – Dynamic Data Exchange). DDE протокол дозволяє двом програмам постійно обмінюватись даними між собою та передавати іншій програмі команди на виконання певних операцій.

Застосування зовнішніх додаткових програмних модулів вирішує багато проблем при спільній роботі геоінформаційної системи, основу якої складає базова цифрова електронна карта, та структурованої реляційної бази даних.

Прикладом зовнішнього програмного модуля є сервісна програма пошуку населеного пункту по деревоподібній структурі, яку складають назви областей, районів, населених пунктів, та подальшого його відображення у достатньому масштабі на електронній карті (мал. 4).

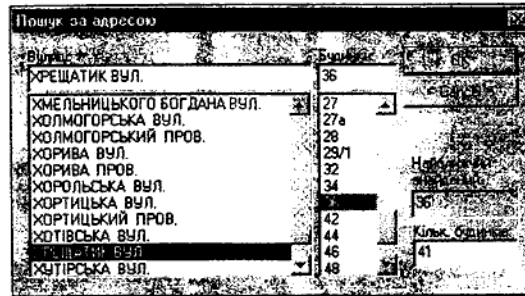


Мал.4. Модуль пошуку населених пунктів за деревоподібною структурою адміністративного поділу

На рівні модулів реалізовано формування та обробка запитів до бази даних, на рівні ГІС-проєкту за результатами запитів – пошук територіально пов'язаних об'єктів, формування нових тематичних шарів електронної карти, пошук адресних об'єктів (мал. 5) та інше.

Після такого швидкого пошуку досить зручно робити територіальний аналіз розташування населеного пункту, формувати запити по різноманітній інформації до баз даних векторних шарів електронної карти.





Мал. 5. Форма пошуку будинку із вказаною адресою в ГІС Києва

Отже, виконання частини функцій геоінформаційного проекту зовнішніми програмними модулями підвищує надійність роботи проекту в цілому, скорочує час пошукових та розрахункових операцій, дозволяє поєднати між собою окремі спеціалізовані проекти. Крім того, застосування в ГІС системах спеціалізованих програмних модулів, як альтернативи додаткових базових, суттєво знижує вартість проекту в поєднанні з більш вдалим розв'язанням багатьох прикладних задач.

УДК 911.52:51- 910.27:528.77(1-04)

**ИЗУЧЕНИЕ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ГЕОЭКОТОНОВ И ЭКОТОНИЗАЦИИ  
ГЕОПРОСТРАНСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

*Т.В.Бобра*

Географическая оболочка, ее внутренняя организация, происходящие в ней процессы, эволюционные изменения всегда были ключевыми вопросами, занимавшими исследовательский ум географов, биологов, геофизиков, ландшафтных экологов и пр.

Дифференциация геопространства происходит под действием внешних и внутренних факторов. При этом формируются геосистемы, отличные друг от друга по степени внутренней однородности-неоднородности: ядра типичности (как наиболее однородные образования) и граничные системы (как наиболее неоднородные).

В силу этого, подход к изучению территориальной организации геопространства практически всегда укладывается в методологическую схему «центр-периферия». Подтверждением этого, как отмечает В.Л. Каганский, является использование близких по смыслу синонимических терминов: центр – метрополия - районообразующий узел – столица – фоку - ядро - ядро типичности; периферия – окраина - зона освоения - резервная территория - зона влияния - маргинальная зона - переходная зона; граница – барьер – рубеж - край – зона - экотон.

Вопросы, связанные с границами, переходными пространствами, экотонами в географической оболочке привлекали внимание отечественных географов еще с 50-60-х годов прошлого века. Они анализировались в работах Д.Л. Арманда [1], К.И. Геренчука [2], Э. Неефа [3], Т.А. Айзатулина [4, 5], А.А. Крауклиса [6], Ф.А. Максютова [7, 8], К.Н. Дьяконова [9, 10], Э.Г. Коломыца [11], И.И. Мамай [12], Ф.Н. Милькова [13, 14], В.Б. Сочавы [15], В.С. Преображенского [16], А.Ю. Ретеюма [17, 18, 19, 20], В.Л.Каганского [21, 22], В.Е.Шувалова [23], Бокова В.А. [24-26], В.С. Залетаева [27, 28, 29], В.М. Петлина [30], Т.В. Бобра [31].

В физической географии и ландшафтоведении пограничность чаще всего интерпретируется как взаимодействие и взаимопроникновение контрастных (по структуре, свойствам, функциям) природных тел, сред, покровов. Формирующиеся переходные граничные пространства (геоэкотоны) имеют специфическую структуру и отличаются повышенным биологическим и ландшафтным разнообразием, что обеспечивает им особую роль в географической оболочке.

Современный этап развития географической оболочки характеризуется тотальной антропогенизацией, уменьшением доли природных систем. Расширение действия антропогенного фактора превращает его в фактор динамики и эволюции ландшафтов не только в региональном, но и в планетарном масштабе.

Внедрение в ландшафт антропогенных (технических) объектов, площадные воздействия (орошение, осушение, распашка, выпас и т.п.) формируют новые ландшафтно-географические поля воздействия. Идет процесс формирования новых центров (ядер) и зон их влияния (периферии), что все более дестабилизирует природную среду, приводит к значительному увеличению мозаичности и контрастности территориальной структуры. В свою очередь, это сопровождается появлением новых природно-антропогенных и антропогенных граничных геосистем (геозконов) разных пространственных масштабов, со специфическими свойствами, структурой и устойчивостью.

Расширение площадей различного рода переходных граничных систем определяет внешнюю сущность процесса экотонизации геопространства. Внутренняя сущность этого процесса состоит в уменьшении природного биологического и ландшафтного разнообразия, росте энтропии и понижении равновесия и устойчивости географической оболочки.

Географическая оболочка, подвергаясь значительным антропогенным изменениям, приобретает ряд новых качеств и свойств, что является объективной причиной необходимости изменения теоретико-методологической основы географической науки, характера исследовательских задач, системы подходов и методов. Геозконы становятся основным объектом изучения современной географической науки.

Конец 80-х начало 90-х годов 20 века было отмечено усилением интереса отечественных и зарубежных географов и экологов к изучению геозконов и процесса экотонизации. Это связано, во-первых, с высоким биологическим и ландшафтным разнообразием природных геозконов, их ведущей структурно-информационной ролью в ландшафте и приоритетом в природоохранных программах, во-вторых, с увеличением площадей антропогенных геозконов с характерным быстрым развитием в них деструктивных процессов, негативных эффектов и локальных экологических кризисов и необходимостью управления ими.

Природные геозконы представляют собой специфический тип геосистем, характеризующийся высокой пространственной плотностью информации и интенсивностью географических процессов массо-энергообмена, это сложные системы, в которых сочетаются явления разного уровня организации [31].

Геозконы характеризуются рядом специфических признаков и свойств, основными из которых являются высокие градиенты свойств, внутренняя неоднородность и функциональная связность как принцип их организации и выделения. В структуре геозконов присутствуют как элементы, принадлежащие граничащим системам, так и специфические, характерные только для геозкона.

Геозконы в ландшафте определяют иерархическую структуру связей и взаимодействий между геосистемами в силу того, что влияют на направление и свойства латеральных вещественно-энергетических и информационных потоков, осуществляющих взаимодействия. Они создают структурно-функциональный и информационный каркас территории [31].

Геозконные системы более динамичны при воздействии внешних факторов. Как отмечает В.С. Залетаев [26, 27], повышенная активность экологических

процессов обеспечивает геоэкотонам особо важную роль в эволюционном процессе, особенно в развитии быстroteкущих процессов адаптациогенеза организмов, развитии спонтанной гибридизации и видообразовании.

Исследования геоэкотонов и явления пограничности на разных пространственных уровнях показали, что они отличаются сложностью строения и структуры, имеют различный генезис, характерные особенности эволюции, динамики и функционирования.

Среди факторов, определяющих генезис геоэкотонов (рис.1), выделяются следующие: роль антропогенного фактора; пространственно-временная изменчивость ландшафтных компонентов; роль соседства и суперпозиция; влияние механизмов пространственной организации.

В типологической дифференциации геоэкотонов по генезису велика роль антропогенного фактора. В зависимости от степени участия антропогенной деятельности в формировании геоэкотонов и пространственной дифференциации в целом выделяют естественные, или природные, природно-антропогенные и антропогенные, или техногенные, геоэкотоны.

К первому типу границ можно отнести также границы, которые формировались по природным законам ландшафтной организации территории, но на фоне слабо выраженных косвенных антропогенных воздействий, степень участия которых в формировании геоэкотона не превышает 5%.

Природно-антропогенные геоэкотоны формируются лишь при частичном участии природных процессов ландшафтной дифференциации. Доля антропогенного фактора в формировании подобных геоэкотонов достигает 60%. Геоэкотоны природно-антропогенного происхождения образуются в местах контакта естественных геосистем и территорий выпаса скота, вырубок леса, частичной распашки, зон искусственного орошения, сельскохозяйственной мелиорации, чаирной системы садоводства, нерегулируемого туризма, рекреации и т.п.

В юго-восточном Крыму особенно ярко этот процесс проявляется в районах, примыкающих к долине реки Отузка на западе; в окрестностях пос. Щебетовка на севере и пос. Коктебель на востоке. Подобного рода геоэкотоны сформировались на контакте естественных геосистем и сельскохозяйственных угодий в нижней части южных и северных склонов г. Балалы-Кая, ур.Монастырчик, северные склоны г.Легенер и г.Сюрю-Кая.

На рисунке 26 показаны природно-антропогенные геоэкотоны, формирующиеся на контакте заповедных ландшафтных комплексов хр. Балалы-Кая и сельскохозяйственных угодий (виноградники) на пролювиальных террасах балки Беш-Таш. Причем воздействия со стороны природно-антропогенных систем носит ярко выраженный линейный характер, т.е. локализованы вдоль линии контакта. Пространственный рисунок геоэкотонизации имеет линейно-полосчатый вид.

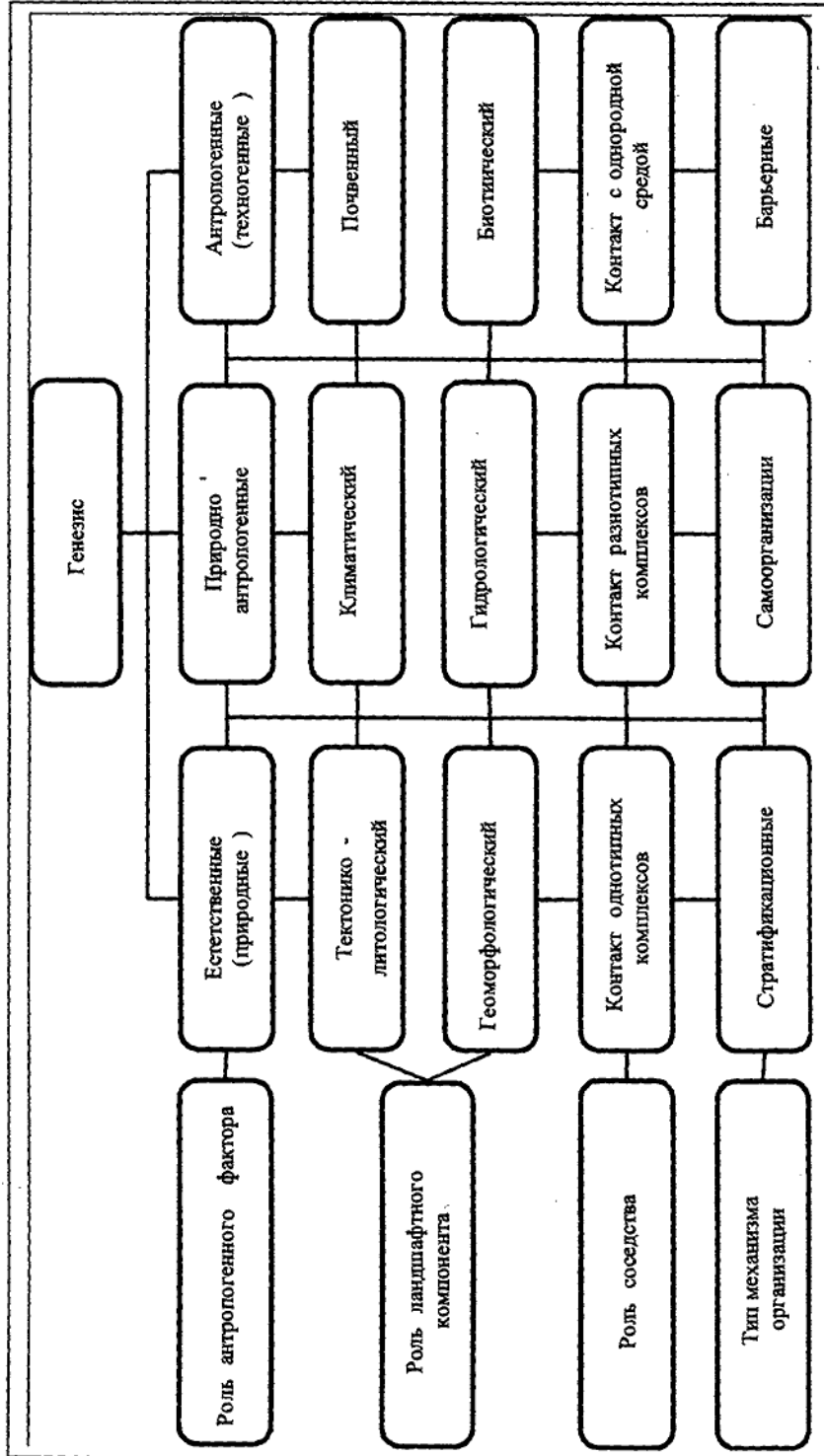
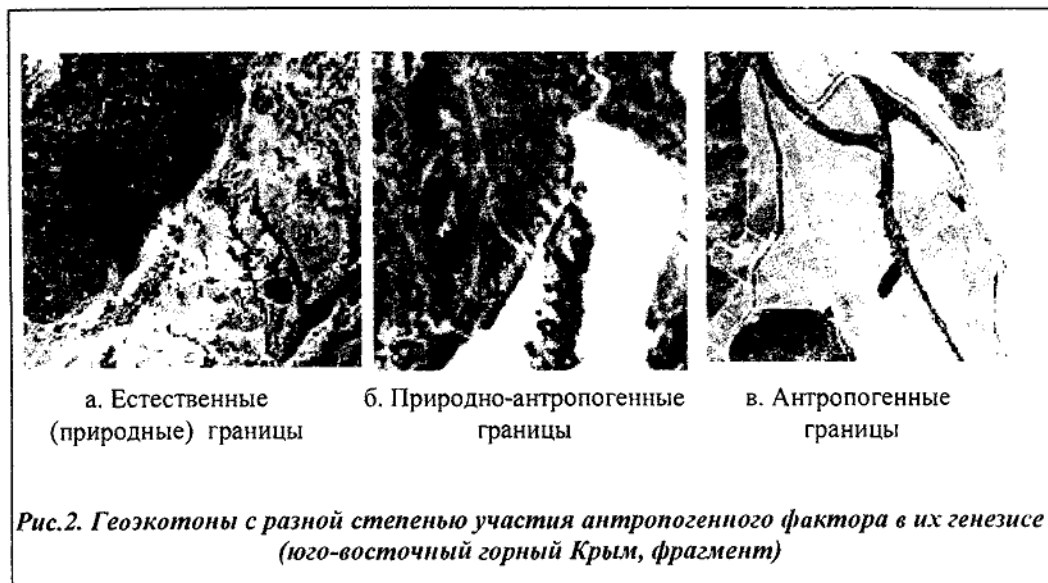


Рис. 1. Генетическая классификация геозотонов



Вектор глубины воздействий при этом также может различаться: а) короткий – при механическом воздействии, вспашке, планировании, выравнивании, ограждении и т.д.; б) средний – при вытаптывании, ветровом переносе веществ, микроклиматических процессах на опушках и т.д.; в) длинный – при геохимических миграциях веществ, изменении гидрологических характеристик, биоценологических трансформациях и миграциях животных и т.д.

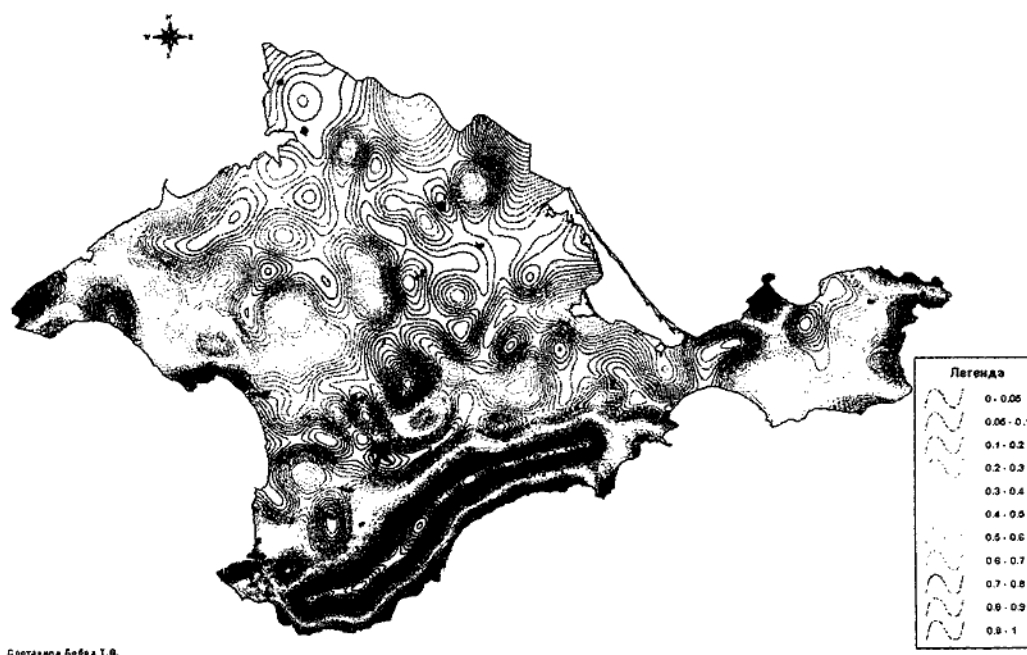
В основе возникновения природно-антропогенных геоэкотонов нередко лежат процессы воздействия из локализованного в точке или на ограниченной территории источника. В этом случае пространственный рисунок формирующихся геоэкотонов носит радиально-концентрический характер. Масштабы проявления и степень контрастности подобных геоэкотонов зависит от интенсивности и длительности воздействия.

Антропогенные, или техногенные, геоэкотоны формируются как зоны влияния техногенных объектов. Время их существования и пространственный рисунок полностью определяется спецификой техногенного объекта. Примерами таких геоэкотонов могут служить дороги, линии электропередачи, линейные гидротехнические и гидромелиоративные сооружения с зонами их влияния (см. рис.2в), окраины населенных пунктов, зоны влияния объектов промышленного и гражданского строительства и пр.

Пространственный анализ структуры землепользования в Крыму, выполненный с использованием компьютерного дешифрирования космических снимков Landsat -7, SPOT, а также данных Рескома по земельным ресурсам о состоянии и площадях земельного фонда АПК по хозяйствам, позволил выявить и оконтурить «свободные» от прямого антропогенного использования территории (для этого использованы возможности программ Arc GIS, ENVI 3.0; HImage++97):

объекты природно-заповедного фонда, незанятые под сельскохозяйственные нужды земли, лесные массивы.

Так, площадь естественных ландшафтов и неиспользуемых земель составляет 25-30%; площадь, занятая сельскохозяйственными угодьями - 60%; площадь, занятая объектами активной рекреации - 20%. Соотношение функционально различных территорий значительно колеблется по отдельным регионам Крыма: в горной части естественные ландшафты занимают около 60-70% территории, в предгорной - 30-40%, в равнинной степной - 10-20 % (причем 5-10% в центральной части), в низменной степной (Присивашье) - 15-20%.



Составила Бобра Т.В.

Рис. 3. Степень экотонизации территории Крыма

В пределах территориальных единиц землепользования (операционные единицы анализа) был рассчитан количественный показатель - отношение площади незанятых земель к площади операционной единицы анализа (хозяйства, лесхоза ит.п.), изменяющийся в пределах от 0 до 1. С некоторой долей условности этот показатель мы назвали коэффициентом антропогенной геозкотонизации.

Составленная база данных и возможности Arc View Spatial Analysis позволили провести пространственную интерполяцию с использованием сплайн-функции, последующую экстраполяцию данных и визуализировать результаты, получив карту степени антропогенной геозкотонизации территории Крыма (рис. 3).

В большей степени процессом антропогенной геозкотонизации (коэффициент - 0.05- 0.2) охвачены: территория центральной части равнинного Крыма, Присивашья (это связано с интенсивным сельскохозяйственным использованием, распашкой,

влиянием Северо-Крымского канала); предгорье (здесь сосредоточена большая часть крупных городов, высокая степень сельскохозяйственной освоенности речных долин); территория южного бережья от Севастополя до Судака. Локальными центрами геоэкотонизации выступают крупные города с зонами воздействия (Керчь, Севастополь, Симферополь, Евпатория, Феодосия). Наименьшие показатели геоэкотонизации отмечаются в горном Крыму (0.8-1.0), на Тарханкутской возвышенности (0.5-0.7), северном (0.7-0.9) и южном (0.5-0.7) побережье Керченского полуострова, а также в восточном южном побережье от Судака до пос. Коктебель (0.7-0.9).

Таким образом, территория Крыма в значительной степени охвачена процессом геоэкотонизации, который на современном этапе определяется, главным образом, действием антропогенного фактора. Повсеместное развитие процесса антропогенной геоэкотонизации снижает экологическую устойчивость территории региона, дестабилизирует окружающую среду. Необходимость более глубоко изучения антропогенных геоэкотонов, их структуры и взаимодействий, а также самой сущности процесса геоэкотонизации, его составляющих и тенденций развития очевидна, поскольку является необходимым условием управления устойчивым развитием региона.

#### *Литература*

1. Арманд Д.Л. Происхождение и типы природных границ // Известия ВГО, 1955. Т. 87. Вып. 3.
2. Геренчук К.И. Опыт определения границ географических комплексов / Географический сборник. Львов: Изд-во Львовского ун-та, 1961. Вып. 6.
3. Нееф Э. Теоретические основы ландшафтоведения. М.: Прогресс, 1974. 220 с.
4. Айзатулин Т.А., Лебедев В.Л., Суегова И.А., Хайлов К.М. Граничные поверхности и география океана. // Вестник МГУ. География, 1976, № 3, 25-34.
5. Айзатулин Т.А., Лебедев В.Л., Хайлов К.М. Океан. Активные поверхности и жизнь Л.: Гидрометеиздат, 1979. 191 с.
6. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. Новосибирск: Наука, 1979. 231 с.
7. Максютов Ф.А. Проблемы барьерогенных ландшафтов. Уфа: Изд-во Башкир. ун-та, 1979. 87 с.
8. Максютов Ф.А. Барьерогенные ландшафты СССР. Саратов: Изд-во Сарат. Ун-та, 1981. 186 с.
9. Дьяконов К.Н. Информационный подход к анализу организации геосистем в зоне влияния осушительных мелиораций // Вопросы географии. 1985. № 16. С. 150-165.
10. Дьяконов К.Н., Касимов Н.С., Тихунов В.С. Современные методы географических исследований. М.: Просвещение, 1996. 207 с.
11. Коломыц Э.Г. Ландшафтные исследования в переходных зонах. М.: Наука, 1987. 118 с.
12. Мамай И.И. Границы ландшафтов // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1978. № 1. С. 27-33.
13. Мильков Ф.Н. Свободные поля и проблема динамики в физической географии // Вестник МГУ. География. 1981. № 6. С. 41-46.



14. Мильков Ф.Н. Ландшафт как пятимерная парадинамическая система // Известия ВГО, 1984. Вып. 4. С. 311-316.
15. Сочава В.Б. Проблемы физической географии и геоботаники. Избранные труды. Новосибирск: Наука, 1986. 343 с.
16. Преображенский В.С., Александрова Т.Д., Куприянова Т.П. Основы ландшафтного анализа. М.: Наука, 1988. 190 с.
17. Ретеюм А.Ю. О геокомплексах с односторонним системообразующим потоком вещества и энергии // Изв. АН СССР. Сер. географ., 1971. № 5. С. 122-128.
18. Ретеюм А.Ю. Физико-географическое районирование и выделение геосистем // Вопросы географии. М.: Мысль, 1975. № 98.
19. Ретеюм А.Ю., Серебрянный Л.Р. География в системе наук о Земле // Итоги науки и техники. Теоретические и общие вопросы географии. Т. 4. М.: ВИНТИ, 1985. 203с.
20. Ретеюм А.Ю. Земные миры. М.: Мысль, 1988. 268 с.
21. Каганский В.Л. Географические границы: парадоксы и противоречия // Географические границы. М.: Изд-во МГУ, 1982. С. 7-9.
22. Каганский В.Л. Граница как позиция и предмет понимания// Понимание как усмотрение и построение смыслов. Тверь, 1996.
23. Шувалов В.Е. Географические границы как фактор районообразования / Географические границы. М.: Изд-во МГУ, 1982. С. 33-38.
24. Боков В.А. Пространственно-временные основы геосистемных взаимодействий: Автореф...доктор.дисс. Симферополь, 1989.
25. Боков В.А., Иванов Ю.Б., Бобра Т.В. Соотношение градиентов и экспозиционных различий геосистем на разных пространственных уровнях. Киев, 1991. 24 с. Деп. в УкрВИНИТИ 01.04.91 г., № 408-Ук91.
26. Боков В.А., Бобра Т.В., Лычак А.И. Картографирование ландшафтных границ // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана: Тем. сб. научн. работ. К.: УМК ВО, 1997. Вып. 9. С. 11-14.
27. Залетаев В.С. Структурная организация экотонов в контексте управления // Экотоны в биосфере. М.: Россельхозакадемия. С. 11-30.
28. Залетаев В.С. Актуальные проблемы изучения экотонов // Экотоны в биосфере. М.: Россельхозакадемия. С. 5-11.
29. Залетаев В.С. Экотонные экосистемы как географическое явление и проблема экотонизации биосферы // Современные проблемы географии экосистемы. М.: Изд-во МГУ, 1984. С.53-55.
30. Петлин В.Н. Закономерности организации ландшафтных фаций (на укр. яз.). Одесса: Маяк, 1998. 236 с.
31. Бобра Т.В. Ландшафтные границы: подходы к анализу и картографированию. Симферополь: Таврия-Плюс. 165 с.

УДК 517.9+(519.7:556.5)

**КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРОБКИ ГІС ДЛЯ УПРАВЛІННЯ  
ПОВЕРХНЕВИМ СТОКОМ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ**

*Боголюбов В.М.*

Враховуючи проблеми з водозабезпеченням, питання управління якістю поверхневих вод в Україні є надзвичайно актуальним. Особливо гостро ця проблема стоїть для міст та інших населених пунктів, тобто урбанізованих територій [1,2]. Основними джерелами забруднень водотоків м. Києва є, за даними ДКП „Плесо”, поверхневий стік і дощова каналізація [3,4]. Змив забруднюючих речовин відбувається, як правило, в результаті танення снігу, атмосферних опадів та використання поливومیєчної техніки. Ці ж самі процеси визначають характер і склад забруднюючих речовин поверхневого стоку, що потрапляє до природних водотоків і водойм.

При організації управління якістю поверхневого стоку як правило враховують просторові характеристики водозбірних територій, кліматичні умови, а також наявність комунікацій і організаційних заходів. Можна погодитись з деякими авторами, що найкращим інструментарієм для оптимізації управління поверхневим стоком урбанізованих територій є поєднання геоінформаційних систем і методів дистанційного зондування землі (ГІС/ДЗЗ-технологій) з методами математичного моделювання [5,6,7,8]. Очевидно, що ГІС/ДЗЗ-технології доцільно використовувати для картографування реальних контурів басейну водозбору, визначення їх лінійних і площинних характеристик та оцінки динаміки снігового покриву [5].

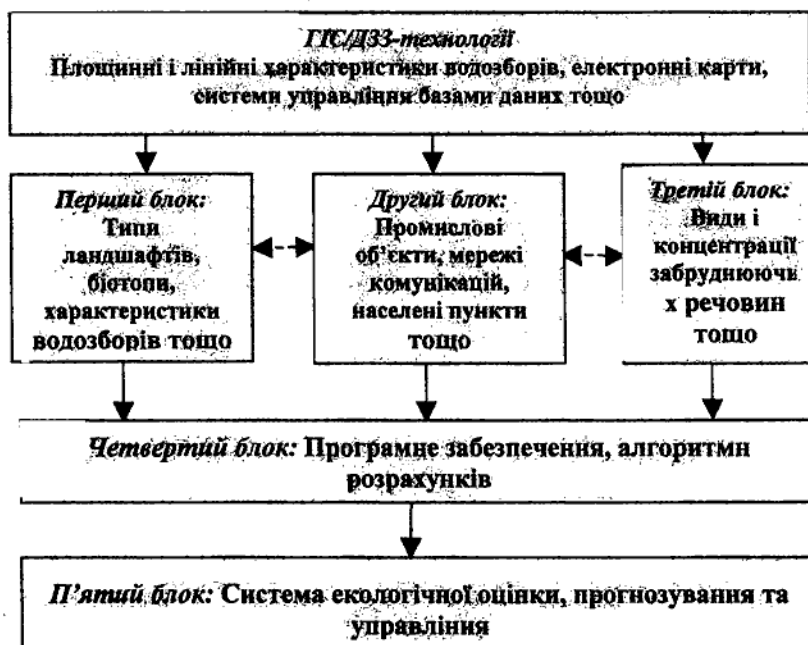
На думку С.В. Кострікова при моделюванні басейнів водозборів найбільш доцільно застосовувати концепцію моделювання з використанням цифрової моделі місцевості і алгоритму стоку [6,8], в той час як „традиційні” методи математичного моделювання найбільш ефективні при аналізі процесів енергомасообміну і самоочищення водних середовищ [7].

В даній роботі запропонована концепція створення геоінформаційної системи локального рівня для оцінки, прогнозування і управління поверхневим стоком урбанізованих територій (система „ГІС-СТОКИ”), розміщених в басейнах річок.

В першу чергу геоінформаційна система повинна забезпечувати пріоритет географічним (еколого-ландшафтним) показникам і характеристикам, тобто для такої системи найбільш прийнятною повинна бути така методологія оцінки поверхневого стоку природно-антропогенних комплексів, яка в значній мірі враховує еколого-ландшафтно-географічні фактори, їх структуру і функціональні особливості. При цьому, математичні моделі, які входять до складу такої ГІС, повинні виконувати як мінімум дві основні функції – по-перше, забезпечувати можливість автоматизованих розрахунків площ водозборів (моделювання об’ємів

поверхневого стоку при різних метеорологічних умовах) і, по-друге, враховувати можливості самоочищення водних систем при різних режимах поверхневого стоку.

Блок-схема геоінформаційної системи управління поверхневим стоком урбанізованих територій включає 5 основних блоків (мал. 1). Перший блок містить інформацію про типи водних екосистем і ландшафтів, лінійні і площинні характеристики водозборів тощо. Вся ця інформація об'єднується в інформаційний масив, який дає можливість оцінити структуру природного ландшафту і визначити характеристики водного стоку при різних метеорологічних умовах (інтенсивність опадів, їх частота і тривалість тощо).



*Мал. 1. Блок-схема геоінформаційної системи управління поверхневим стоком урбанізованих територій*

Другий блок є електронною базою даних про промислові об'єкти, розташовані на даній території (їх технологічні характеристики стосовно скидів, юридичні адреси, топографічні дані, типи і схеми каналізаційних мереж тощо). Цей блок характеризує потенційний антропогенний вплив, який безпосередньо змінює структуру природних ландшафтів, перетворюючи їх у природно-антропогенні ландшафти. Використовуючи інформацію перших двох блоків можна зробити оцінку і дати прогноз можливих змін в структурі основних природних компонентів і природно-антропогенних ландшафтів і комплексів, що має велике значення для визначення екологічної ємності та самоочисної здатності досліджуваних водних систем і водотоків.

Третій блок формується як реляційна база даних про види і концентрації найбільш поширених на даній території забруднюючих речовин, а також комплекс

нормативних даних, включаючи дані про їх допустимі концентрації для водних екосистем і систем водопостачання.

Четвертий блок містить програмне забезпечення, різні сценарії і алгоритми розрахунків якісних і кількісних змін в структурі основних характеристик водних екосистем, а також систему критеріїв для якісної і кількісної оцінки екологічного стану поверхневих стоків. Четвертий блок, за допомогою відповідного програмного забезпечення зв'яже перші три блоки в єдину інформаційну систему.

У п'ятому блоці формується екологічна оцінка дійсного і прогнозованого стану території водозбору, а також готуються рекомендації щодо оптимізації управління поверхневим стоком урбанізованих територій. Цей блок, об'єднує інформацію про відгук різних водних екосистем на антропогенне навантаження і формує екологічну оцінку стану водних екосистем. Тому, в цьому блоці має бути інформація про кількісні зміни основних екологічних показників, що характеризують стан водних екосистем у відповідності з розробленою системою критеріїв.

Використовуючи різні сценарії і умови функціонування водних систем геоінформаційна система дає змогу оперативно аналізувати, прогнозувати і розробляти рекомендації для оптимального управління станом поверхневого стоку урбанізованих територій за інтегральними критеріями оцінку рівня забруднень у водотоках і водоймищах.

В сучасних умовах антропогенної зміни природного середовища та міграції різних забруднень велике значення для стійкості і стабільності водних екосистем має географічне положення і ландшафтна структура їх біотопів. При створенні ГІС-СТОКИ особлива увага зверталась на можливість повного врахування як біотичних, так і на абіотичних показників географічного середовища і кліматичної зони відповідної урбанізованої території.

Значне місце в ГІС-СТОКИ займають дані про структуру і характерні особливості ландшафтів та водних екосистем (площі та основні характеристики водотоків, водоймищ тощо). Другий блок даних, що входить до складу геоінформаційної системи, включає типи і кількість промислових та енергетичних комплексів, характеристики населених пунктів, в тому числі каналізаційну мережу, тощо.

Як відомо, екологічна ємність водойм обумовлена можливістю розбавлення стічних вод, а також особливостями хімічної, біологічної та фізико-хімічної трансформації забруднюючих речовин, що попадають у водоймище. Методи математичного моделювання дають змогу оцінювати інтенсивність самоочищення стічних вод на урбанізованій території при будь-якій зміні вхідних та керуючих параметрів, а також дозволяють оцінювати суттєвість кожного з параметрів управління поверхневим стоком і давати конкретні рекомендації по оптимізації режиму скиду стічних вод.

У формуванні режиму очищення поверхневих вод урбанізованих територій суттєвим параметром управління може бути швидкість надходження неочищених і недоочищених стоків, що формують водотік. Швидкість потоку стає основним параметром управління, якщо мережа поверхневого стоку містить певні резервні

емності – штучні водні басейни самоочищення, які дають змогу зменшити швидкість течії стічних вод і тим самим збільшити час трансформації забруднюючих речовин. В таких (резервних) водних басейнах для стічних вод будуть відбуватись всі основні процеси самоочищення стоків: змішування, седиментація, хімічне окислення та біохімічна трансформація.

Резервний басейн являє собою прямокутну очисну споруду у вигляді прямокутної призми. На вхід у резервуар надходить вода з забруднюючими речовинами, які трансформуються в нешкідливі або мало шкідливі речовини. Найбільш токсичні органічні речовини за допомогою мікроорганізмів перетворюються в неорганічні речовини, які або осідають на дні реактора, або засвоюються фітопланктоном та іншими водними організмами.

Таким чином відбувається біологічне очищення забруднених вод. Швидкість такого очищення залежить як від біомаси мікроорганізмів, так і від концентрації забруднень, що впливають на біомасу мікроорганізмів. Якщо в басейні самоочищення процес стабілізувався, то концентрація забруднень у кожній точці резервуара не змінюватиметься протягом всього часу спостереження. Проте вздовж резервуара в напрямку руху води концентрація забруднень зменшується і на виході з резервуара вона стає найменшою.

Зрозуміло, що чим більший час забруднені води знаходяться у басейні самоочищення, тим ефективніше протікають процеси самоочищення. У зв'язку з цим виникає задача визначення оптимальних розмірів басейнів самоочищення та швидкості потоку забрудненої води в них, щоб концентрація забруднень на виході не перевищувала заданої, гранично допустимої величини.

Зміна концентрації забруднень у стічних водах описується таким рівнянням [7]:

$$c(t) = c_{ст} \exp \left\{ \gamma_{\max} \left[ \mu \left( 1 - e^{-\frac{t}{\mu}} \right) - t \right] \right\}, \quad t = \frac{L}{V},$$

де  $c_{ст}$  – концентрація забруднень на вході у басейн;  $\gamma_{\max}$  – константа швидкості трансформації речовини;  $\mu$  – константа верифікації моделі;  $t$  – час.

За допомогою такої моделі можна визначити оптимальні розміри резервного басейна шляхом аналізу ефективності процесів самоочищення забруднених вод при різних швидкостях течії в ньому. При попередньому ситуаційному моделюванні розглядалися декілька сценаріїв формування поверхневого стоку, які характеризувалися такими параметрами:

- Три види забруднюючих речовин – БПК, ХПК та зважені речовини.
- Початкові концентрації забруднюючих речовин у водотоках розглядалися для двох значень – 1,0 ГДК і 0,5 ГДК.
- Швидкість течії у водотоках розглядалась також для трьох значень –  $0,5V_{сер}$ ,  $1,0 \cdot V_{сер}$  і  $2,0 \cdot V_{сер}$ .

Результати розрахунків (відносно амонійного азоту при  $c_{ст} = 0,94$  мг/л) свідчать, що концентрація забруднюючих речовин на виході з резервуара цілком задовольняє

встановлені рівні гранично допустимих концентрацій, при забезпеченні швидкості течії у водотоці на рівні 0,1 м/с (при цьому, довжина резервного басейну повинна бути не менше 100 м).

## ВИСНОВКИ

Розробка геоінформаційної системи управління поверхневим стоком урбанізованих територій локального рівня забезпечує прийнятну якість скидів забруднених стоків у основну водойму при мінімізації витрат на їх очистку. Знання динаміки основних параметрів надходження міських стоків дозволяє розробити рекомендації щодо змін режиму надходження неочищених і недостатньо очищених стоків до основної водойми шляхом створення системи резервних ємностей, які дають змогу підвищити ефективність процесів самоочищення, а також зменшити інтенсивність надходження цих стоків і тим самим знизити концентрацію забруднюючих речовин, які попадають в основну водойму (річку чи озеро).

## Література

1. Власова Г.І. Водні ресурси в Україні: використання, моніторинг, охорона // Вода і водоочисні технології, №1, 2001. К., 2001. С.6-9.
2. Дорогунцов С.І., Хвесик М.А., Головинський І.Л. Водні ресурси України (проблеми теорії та методології). К.: Київський університет, 2002. 227 с.
3. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд Києва: тенденції урбанізаційного освоєння та діагностика стану // Екологія і ресурси, 2002. №4. С.115-126.
4. Екологія міста: Учебник/Под ред. проф. Ф.В.Стольберга. К.: Либра, 2000. 464 с.
5. Красовський Г.Я., Брук В.В., Волошкіна О.С., Готинян В.С. Практичні завдання регіонального моніторингу поверхневих вод суші з космосу з застосуванням ГІС-технологій // Екологія і ресурси, 2002. №3. С.135-147.
6. Костріков С.В. Цифрові моделі місцевості і три напрямки в геоінформаційному моделюванні водозборів // Людина і довкілля. Проблеми неоекології. Вип.3, 2002. Харків, 2002. С.49-54.
7. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології: Навч.посіб. К.: Вид. дім "КМ Академія", 2002. 203 с.
8. Кучмент Л.С., Демидов В.Н., Мотовилов Ю.Г. Формирование речного стока. М.: Наука, 1983. 215с.
9. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Проблеми безпеки водних ресурсів та питного водопостачання населення // Екологія і ресурси, 2002. №4. С.35-45.
10. Практикум по раціональному природопольованню / Н.С.Демченко, Н.В.Куценко, В.Н.Ладьженский и др. Киев: УМК ВО, 1991. 82 с.
11. Руденко Л.Г., Разов В.П., Жулинський О.П. та інші. Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води. К.: СИМВОЛ-Т, 1998. 48 с.

Статья поступила в редакцию 30 апреля 2003 г.

УДК 911.37:332.64

**ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ ПЛАНИРОВАНИИ**

**Боков В.А.**

Последние 40-45 лет характеризуются экспоненциальным ростом населения, производства, транспортных систем, городских поселений. Идет быстрое уплотнение общественной жизни, все большая ее зависимость от особенностей места и пространства. В этих условиях территория приобрела функции очень дорогого ресурса, не менее важного, чем ресурсы вещественно-натуральные. В последние десятилетия возникла проблема дефицита территории, который в ряде районов мира достиг очень больших величин. Имеет место функциональная и экологическая нехватка территории [1].

В связи с этим территориальное планирование приобретает все большее значение. Прежняя система пространственного планирования требует серьезнейшей корректировки и в связи с изменением социально-экономических и политических условий в пределах бывшего СССР, в том числе на Украине. Речь идет об идущем процессе постепенного отказа государства от прямого вмешательства в хозяйственную жизнь предприятий, в деятельность фирм. Это тем более естественно, что прогноз развития такой сложной системы как "общество - хозяйство - природа" невозможен в деталях, поскольку ее сложность значительно превосходит возможности человека [5,6]. Прогнозы развития человечества оправдываются достаточно плохо [3].

Введение института частной собственности, в том числе на землю, не отменяет планирование (представление об отмене планирования в связи с переходом к капиталистической системе хозяйства неоднократно декларировалось в печати), а, наоборот, делает планирование более необходимым. И если раньше планирование в первую очередь ориентировалось на производительные силы и городские системы, то в новых условиях территориальное планирование приобретает более широкий смысл, охватывая все стороны жизнедеятельности человека и функционирования природных и технических систем. Оно приобретает все большее значение и в связи с усилением внимания к проблемам устойчивого развития, с выбором стратегических решений.

Неверно ведущее место отводить производству: экономика, экология и социальные отношения теснейшим образом связаны, в их взаимодействии нет главных и второстепенных причин и факторов. Территориальное планирование должно охватывать весь комплекс антропогенных, техногенных и природных объектов, всех аспектов деятельности человека (природных, техногенных, демографических, социальных, военных и др.), что придает планированию тотальный характер. Таким образом, планирование и, в том числе территориальное планирование, становится тотальным.

Тотальное планирование - это планирование размещения в пространстве-времени биосферы (геосистем) всех объектов, относящихся к системе жизни человека и функционирования природной среды, триединой системы "природа-общество-техника", это есть действия по территориальной организации системы "природа - общество - техника" (экология, социология, экономика), направленной на формирование устойчивого общества, устойчивой биосферы.

Тотальное планирование имеет несколько составляющих:

1. Объектная тотальность. Планировать следует все аспекты деятельности человека и функционирования природных систем: человек с его многочисленными социальными группами (включенность во многие социумы), технические системы, природа с многочисленными иерархическими уровнями. В целом можно говорить о планировании развития триединой системы "природа-общество-хозяйство".

2. Пространственная тотальность. Планированием должны быть охвачены все пространственные уровни - от локального до глобального: из целей локальных уровней необходимо выстраивать цели более высоких уровней и так далее до биосферы, а от целей глобального уровня необходимо переходить к подцелям второго уровня и т.д. Это позволяет согласовать интересы различных уровней планирования, поскольку каждый элемент имеет свою собственную цель. Учет зависимости между частными целями способствует достижению системной глобальной цели. Таким образом, планирование иерархично: проекты нижних этажей составляют элементы более высоких уровней, а глобальная цель формулируется так, чтобы было возможно осуществление локальных целей.

3. Временная тотальность. Планировать нужно не только по территории, в пространстве, но и во времени. Обычно различают стратегические (долгосрочные - на 25-50 лет), среднесрочные (на 5-15 лет) и тактические (краткосрочные - на ближайшие годы) планы. Они также должны быть согласованы, причем тактические цели могут на первый взгляд противоречить стратегическим целям. Главное в том, чтобы результирующий вектор множества тактических целей был ориентирован на решение стратегической задачи, а стратегические задачи способствовали бы осуществлению тактических задач.

4. Пространственно-временная тотальность. Территория обладает двумя осями (направлениями), но пространство геосистем - тремя физическими и многими географическими. Время - четвертая ось единого пространства-времени. Встает задача упаковки объектов в таком пространстве !!! Такое пространство более объемное по сравнению с двумерным территориальным, и поэтому есть возможность разместить в нем больше объектов, чем удастся на территории в классическом смысле. Пространственно-временное планирование - это планирование, учитывающее взаимосвязь пространства и времени, их пересечение, дополнение (эффекты эргодичности, многомерности и др.).

5. Субъектная тотальность. Необходимо учитывать интересы, цели, мнения всех субъектов и слоев общества. Планирование - это не только план, это, прежде всего, непрерывно идущая процедура согласования целей всего спектра субъектов. Участие общественности является одним из важнейших элементов процесса территориального планирования. Оно служит инструментом для согласования



интересов различных групп [7]. Кроме того, участие общественности в этом процессе имеет самостоятельную ценность как реализация права граждан на получение информации и участие в принятии значимых решений с целью достижения устойчивого развития.

Участие в планировании всех слоев населения, каждого человека не позволяет превратить планирование в элемент административно-командной системы: планирование становится непрерывно идущей процедурой согласования целей и интересов, как каждого конкретного человека, так и всех групп общества.

6. Динамическая тотальность. Планирование не есть жесткая система рекомендаций, это динамическая модель территориального развития, постоянно обновляемая с учетом всех новых сведений об объектах и явлениях (учитывая саморазвитие явлений), на основе постоянного согласования интересов. В новом варианте территориальное планирование не только научная и проектно-исследовательская процедура, но и механизм регулирования и процесс взаимодействия заинтересованных сторон, консультаций с ними, а также учет результатов этого взаимодействия и консультаций в планировании, проектировании, утверждении и осуществлении данной деятельности. Отсюда большая роль обратных связей между субъектами и объектами. При осуществлении планирования образуется непрерывно идущий процесс сопоставления плана с реальностью. Это позволит преодолеть статичность прежних моделей территориального планирования, когда от утверждения плана до осуществления проходило много лет и рекомендуемые мероприятия устаревали еще до реализации.

Территориальное планирование выполняет одновременно функции прогноза, плана, программы, проекта и управления. Оптимальную для будущего структуру приходится искать при большой изменчивости и неопределенности ее многочисленных составляющих.

Таким образом, в современных условиях территориальное планирование - это процесс выбора оптимальных вариантов территориальной организации системы "природа - общество - техника" (объектов и явлений природы и общества, экономики и экологии, технических систем), то есть всех объектов и явлений приповерхностной оболочки Земли, которые обеспечивают устойчивое функционирование и развитие биосферы-техносферы на всех уровнях пространственно-временной и функциональной организации.

При таком подходе к планированию оно сливается с управлением. Следует перейти от системы: принятие плана - выполнение к системе непрерывного тотального планирования-управления. Эта система включает следующие элементы: 1. прогноз развития (экстраполяция современных тенденций развития системы "природа-общество-техника" с учетом зарождающихся тенденций); 2. сравнение прогнозной ситуации с идеальной целью развития; 3. выявление степени отклонения прогноза от цели; 4. построение реальной цели, то есть определение возможного при данном уровне развития, материальных и интеллектуальных ресурсов уровня развития системы "природа-общество-техника" (план); 5. осуществление действий, направленных на достижение реальной цели - управление;

6. сравнение результатов управления с целью; 7. корректировка действий или реальной цели, если наблюдается отклонение результатов от цели. Пошаговый анализ должен осуществляться уже на самых коротких отрезках времени. Последнее позволяет избежать крупных ошибок, рассогласования целей и характера действий. Но это не исключает сравнение целей и результатов на более длительных промежутках времени, с том числе долгосрочных.

Оптимизация системы (идеальная и реальная цели) должна ориентироваться на критерии и показатели устойчивого развития: уровень развития человека и его образовательный уровень, здоровье человека, сохранение окружающей природной среды, определенное соотношение использования возобновимых и невозобновимых ресурсов.

Характеристики, которые используются для оценки развития стран в настоящее время, а речь идет о валовом национальном доходе, величине добытых полезных ископаемых, объемах произведенной продукции и т.п., в свете современных подходов и ориентации на устойчивое развитие не могут свидетельствовать о прогрессе, следовательно, их планирование, как подчеркивает Е. Вайцеккер [8], представляется абсурдом.

Планирование должно опираться на законы развития природных, социальных и экономических систем. Планировать можно только в рамках соблюдения этих законов. У каждой сложной системы есть свои законы изменения во времени. В учении о биосфере, экологии, географии и других науках о геосистемах установлены разнообразные виды динамики явлений: постоянство во времени, ритмичность, цикличность, экспоненциальный закон, логистический закон, автоколебания, движение к климаксовому равновесию или к эквифинальному состоянию и др. Наличие у каждой системы своих временных масштабов обуславливает необходимость синхронизации планировочных решений с функционированием природных, социальных и технических систем

Эксплуатация планировочных документов такого рода (планирование как непрерывно идущий процесс) невозможна без применения геоинформационных технологий. Последние обладают многими свойствами, которые делают их удобными для сопровождения тотального территориального планирования. ГИС - это многофункциональные программные продукты. Они позволяют осуществлять непрерывное пополнение информации, ее ввод в систему, редактирование, хранение, обновление информации [4]. Формируемые на экране карты (неотъемлемые элементы территориального планирования) в ГИС- системах превращаются в динамические объекты.

Смена масштаба, проекции, способов и форм изображения позволяют быстро переходить от масштаба к масштабу, производить быструю оценку ситуации и принимать решения в реальном масштабе времени. Для эффективной работы ГИС-планирования необходимо объединение информации всех ведомственных систем.

Очень большое усложнение процедуры планирования, приобретение им функции прогноза, плана, программы и проекта создает много проблем в отыскании репрезентативных моделей, которые бы адекватно описывали ситуацию, воспроизводили сложный характер динамики геосистем. Не менее важным

представляется представлением ситуации в виде образов, пространственно-временных картин, визуализации, отображающей пространственно-временной динамикой. ГИС-технологии позволяют послойно отобразить пространственное пересечение, наложение явлений какого угодно объема. Динамические аспекты также могут быть успешно отображены с помощью совокупности моделей - от прошлого через настоящее к будущему.

Имеет значение возможность быстрой смены сюжетов, послойное введение новой информации, рассмотрение вариантов и выбор оптимального из них.

Необходимо изыскивать новые формы использования пространства, раскрывать его многомерность, раскрывать его взаимодействие с временем, рассматривая последнее как один из элементов единого пространства-времени. Требуются модели, которые бы позволяли сочетать разные масштабы и варианты, осуществлять согласование целей разных субъектов.

Проблема соотношения уникального и типичного. Необходимо найти оптимальное сочетание того и другого. Планирование долгое время носило нормативный характер, нормы были слабо дифференцированы, процедуры утверждения норм длились очень долго, в результате чего планирование опиралось на устаревшие нормы. Учитывая уникальность каждого места, региона и взаимодействия элементов (экономически, экологии, техники и социальных подсистем), следует признать необходимость создания уникальных моделей для каждого места. Но элементы повторения, аналогии, типизации все же должны использоваться, если мы не хотим сделать проекты чудовищно дорогими. Мы должны найти оптимальные пропорции между дороговизной и сложностью проектов, с одной стороны, и типичностью и неточностью, с другой.

Таким образом, тотальное планирование синтезирует положительные качества планирования, которое использовалось в СССР, с приемами планирования, используемыми в Европе [7].

#### Список литературы

1. Агранат Г.А. Территория: повышение роли в жизни общества (к постановке проблемы) // Известия АН СССР. Сер.географ., 1988. - № 2. - С.5-16.
2. Алаев Э.Б. Социально-экономическая география. Понятийно-терминологический словарь. - М.: Мысль, 1983. - 350 с.
3. Байнхауер Х., Шмакке Э. Мир в 2000 году: Свод международных прогнозов. - М.: Прогресс, 1973 (Оригинал 1970 г.). - 240 с.
4. Карпенко С.А., Ефимов С.А., Лагодина С.Е., Подвигин Ю.А. Информационно-методическое обеспечение управления территориальным развитием. - Симферополь: Таврия-Плюс, 2002.
5. Коммонер Б. Замыкающийся круг. Природа, человек, технологии - Л.: Гидрометеиздат, 1974. - 274 с.
6. Моисеев Н.Н. Пути к созиданию. - М.: Республика, 1992. - 255 с.
7. Gilgen K. Kommunale Raumplanung in der Schweiz. Ein Lehrbuch. - Zurich: VDF - Hochschulverlag an der ETH, 1999. - 570 s.
8. Von Weizsacker E.U. Earth Politics - zed Books LTD, London and New York, 1994.

Статья поступила в редакцию 30 апреля 2003г.

УДК 502.36:551.4

**НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К ГИС-КАРТОГРАФИРОВАНИЮ ОПАСНЫХ  
ГРАВИТАЦИОННЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА**

**Вахрушев И.Б.**

Наиболее прогрессивной ступенью развития современной картографии явился переход от традиционных средств отображения объективной географической реальности к информационно-цифровым методам представления картографической информации.

Традиционные картографические документы обычно двумерны и статичны, что создаёт определённые трудности при их использовании, например в прогнозировании. Основой любой геоинформационной системы является цифровая карта.

Под цифровой картой понимают «цифровую картографическую модель; визуализированную или подготовленную к визуализации на экране средства отображения информации в специальной системе условных знаков, содержание которой соответствует содержанию карты определенного вида и масштаба» [10].

Традиционные методы создания карт включают в первую очередь, определение их математической основы. Однако в большинстве современных ГИС часто отказываются от четкой математической основы, что может приводить к выходу из геодезических систем и потере значимости пространственно привязанных данных, превращая электронные карты в простые карты-схемы [2, 8].

Определение математического модуля ГИС происходит на стадии её проектирования, включая в себя решения проблемы выбора математической основы всех используемых карт и возможного логико-математического преобразования в процессе ГИС обработки. В настоящее время сформировалось два подхода к пространственной локализации данных и элементов ГИС. Один из них - классический - основывается на картографических данных карт или систем карт [3]. Второй – локализирует объекты в одно-, двух-, трёхмерном пространстве с учётом временной координаты [2, 11]. Для такого подхода карта выступает как элемент пространственной привязки.

Геоморфологические гравитационные явления имеют повсеместное распространения на Южном берегу Крыма. К подобным объектам относятся оползни, обвалы, осыпи, прибрежные рвы различного типа и генезиса, крупные смещённые известняковые массивы гравитационного и сейсмогравитационного происхождения. Основными факторами их развития, служат определённые геоморфологические, климатические, гидролого-гидрогеологические, сейсмические и инженерно-геологические условия [7].

Здесь выделяют несколько крупных оползневых амфитеатров: Форос-Симеизский, Алушкинский, Ялтинский, Гурзуфский, Малоякский и

Приветненский. Оползневые формы рельефа в пределах амфитеатров, могут занимать до 70—90% площади [5].

Нами обследованы и задокументированы по методике GPS-картирования более 70 крупных гравитационных и сейсмогравитационных форм рельефа Южного берега Крыма (рис. 1)

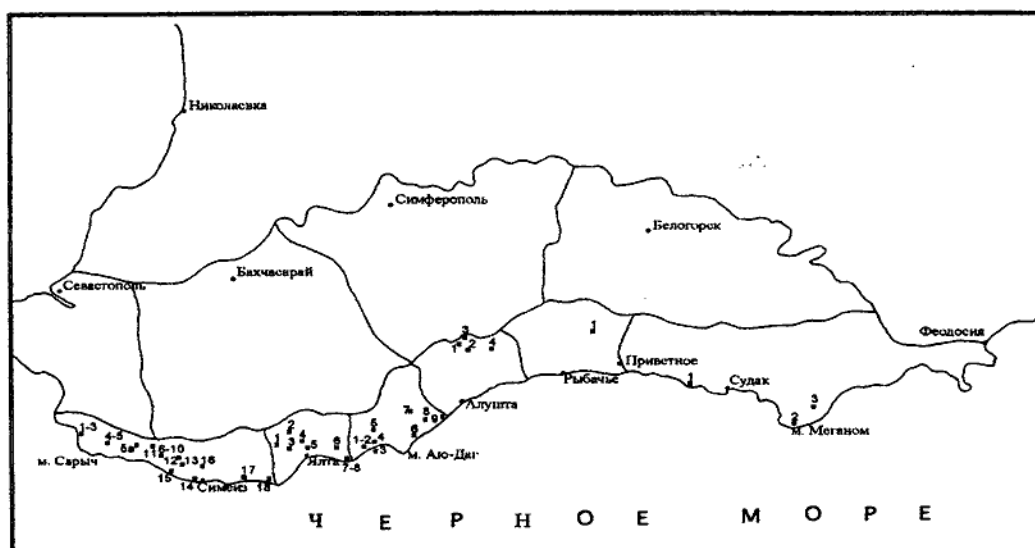


Рис. 1. Карта-схема распространения некоторых гравитационных объектов южного берега Крыма. Цифрами указан порядок картирования объектов в каждом из районов

В верхней приайлинской части южного макросклона Крымских гор, характерны крупные обвалы, осыпи, блоковые скальные оползни, рвы отседания, коррозионно-гравитационные карстовые полости. Многие из этих гравитационных явлений несут определённую опасность для промышленных, транспортных и селитебных систем. Учёт оползневых и обвальных процессов выступает, одним из основных критериев безопасного строительства на Южном берегу Крыма. Они являются важным фактором формирования экологической ситуации в регионе. В связи с этим, их изучение имеет длительную историю [1] и одной из сложных методических проблем документирования и последующего анализа следует считать проблему картирования гравитационных образований.

Картирование таких объектов является первым и главным этапом в рассмотрении их с позиции оценки экологической ситуации и прогнозирования возможного риска. Необходимо учитывать, что важным элементом в системах электронного геоморфологического картографирования выступает возможность 3-D моделирования, которое обеспечивается посредством создания триангуляционных нерегулярных сетей (TIN) [6, 9, 11]. Наличие трёхмерных моделей рельефа территории позволяет выявить ранее не учтенные субъектно-объектные зависимости при прогнозировании экологической ситуации.

При создании электронной карты гравитационных геоморфологических объектов за основу принимается топографическая карта Южного берега Крыма содержащая слои рельефа, транспортной сети, антропогенных объектов, гидрологической сети, оцифровка которых может осуществляться с готовых физических карт местности. Каждый из этих слоёв предлагается наполнить дополнительными данными. Слой рельефа – информацией о крутизне, расчлененности, распределении гравитационной нагрузки обуславливающей и проявляющейся в хорологии различных гравитационных форм рельефа, транспортной сети – хозяйственном и стратегическом значении и др., антропогенных объектов – важности, опасности, последствиями разрушения и т.д.

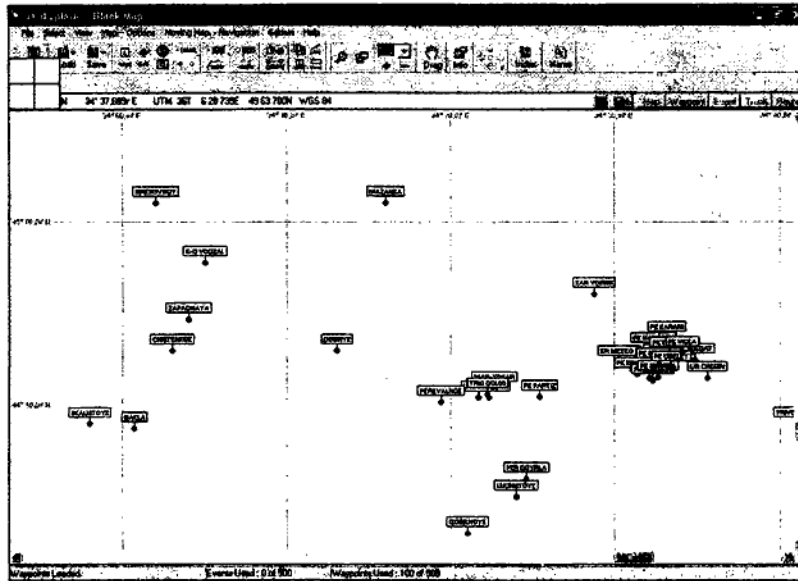
Создание слоя гравитационных объектов предлагается выполнить посредством спутниковой геодезии с использованием данных сети NAVSTAR. Нами было осуществлено построение подобного слоя с использованием GPS-приёмника GARMIN Etrex venture.

Несмотря на то, что подобный модуль может обеспечивать только техническую точность съёмки, полевые исследования показали, что она вполне подходит для решения наших задач. При ясной погоде точность измерений доходила до +/- 1-2 м., а иногда до 60-70 см., в лесу и под склонами обрывов от 1-2 м до 2-4 м. При их картировании в масштабе 1:5000 ошибка в положении на карте колеблется от 0,1 до 1,0 мм. Осуществлялось создание точечных объектов (мелкие осыпи и обвалы, точки отрыва скальных блоков), площадных (обвальные и оползневые тела, оползневые цирки) и линейных (прибровочные рвы). Точечные объекты создавались и сохранялись в приёмнике посредством инструмента Mark, линейные и площадные с помощью инструмента Tracks.

На стадии постобработки данных съёмки оказалось, что поставляемое программное обеспечение с GPS-приёмником (GARMIN MapSource WorldMap) работает в закрытом формате и способно выводить данные только на собственную карту созданную в проекции обеспечивающую высокую точность только на территории Северной Америки. Программный модуль GARMIN MapSource WorldMap работает только с форматом данных GARMIN, трансляция которых без помощи дополнительных средств не возможна. Проблема была решена путём использования программного продукта OziExplorer ver. 3.90.3.g1.

Данные в формате garmin выгружались с использованием интерфейса связи программой OziExplorer (рис. 2), где перекодировались в проекцию WGS-84 и транслировались в формат ESRI Shape.

Последующая обработка данных осуществлялась с помощью Arc View 3.2a. На проектной стадии создания электронной карты возникла необходимость во внедрении дополнительной информации о каждом объекте непосредственно в сам слой гравитационных объектов. Выполненная подобным образом структуризация данных позволит создать на основе лишь одного слоя несколько тематических карт. Поскольку вся информация находится в одном слое, ошибок в расчетах допустить практически невозможно. Совместный анализ всех слоёв карты, при такой структуре данных, даст возможность быстрого создания аналитических и анаморфированных карт [4].



**Рис. 2. Программа OziExplorer. Загружена бланковая карта с необработанными пикетами GPS-съемки в закрытом формате Garmin**

Таким образом, применение – GPS-приемника при маршрутных и площадных съемках гравитационных форм значительно ускоряет и удешевляет их сохраняя при этом достаточную точность, удовлетворяющая целям и задачам проводимых работ.

#### **Литература**

1. Борисьяк А.А. Геологические исследования вдоль Южного берега до Симеиза и частью далее // Изв. Геолкома, СПб, 1905. т. 24, № 1, с. 24-26
2. Бугаевский Л.М. Математическая картография. М.: Златоуст, 1998. 188 с.
3. Гинзбург Г.А., Салманова Т.А. Пособие по математической картографии//Труды ЦНИИГАИК, вып.160, 1964.
4. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов / Ю.Б. Баранов, А.М. Берлянт, Е.Г.Капралов и др. М.: ГИС-Ассоциация, 1999. 204 с.
5. Ерыш И.Ф., Саломатин В.Н. Оползни Крыма. Часть 1. История отечественного оползневеления. Симферополь, издательство «Апостроф», 1999. 240 с.
6. Кищинская И, Лебедева Н. Дополнительные модули к настольным продуктам Arc GIS. // Arc Review, 2001. № 4. С. 9-10
7. Ламтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. Л., «Недра», 1977. 479 с.
8. Мартыненко А.И., Бугаевский Ю.Л., Шибалов С.Н. Основы ГИС: теория и практика. М, 1995.
9. Ротков С.И., Шепелев А.В. Геоинформационные технологии при построении цифровой модели рельефа. // <http://info.sandy.ru>
10. Krzanovski R.M., Palylyk C.L., Crown P.H. GIS Lexicon. - 1991-1992 International GIS Sourcebook. Geographic information system technology in 1991. - Fort Collins: GIS World, Inc. 1991. P.552-568.
11. The Open GIS Specification Model. Open GIS Consortium. <http://www.opengis.org>, 1998.

Статья поступила в редакцию 13 мая 2003 г.

УДК 621.315

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ НА  
ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

*Горохов Е.В., Гримуд Г.И., Турбин С.В.*

**ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время на Украине остро стоит задача обеспечения определенного уровня надежности строительных конструкций воздушных линий (ВЛ) электропередачи. Связано это, прежде всего с недостатком финансовых средств, выделяемых на строительство новых линий, взамен отслуживших свой век. Проблема оценки надежности существующих линий также достаточно актуальна из-за того, что строительство ВЛ осуществлялось в соответствии с нормами бывшего СССР, которые в настоящее время не соответствуют применяемым на Украине.

**СОСТОЯНИЕ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НА УКРАИНЕ**

В настоящее время на Украине эксплуатируются около 948 000 км ВЛ, 142 160 км из них напряжением 35-800 кВ (см. табл. 1). Причем эти данные остаются практически постоянными в течение последних 10 лет. Срок эксплуатации большинства ВЛ напряжением 110-220 кВ составляет в среднем 40-60 лет, а для некоторых объектов до 80 лет, из-за чего анализ аварийности данных конструкций представляет значительный интерес.

Таблица 1

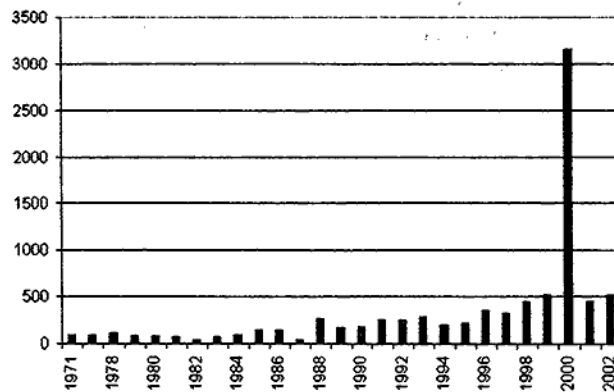
Протяженность ВЛ в Украине

Напряжение ВЛ	Протяженность, тыс. км	Протяженность %	Количество опор	Количество опор, разрушенных в ноябре 2000 года	В % к общему количеству опор, подвергшихся воздействию гололеда
1	2	3	4	5	6
0,3-0,5	472,65	49,86	11816250	187000	4,24
2-30	333,2	35,15	6664000	138000	5,55
35	70,78	7,47	615478	1583	0,69
110	39,15	4,13	166596	986	1,59
154	10,33	1,09	40669	-	-
220	4,14	0,44	14892	2	0,04
330	12,94	1,36	44621	168	1,01



Продолжение таблицы 1.					
1	2	3	4	5	6
500-400	0,64	0,07	2065	1	0,13
750	4,08	0,43	12750	69	0,50
800	0,1	0,01	250	-	-
Всего	948,01	100	19377571	327809	4,53

Суммарное количество отказов конструкций опор, проводов и соединительной арматуры по годам, для ВЛ напряжением 35-800 кВ представлено на рис. 1. К сожалению после 1992 года централизованная система сбора данных по отказам ВЛ была уничтожена, и данные с 1992 по 2002 год несколько занижены, т.к. некоторые аварийные ситуации не зафиксированы.



**Рис. 1. Суммарное количество отказов конструкций опор, проводов и соединительной арматуры по годам, для ВЛ напряжением 35-800 кВ**

Анализ полученных данных показывает существенный рост числа отказов элементов ВЛ, что свидетельствует об изношенности фонда. Значительное количество отказов в 2000 году связано с широкомасштабной гололедной аварией. Наибольшая природная катастрофа, которая постигла Украину за последнее столетие, парализовала жизнедеятельность почти пяти тысяч населенных пунктов 12 областей Украины. В ноябре месяце 2000 г. в течение недели почти четыре млн. людей оказались в экстремальных условиях, оставшись без света и тепла, газо- и водоснабжения. Обледенение привело к аварии 20931 линии электропередачи, было разрушено более 300 тыс. железобетонных и около 20 000 металлических опор ВЛ. Общий ущерб, нанесенный Украине стихией, составил 655 млн. грн [1].

Высокая аварийность железобетонных опор объясняется достаточно большим процентным содержанием, т.е. до 70 % ВЛ напряжением 35-110 кВ выполнено на железобетонных опорах. Однако аварийность железобетонных опор при действии сверхрасчетных нагрузок, в пересчете на 100 км ВЛ в 7 раз выше, чем аварийность

металлических опор. В зависимости от причины аварийности отказы систематизированы на рис. 2.

Проведенные в [2] расчеты позволяют сделать выводы о необходимости совершенствования методик определения гололедно-ветровых нагрузок и методов предотвращения аварий, в частности путем плавки гололеда. Вторым аспектом является совершенствование методик оценки действительного состояния конструкций с учетом различных повреждений, таких как коррозионные и механические повреждения, осадки фундаментов и т.д.

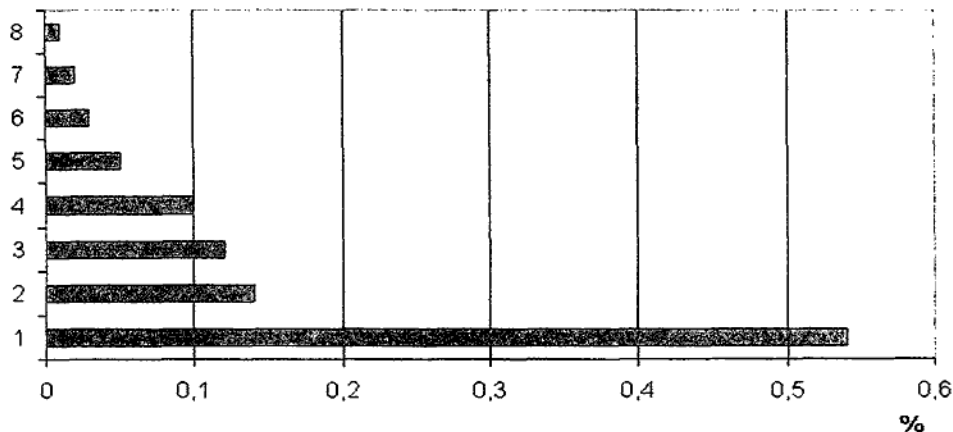


Рис. 2. Распределение количества отказов в зависимости от причины

Условные обозначения к рисунку 2:

1. Масштабные гололедно-ветровые воздействия; 2. Локальные гололедно-ветровые воздействия; 3. Не установленные причины; 4. Эксплуатационные недостатки; 5. Ошибки монтажа; 6. Ненадлежащее качество материалов; 7. Дефекты изготовления; 8. Ошибки проектирования.

#### МЕТОДОЛОГИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТЬЮ ВЛ

При мероприятиях по определению остаточного ресурса опор ВЛ необходимо не только учитывать их техническое состояние но и учитывать изменение нагрузок.

Из-за значительной протяженности ВЛ возможна существенная вариация климатических нагрузок по профилю трассы, что не лучшим образом влияет на требования безопасности и экономичности, а также повреждения различного рода, типа коррозионных повреждений, пробоев изоляторов и т.д. не могут быть своевременно обнаружены, что также приводит к снижению надежности.

Для решения данной проблемы была разработана методология создания единой геоинформационной системы содержащей систему управления базами данных, структура которой приведена ниже.

База данных «OLIS» содержит следующие блоки:

1. Блок содержащий данные о применяемых на ВЛ конструкциях (опоры, провода, тросы, изоляторы, система защиты от вибрации);
2. Блок учета несовершенств. Применительно к каждой конструкции содержатся данные об обнаруженных дефектах и повреждениях, сроках их устранения, действительных характеристиках материалов из которых конструкции выполнены;
3. Блок, содержащий техническую информацию, в т.ч. чертежи, сертификаты и т.д. (в настоящее время большинство информации представлено в бумажном варианте, что в некоторых случаях значительно замедляет работу системы);
4. Система сбора и учета информации об авариях и отключениях ВЛ;
5. Система сбора и обработки метеоданных, состоящая из данных метеостанций Госгидромета и специализированных метеопостов;
6. Система анализа данных.

Одним из основных достоинств данной системы является оперативность сбора и работы с информацией, распределенной на больших территориях, что особенно важно при аварийных ситуациях. Так информация с метеопостов может использоваться для оперативного реагирования и перевода линий в режим плавки гололеда.

#### КЛИМАТИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ

Для определения климатических нагрузок на элементы ВЛ был предложен подход, основанный на использовании полученных в [3] значений климатических параметров. Исходными данными для построения трехмерных электронных карт климатических воздействий служили географические координаты, значения климатических параметров метеорологических станций и их координаты: широта  $\phi$  и долгота  $\lambda$ .

Данные метеостанций по скорости ветра, ветровому давлению при гололеде и массе гололедных отложений аппроксимировалось функцией 1-го предельного распределения Гумбеля и собственно были получены исходные данные для районирования территории Украины, которые затем обрабатывались с учетом предложенной методики.

В процессе обработки метеоданных были выявлены погрешности, связанные с существующей системой сбора и обработки информации, это и влияние так называемого «человеческого» фактора, при измерениях параметров, и влияние места расположения измерительных приборов и т.д.

Для нивелирования подобного рода выбросов была применена методика сглаживания [4], согласно которой математическое ожидание случайного поля исследуемого параметра для любой точки местности определяется путем сглаживания ординат по формуле:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^N Q_i c_i P_i}{\sum_{i=1}^N c_i P_i}, \quad (1)$$

где  $N$  – количество метеостанций;  
 $Q_i$  – ордината поля, равная значению исследуемого параметра для  $i$ -той метеостанции;  
 $c_i$  – весовая функция сглаживания;  
 $p_i$  – весовая функция точности, которую в большинстве случаев можно принять как:

$$p_i = \sqrt{n_i}, \quad (2)$$

где  $n_i$  – объем выборки данных для  $i$ -той метеостанции.

Весовая функция сглаживания определяется по формуле:

$$c_i = \exp\left(\frac{-d_i}{a}\right), \quad (3)$$

где  $a$  – константа определяющая меру сглаживания;  
 $d_i$  – расстояние от точки для которой вычисляется математическое ожидание до  $i$ -той метеостанции.

Построение электронных карт выполнялось при помощи программы Surfer.

Следующим этапом было нанесение на электронную карту трасс воздушных линий. В данном случае конкретная воздушная линия разбивалась на прямолинейные участки, привязка которых к карте осуществлялась по специализированным данным, предоставленным эксплуатирующими организациями а также по результатам измерений при помощи систем глобального позиционирования (global positioning systems).

Далее проекция ВЛ накладывалась на различные трехмерные климатические карты и выполнялось построение продольного профиля нагрузки. На основании проведенных исследований подготовлен электронный атлас климатических нагрузок на воздушные линии электропередачи напряжением 220 – 750 кВ, проходящих по территории Донецкой области.

Для учета влияния орографических условий местности используется методика, реализованная в [5], и автоматизированная согласно [6].

#### ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ. СИСТЕМА АНАЛИЗА ДАННЫХ

Для получения данных о надежности ВЛ необходимо иметь данные о фактических нагрузках и повреждениях ее элементов. В процессе обследования фиксируются следующие параметры: для определения нагрузок – стрелы провесов проводов, габариты до земли, расстояния между опорами и крены опор; для получения фактического состояния конструкции – данные о фактической прочности элементов, данные о дефектах и повреждениях.

На основании анализа натуральных освидетельствований более 4,5 тыс. км воздушных линий было предложено определять рекомендуемую периодичность обследований как:

$$T_{\theta} = T_{н.с.} \cdot K_{аз} \cdot K_{оп} \cdot K_{т}, \quad (4)$$

где,  $K_{аз}$  – коэффициент, принимаемый от 0,5 до 1 в зависимости от агрессивности атмосферы в зоне прохождения ВЛ;

$K_{op}$  – коэффициент, принимаемый от 0,8 до 1 в зависимости от орографических особенностей местности в месте прохождения ВЛ;

$K_m$  – коэффициент, зависящий от конструктивного исполнения опор, установленных на линии, который для металлических оцинкованных опор равен 1,25, металлических неоцинкованных опор – 1, для железобетонных – 0,9;

$T_{н.с.}$  – срок до первого планового обследования ВЛ, установленного в зависимости от надежности данного класса ВЛ и степени экологической опасности, равный от 15 лет для ВЛ напряжением 35-110 кВ до 20 лет для ВЛ 500 кВ.

Данная периодичность обследований устанавливается для участков ВЛ, т.е. на одной линии могут быть участки с различными сроками проведения обследований, границы которых устанавливаются в соответствии с принципами зонирования ВЛ согласно [6].

Для получения данных о надежности элементов ВЛ используются расчетные программы, так, например, для расчета опор применяются программные комплексы СКАД и ЛИРА основанные на использовании метода конечных элементов, которые дают результаты достаточно близкие к результатам программы Tower компании Power Line Systems ([www.powline.com](http://www.powline.com)) однако имеют не приспособленный для расчетов решетчатых башен интерфейс. На данном этапе производится учет влияния различных дефектов и повреждений, причем, учитываются, как правило, повреждения, ликвидация которых сравнима с заменой конструкции на новую, например, сплошная коррозия уголков стальной опоры ВЛ.

Сравнение полученных усилий в элементах опор от действия внешней нагрузки с расчетными напряжениями выполняется обычно с использованием метода частных коэффициентов надежности. Однако в последнее время разработана методика определения вероятности непревышения нагрузки, которую исследуемая конструкция может выдержать. В основу метода положен следующий алгоритм.

Для всех элементов опоры ВЛ, кроме второстепенных, справедливо выражение:

$$\sigma_{lim} \leq R_y, \quad (5)$$

В случае рассмотрения (для примера) только ветровой нагрузки (5) запишется как:

$$\sigma_{lim} = \sigma_{dl}^c + \sigma_{dl}^t + \sigma_w^c + \sigma_w^t, \quad (6)$$

тогда

$$\sigma_{dl}^c + \sigma_{dl}^t + \sigma_w^c + \sigma_w^t \leq R_y, \quad (7)$$

где  $\sigma_{lim}$  – суммарное предельное напряжение в элементе от  $V_{lim}$  либо  $w_{lim}$  соответственно предельной скорости ветра либо ветрового давления на высоте 10 м с учетом влияния микроклиматических особенностей местности [5];

$\sigma_{dl}^c$ ,  $\sigma_{dl}^t$  – соответственно напряжения в элементе от собственного веса проводов, тросов и опоры;

$\sigma_w^c$ ,  $\sigma_w^t$  – соответственно напряжения в элементе от ветрового давления на провода, трос и конструкцию опоры, с учетом коэффициента динамичности  $C_d$ ;

$R_y$  – расчетное сопротивление материала опоры с учетом результатов фактических замеров.

Предполагая, что материал конструкций работает в упругой стадии, при помощи расчета исследуемой опоры используя метод конечных элементов, определяем следующие зависимости для каждого из выбранных элементов:

$$\sigma_{wi}^c = w_{lim} \cdot a_{wi}^c, \quad \sigma_{wi}^t = w_{lim} \cdot a_{wi}^t, \quad (8)$$

где  $a_{wi}^c$  и  $a_{wi}^t$  – весовые коэффициенты, полученные при расчете опоры на единичные нагрузки от ветрового давления на провода, тросы и опору соответственно.

Т.к. в общем случае для элементов решетки и поясов

$$\sigma_{ij} = \frac{N_{ij}}{\varphi_i \cdot A_i \gamma_c}, \quad \text{а } \sum_{j=1}^2 \sigma_{d_i}^j = b_i, \quad \text{то из (7) выразим } w_{lim}: \\ w_{lim} = \frac{R_{yi} \cdot \varphi_i \cdot A_i \gamma_c + b_i}{a_{wi}^c + a_{wi}^t}, \quad (9)$$

где

$N_{ij}$  – усилие в  $i$ -том элементе от  $j$ -той нагрузки;

$\varphi_i$  – коэффициент продольного изгиба элемента;

$A_i$  – площадь  $i$ -того элемента.

Тогда из (9) учитывая что

$$V_{lim} = \sqrt{\frac{w_{lim}}{0.61}} \quad (10)$$

$$T = c \cdot \exp(d \cdot V_{lim}) \quad (11)$$

$$P(T) = \left(1 - \frac{1}{2T}\right)^{t_c} \quad (12)$$

где  $t_c$  – срок службы конструкции;

$c$  и  $d$  – параметры случайного процесса на данной метеостанции.

выразим  $P_i(T)$ :

$$P_i(T) = \left(1 - \frac{1}{2 \cdot c \cdot \exp\left(d \cdot \sqrt{\frac{R_{yi} \cdot \varphi_i \cdot A_i \cdot \gamma_c + b_i}{0.61 \cdot (a_{wi}^c + c_d \cdot a_{wi}^t)}}\right)}\right)^{t_c} \quad (13)$$

Дефекты, повреждения и отклонения конструкции от проектного положения вводятся в расчет либо снижением площади  $A_i$ , либо корректировками  $\varphi_i$  и  $R_y$ , либо изменением действительной геометрической схемы сооружения, что приведет в (13) к изменению коэффициентов  $a_{wi}^c$  и  $a_{wi}^t$ .

Вероятность безотказной работы всей конструкции  $P$  определяется как произведение вероятностей безотказной работы отдельных элементов соединенных последовательно. В данном случае общая вероятность получена путем произведения вероятности безотказной работы основных элементов опоры ВЛ (пояса и раскосы ствола и траверс) удаление которых из расчетной схемы ведет к лавинообразному разрушению конструкции. Данное допущение согласно исследованиям [6] несколько снижает расчетную надежность системы, однако в нашем случае вполне правомерно, т.к. исследуется в основном общий коррозионный износ конструкции, т.е. всех элементов, тогда  $P$  равно:

$$P = \prod_{i=1}^n P_i(T) \quad (14)$$

В зависимости от полученного значения, напряжения и класса надежности элементы ВЛ относят к следующим категориям состояния:

нормальное (1) – состояние конструкции, отвечающее требованиям нормативных документов;

удовлетворительное (2) – присутствуют отдельные дефекты и повреждения которые непосредственно не влияют на надежность конструкции в определенный момент времени;

непригодное к нормальной эксплуатации (3) – состояние конструкции, при котором присутствуют отдельные дефекты и повреждения которые непосредственно влияют на надежность конструкции в определенный момент времени, однако возможно и экономически целесообразно производить ремонт конструкции;

аварийное (4) – состояние конструкции, при котором на основе проверочных расчетов и анализа дефектов и повреждений невозможно гарантировать целостность конструкций на период усиления, либо усиливать конструкцию экономически нецелесообразно.

Путем проведенных технико-экономических расчетов с учетом состояния строительных конструкций электрических сетей на Украине предложено следующее ранжирование категории состояния конструкции в зависимости от вероятности превышения предельно допустимых нагрузок на металлические конструкции опор ВЛ (табл. 2).

Таблица 2

Классификация категорий состояния ВЛ в зависимости от напряжения и степени ответственности

Напряжение ВЛ	Категории состояния			
	1	2	3	4
400-750	$P \geq 0,95$	$0,9394 \leq P \leq 0,95$	$0,87 \leq P \leq 0,9394$	$P \leq 0,87$
220-330	$P \geq 0,85$	$0,812 \leq P \leq 0,85$	$0,629 \leq P \leq 0,812$	$P \leq 0,629$
35-110	$P \geq 0,61$	$0,534 \leq P \leq 0,61$	$0,123 \leq P \leq 0,534$	$P \leq 0,123$

Так конструкции, принадлежащие к 1-й категории состояния, имеют достаточную надежность и не нуждаются в ремонте. Конструкции 2-й категории

нуждаются в ремонте для повышения показателей долговечности. Конструкции 3-й категории нуждаются в проведении мероприятий по капитальному ремонту и повышению надежности ВЛ в целом, таких как: усиление отдельных элементов, постановка дополнительных элементов (изменение расчетной схемы сооружения), резервирование линии, перевод на более низкое напряжение, установка элементов защиты: сбрасывающих зажимов, тарировочных скоб [7] либо демпфирующих узлов [8], которые вводятся в подвесные гирлянды изоляторов и при аварийной нагрузке препятствуют развитию каскадной аварии. Для конструкций 4-й категории состояния мероприятия аналогичны приведенным для 3-й группы, однако решение о дальнейшей эксплуатации данной линии должно быть обосновано экономически.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная методика наряду с положениями, которые реализованы, еще содержит положения, которые необходимо доработать. В настоящее время на территории Донецкой области предложенная система начинает функционировать, причем отдельные блоки, такие как, сбора и обработки климатических нагрузок, блок учета несовершенств, блок содержащий технические данные об эксплуатируемых конструкциях и система анализа данных функционируют в течение 3-5 лет. Это позволило существенно повысить качество эксплуатации воздушных линий, своевременно выявить и устранить значительное количество несовершенств, прогнозировать места возникновения аварий в случае климатических перегрузок, т.е. значительно повысить надежность ВЛ.

### Литература

1. Масові пошкодження в електричних мережах України, що сталися наприкінці листопада та початку грудня 2000р. / Висновки комісії щодо механічної стійкості пошкоджених електричних мереж України. Пропозиції з підвищення рівня їх надійності. Міністерство палива та енергетики. Київ, 2000. 9 с.
2. Никифоров Е.П. Прогнозирование надежности ВЛ при воздействии сверхрасчетных гололедных нагрузок // Энергетическое строительство, 1990. №8. С. 35 – 37.
3. Нарожный В.Б., Княжевська С.Я., Глей Л.В. Кліматичні навантаження на повітряні лінії електромереж. К.: Енергопрогрес, 1994. 212 с.
4. Пашинський В.А. Атмосферні навантаження на будівельні конструкції для території України. К.: УкрНДПСК, 1999. 185 с.
5. A new Norwegian wind loading standard. Draft NS 3491-4 // 1st International Codification workshop for wind loads. Bochum (Germany), 2000. 7 p.
6. Горохов Е.В., Сапронов Ю.В., Турбин С.В., Нарожный В.Б. Методика определения климатических нагрузок на протяженные объекты // Вестник ДонГАСА. Макеевка, 2001 г. № 2001-4 (29). С. 29–36.
7. Перельмутер А.В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций. 2-е изд., перераб. и доп. Киев: Изд-во УкрНИИпроектстальконструкция, 2000. 216 с.
8. Horokhov Ye.V., Turbin S.V., Bakayev S.N., Nekrasov Yu.P., Bus'ko M.V. Damping Device for Power Transmission Lines // Proceedings of 10 IWAIIS. Brno. 2002. Session 9. № 4. (In CD-ROM).

Статья поступила в редакцию 20 апреля 2003 г.



УДК 528.9:002.6

**СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КАРТОГРАФІЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ  
ОСВІТНЬОЇ ГАЛУЗІ: ДОСВІД РОЗРОБКИ ТА АПРОБАЦІЇ**

*Даценко Л.М.*

Інформатика з основами комп'ютерної техніки стала обов'язковим предметом у шкільній програмі. На сьогодні в Україні здійснюється широкомасштабна комп'ютеризація шкіл та ВУЗів. Але ж наявність технічної бази це тільки перша сходинка до загальної комп'ютерної грамотності. Нагальної потребою є забезпечення навчального процесу CD-версіями: уроків, курсів лекцій, довідників та тестувань.

ЗАТ "Інститут передових технологій" (ІПТ) розробляє геоінформаційні системи (ГІС) різних рівнів та тематики, займається підготовкою та виданням географічних, історичних, популярних атласів, а також карт великого формату. Наукові і технологічні розробки ІПТ запатентовані в Україні. Маючи досвід поліграфічного видання та враховуючи, що всі матеріали в ІПТ готуються в електронному вигляді, Інститут розробляє ряд навчальних електронних версій для середньої та вищої школи. Тематика таких розробок досить широка, це і шкільні курси з географії та історії світу (5-11 класи), історія Києва та історія України, економічна та соціальна географія Світу, географія та економіка України (регіональний поділ). Проблеми щодо використання комп'ютерних навчальних програм виникли в Україні мабуть, ще до появи перших вітчизняних навчальних CD-дисків. Чому? Відразу постає питання методики та методології такого елементу освіти. Якими бачать навчальні CD-диски вчителі-практики, методисти, науковці педагогічної науки? А з іншого боку, такі ж питання постають перед виробниками електронної навчальної продукції: фахівцями певного шкільного предмета, програмістами, дизайнерами, редакторами та упорядниками.

Проблеми у забезпеченні уроків географії та історії навчальними CD-дисками є такі:

- недостатня кількість комп'ютерів у школах;
- пріоритетність надання коштів тільки на техніку без програмного забезпечення;
- рівень комп'ютерної грамотності вчителів недостатньо високий;
- кількість годин, відведених на уроки з географії та історії в комп'ютерному класі майже дорівнює нулю;
- відсутність підтримки з боку держави вітчизняного виробника електронних продуктів і навчальних комп'ютерних програм;
- невизначеність методики викладання різних навчальних дисциплін за допомогою комп'ютерної техніки;
- і. т.д.

Цей перелік можна продовжувати і продовжувати.

В освітніх журналах та газетах лише за 2002 рік було опубліковано ряд статей, в яких розглядалася ця проблематика. Автори пропонують своє бачення змісту та форми навчальних CD-дисків. Переважають загальнометодичні рекомендації. Головним завданням вважають створення електронних підручників, призначених для самостійної роботи учнів. Окрему увагу приділяють програмам-тестам. Тут і виникає перше запитання. Підручник передбачає значну кількість текстового матеріалу. Проте читання цілих сторінок дитині з екрану комп'ютеру це велике навантаження для зору. За останні роки вже сформувалася характерна мова комп'ютерних текстів у зв'язку зі стрімким розвитком Internet і CD-енциклопедій. Її особливістю є лаконічність, наявність так званих „ключових слів і символів”, інтерактивності, інших прийомів, що полегшують сприйняття інформації. Перекладаючи текст підручника на комп'ютерну мову, слід враховувати ці особливості, чого, на жаль, багато авторів не беруть до уваги.

Що ж повинно переважати в електронному посібнику? При роботі на екрані монітору з малюнками, картами, схемами, анімаційними фрагментами, навчальними фільмами – зір менше перевантажується ніж при читанні тексту з екрану і увага дитини не розпорошується під час сприйняття навчального матеріалу. На сьогодні в наших школах, на жаль, майже не залишилося фонду навчальних фільмів, і саме мультимедійні навчальні програми намагаються заповнити цю нішу. Проте створення в електронному вигляді повнофункціональної програми з фільмами, анімаціями, бібліотеками фотографій та карт з системою пошуку об'єктів вимагає значного фінансового підкріплення і роботи великої кількості людей, що в умовах нашої країни поки що є недосяжним.

Одним із напрямків діяльності Інституту передових технологій є розробка, підготовка та видання шкільної картографічної продукції, як для вивчення курсів з географії так і з історії. Випустивши в світ низку поліграфічних атласів для школи з географії та історії, пройшовши відповідні змістовні комісії та отримавши грифи, співробітники Інституту наважились на нові розробки — навчальні CD-диски з картами. Що стало поштовхом до цього кроку? По-перше: всі розробки Інституту існують в електронному варіанті – це їх первинний вигляд, по-друге: досвід спілкування з вчителями істориками та методистами доводить необхідність цього напрямку.

Необхідність використання карт при вивченні як географії, так і історії не підлягає сумніву. Проте учні не завжди вміють читати карту, чи то географічну, чи то історичну. Як змінити цю ситуацію? Ось тут у пригоді будуть електронні атласи та навчальні курси з картами. Наше завдання — навчити дитину сприймати карту як образ світу, що нас оточує, бачити події з просторовою прив'язкою.

Враховуючи вікові особливості та поставлені завдання – це може бути електронна карта, що в режимі мультимедія показує історичні зміни ситуації, або невеликий текст, що пов'язаний з картографічним зображенням та рядом ілюстративних матеріалів.

На сьогодні Інститутом вже підготовлено декілька варіантів навчальних курсів з картами.

Ці навчальні курси призначені для:

- самостійного та колективного поглибленого вивчення географії та історії;
- демонстрації електронних карт атласів з географії та історії у середній школі;
- синхронного аудіопрослухоування
- швидкого доступу до інформаційної бази комплексу;
- підготовки викладачів до уроків, лекцій (отримання системноупорядкованої, оновленої інформації);
- вироблення навичок роботи з комп'ютером;
- виконання творчих домашніх завдань учнями, які мають вдома персональні комп'ютери.

Зміст *електронного навчального курсу з нової історії з картами (Нова історія XVI-XVIII ст.)* відповідає темам навчальної програми для середніх шкіл у 8 класі. Цей CD-курс у поєднанні з навчальним атласом для 8 класу (Рекомендованого Міністерством освіти і науки України, лист №1/11-1770 від 29.06.99 р.) і підручниками утворює міцну взаємоузгоджену інформаційну базу для вивчення всесвітньої історії. Окрім тематичних карт проект містить текстові коментарі до них. Застосовується єдиний підхід до відображення інформації. Оскільки в атлас вміщено великий комплекс унікальних ілюстрацій історичних об'єктів, пам'яток історії, архітектури тощо до кожної теми, то ознайомлення з ними завдяки електронному атласу не лише принесе естетичне задоволення, а й стимулюватиме пізнавальну діяльність учнів в галузі історії. До кожної теми пропонуються тести з використанням електронних контурних карт. Метою цієї розробки є допомога вчителю при викладанні заданої теми на базі електронних карт, що самі „розмовляють”.

Такі самі підходи використано і під час підготовки *електронного навчального курсу з історії України з картами (Україна з найдавніших часів до Київської Русі - для 7 класу), електронного навчального курсу Київ (історія, географія, культура - для 5 класу).*

Основна мета *електронного навчального курсу з “Географії материків та океанів” з картами (для 7 класу)* – вивчення географії материків та океанів у навчальних закладах. Головна особливість CD-атласу – чітка упорядкованість інформації. Незважаючи на те, що CD-курс містить велику кількість різного роду інформації (статистичну, наукову, графічну, порівняльну та інші), її втілення здійснюється поступово та у легкій для користувача формі. У системі подання інформації є засоби, які полегшують перехід від одного виду інформації до іншого без втрати користувачем передбаченої програмою послідовності праці та сприяють якіснішому засвоєнню матеріалу. У ньому передбачено тестування з використанням електронних контурних карт. Більшість карт опубліковано у шкільному атласі „Географія материків та океанів” для 7 класу (Гриф Міністерства Освіти і науки №1/11-1506 від 28.05.1999 р.).

Електронні навчальні курси з географії рекомендовані Міністерством освіти і науки можуть бути використані як:

- довідкові інформаційно-картографічні видання, наприклад, CD-атлас «Україна та її регіони» (ШТТ). Вони дозволяють працювати, як в режимі індивідуальної підготовки до уроку чи написанні реферату, так і при колективній роботі над певною темою в класі за допомогою вчителя. Значна кількість електронного картографічного матеріалу, енциклопедичний текст, упорядкована статистика у вигляді таблиць, графіків та текстів допоможе у підготовці до екзаменів, як випускних, так і вступних до вузів.

- електронні навчальні курси за окремими темами, наприклад електронний навчальний курс з нової історії з картами для 8 класу. Під час проведення уроку вчитель дає змогу учням переглянути електронний атлас з картами, що висвітлюють певні території відповідно змісту уроку, супроводжуються озвученими текстами, великою кількістю фотографій.

- електронні тестування. Більшість електронних посібників супроводжується елементами перевірки знань у вигляді різноманітних тестів. Тести можуть бути як класичні: виберіть правильну відповідь, так і творчі: розмістіть на карті запропоновані об'єкти, знайдіть на карті певну територію тощо.

Електронні навчальні посібники мають вміщувати сучасну наукову та статистичну інформацію у доступному вигляді, географічні карти з можливістю їх деталізації, програмний продукт повинен бути реалізований за допомогою зручного інтерфейсу.

Для ознайомлення з геополітичним положенням регіонів, їх населенням, особливостями економічного розвитку та екологічної ситуації стане у пригоді новий електронний атлас-довідник «Україна та її регіони». Цей атлас розроблено вперше в Україні Інститутом передових технологій на базі цифрових топографічних карт України масштабу 1:500 000, її регіонів - 1:200 000, Києва - 1:10 000, підготовлених за участю Департаменту геодезії, картографії та кадастру Мінекології та природних ресурсів, на основі матеріалів Державного комітету статистики України, наукових і проектних установ, зокрема, інститутів: географії Національної Академії наук України, Реформ, «Діпромiсто» та інших.

В атласі є три частини. Картографічний модуль першої частини присвячено загальній характеристиці України як окремого регіону в Європі, кільком етапам історії формування території України як держави, її сучасному адміністративно-територіальному устрою.

На картах України загалом подається її фізична поверхня, розміщення і щільність населення, його етнічний склад та релігійні уподобання, загальна характеристика господарства, більш детальна промисловості, сільського господарства та телекомунікацій. Карта екологічної ситуації відображає стан довкілля. Завершується перша частина атласу оцінково-прогнозними картами інвестиційного клімату в Україні: рівні економічного розвитку регіонів, їх інвестиційної привабливості. Текстовий супровід (інформаційний модуль) вміщує таблиці, графіки, діаграми і результати аналізу стану об'єктів та тенденцій їх розвитку.

Друга частина атласу – регіональна. Вона вміщує картографічний модуль: 25 загальногеографічних карт усіх регіонів України (масштаб 1: 1 000 000).

Інформаційний модуль до кожного регіону вміщує: загальні відомості (утворення, площа, центр регіону і його параметри, адміністративний устрій), історичну довідку, характеристику природи, населення (кількість, щільність, склад – за місцем проживання, національністю, за віком, працездатністю, співвідношенням статей тощо), економіки (фінанси і кредит, зовнішньоекономічна діяльність, промисловість, сільське господарство, транспорт, зв'язок, торгівля і послуги), освіти, культури і відпочинку. Для кожного з цих інформаційних файлів підібрано своєрідну форму втілення інформації, що дає змогу співставляти кількісні значення певних показників по усіх регіонах. Загалом кожен з регіонів охарактеризовано майже за 150 якісними і кількісними показниками з сучасних офіційних статистичних, енциклопедичних, наукових, картографічних джерел.

Третя частина атласу, що присвячена найбільшим містам України, вміщує середньомасштабні карти Києва, Дніпропетровська, Донецька, Одеси, Харкова та Львова, на яких подано ландшафтно-планувальну структуру, культурно-історичні об'єкти – театри, музеї, палаци культури і спорту, вищі навчальні заклади, культові споруди, а також об'єкти туристично-рекреаційної інфраструктури – під'їзні магістралі, шляхові розв'язки, готелі, кемпінги тощо.

Розроблені в ПІТ пілотні проекти навчальних CD-атласів з географії та історії проходять зараз апробацію у методистів, вчителів та профільних фахівців. Ці проекти базуються на оригінальних розробках Інституту і вміщують не лише подання навчального матеріалу у динамічному вигляді, а й різні види тестування (з урахуванням традиційних підходів до опитування учнів).

УДК 616.9-036.21:002.5

## АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ ПРИРОДНОГО ОЧАГА С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ

*Дулицкий А.И., Коваленко И.С.*

Современные географические информационные системы (ГИС) получили широкое распространение в управленческой, хозяйственной, научной деятельности различных ведомств (по чрезвычайным ситуациям, в сельском хозяйстве, геологической разведке, военном деле, природопользовании и т.д.) как инструмент анализа, позволяющая моделировать различные пространственные ситуации на местности. Однако с помощью ГИС еще недостаточно изучены или вообще не изучались возможности анализа многих сторон специфических экологических процессов, одним из которых является эпизоотический процесс.

Эпизоотический процесс – это непрерывный процесс возникновения и распространения инфекционных болезней животных, развивающихся при наличии источников, факторов передачи возбудителя инфекции и восприимчивого поголовья.

Для оценки этого явления важным является осуществление мониторинга природно-очаговых территорий. Анализ результатов мониторинга эпизоотологической ситуации на очаговых территориях проводился и ранее, однако к настоящему времени накопились значительные объемы материалов, и ограничиться их обработкой обычными математическими и статистическими методами недостаточно, т.к. эпизоотический процесс – процесс многофакторный и многовекторный.

Информацию о динамике эпизоотического процесса получают при целенаправленном лабораторном исследовании материала (млекопитающие, эктопаразиты, погадки, экскреты, вода, почва и др.), собранного в природе, а также косвенно - при регистрации случаев природно-очаговых заболеваний среди людей. По своей эффективности и достаточности (объективности) основными лабораторными методами, используемые для диагностики эпизоотологического процесса, являются бактериоскопический, бактериологический (вирусологический) и серологический.

Эпизоотический процесс – явление системное, поэтому любой результат исследования занимает определенное место в пространственно-временной структуре природного очага. При его изучении чаще всего используется случайный-выборочный метод, по результатам которого сложно воссоздать полную картину эпизоотического процесса. Этот метод дает возможность оценить время прохождения и фазу процесса по следующим главнейшим параметрам:

- географический адрес полученной информации,
- наличие (выделение) возбудителя,

- титр реагента (числовое значение концентрации) в положительной диагностической серологической реакции,

- видовой и групповой (по степени чувствительности к возбудителю) состав теплокровных хозяев, от которых получен инфицированный материал.

Целью работы явилось изучение возможности использования ГИС-технологий для изучения пространственно-временной структуры очага природно-очаговой инфекции (на примере туляремии).

Крымской противочумной станцией с 1978 по 1997 гг. исследовано бактериологическим и серологическим методами 45080 экземпляров 27 видов мелких млекопитающих – преимущественно грызунов и насекомыхядных, в том числе на туляремию – 34650 экземпляров. При этом получено 372 (~1,1%) положительных результата.

Вся имеющаяся информация упорядочена в виде электронных баз данных в форматах Excel и ArcView. Создание электронно-картографических слоев проведено по следующим параметрам:

- видовые (хозяина, возбудителя),
- временные (год, месяц),
- территориальные (район, азимут, удаление),
- экологические (станция),

-микробиологические методы исследования (серологический, бактериологический) и т.д.

Собранные материалы характеризуют: динамику процесса по годам, видам основных и второстепенных носителей, активности эпизоотийных проявлений, по положительным (отрицательным) находкам при использовании различных лабораторных методов.

Использование ГИС открывает и другие возможности. В частности, используя фрагментарные материалы и метод выборочно-случайного обследования территории, можно реконструировать и проанализировать территориально-временной "срез" состояния природного очага, приблизительную картину его формирования и векторность.

Для этого использовался следующий алгоритм. Сначала на электронную карту нанесли информацию за конкретный период (календарный год) работы, затем создали отдельные "слои" по видам хозяев, нозоформам, методам лабораторного исследования, по временным отрезкам (месяцам). В результате полученные данные отображали в виде картограмм, сопровождаемых диаграммами с попарными количественными характеристиками взаимоотношений различных взаимозависимостей исследуемого эпизоотического процесса.

Послойный (вид – месяц) анализ базы показывает изменение как фаунистического, так и долевого состава теплокровных носителей, что дает возможность судить о фазе развития эпизоотического процесса. Аналогичное сопоставление слоев (месяц – точка) показывает динамику распространения по территории и прохождения фаз эпизоотического процесса в определенной точке. Фрагменты такого анализа осуществлялись и ранее, но с большими затратами времени, и были статичными.

В режиме ГИС-анализа информация воспринимается в динамическом состоянии. При дальнейшем пополнении объема и содержания информации аналогичного характера гипотеза по реконструкции эпизоотического процесса может проверяться и модифицироваться – расширяться и корректироваться.

Изучение развития эпизоотического процесса, который начинается, как правило, не в виде взрыва, вспышки, а в виде возгорания на ограниченной площади (картосхема 1), во многом зависит от условий внешней среды, в связи с чем, при дальнейшей работе в этом направлении в число учитываемых параметров будут включены дополнительные физические и климатические факторы.

Эпизоотический процесс распространяется в биогеоценозе с различной скоростью и охватывает варьирующие по площади территории. ГИС-технологии позволяют путем наложения указанных временных (месячных) слоев, вычленить участки микроочагов, проследить их развитие и разрастание.

Это следует из анализа последовательных месячных карт-слоев точек, в которых были обнаружены возбудитель туляремии или его следы по анализу данных за 1989 г. Сравнение январской и февральской картограмм показывает, что в этот промежуток времени эпизоотический процесс распространился из Первомайского р-на в Раздольненский и далее в Черноморский р-н (очаг № 1, картосхема I-II). В это же время очаг в Джанкойском районе передвинулся на границу Нижнегорского и Советского р-нов (очаг № 2, картосхема I-II), а очаг из присивашской зоны – к югу, где надолго закрепился на границе Кировского р-на и территории Феодосийского горсовета (очаг №3, картосхема I-II). В то же время первичные очаги Керченского полуострова разрастаются и сливаются на большей части этой территории.

Дальнейший анализ картограмм положительных серологических находок показывает, что воздействие январского очага № 3 сохраняется вплоть до сентября включительно. Отсутствие положительных находок в марте и апреле связано, вероятно, не с последствиями предыдущей эпизоотии, а с зарождением очередной, так как наличие серологических находок низких титров при туляремии среди животных-хозяев I группы (в отличие от большинства других зоонозов) свидетельствует не о прошедшем, а о начинающемся эпизоотическом процессе. Этим же, по-видимому, объясняется отсутствие серологических находок на Керченском полуострове, так как интенсивная и разлитая зимняя эпизоотия, при которой все заразившиеся грызуны, оказавшиеся принадлежащими к I группе (высоковосприимчивые и высокочувствительные), вымерли.

Продуктивность используемой ГИС-технологии заключается в том, что при проведении пространственно-временного анализа эпизоотийной ситуации возможно получение прогностических результатов. Но для этого необходимо в дальнейшем решить ряд предварительных задач.

Необходим мониторинг природных очагов инфекций, включающий регулярное обследование территории Крыма по площадям, административным территориям, временным графикам. Это позволит более аргументировано прогнозировать ситуацию на основании получаемых при лабораторном исследовании фрагментарных, эпизодических территориальных проб инфицированного



материала. Задача эта сложная, т.к. связана с огромными трудовыми и финансовыми затратами. Однако, для значительного сокращения этих затрат в дальнейшем, используя данный подход, целесообразно и перспективно в течение 2-3 эпизоотийных лет провести систематическое обследование территории полуострова для исчисления модельных зависимостей (констант), которые необходимы для создания алгоритмов вероятностных карт-прогнозов.

Приведенные результаты показывают, что возможно проведение более точного анализа пространственно-временной структуры природного очага с помощью ГИС-технологий. При этом, на наш взгляд, существенны следующие задачи и подходы:

- для создания модельных временных карт-слоев обследование природно-очаговой территории необходимо проводить через более мелкие по сравнению с используемыми, временные интервалы (декадные или даже недельные);

- в природном очаге возбудителя каждой нозоформы необходимо тщательное исследование так называемой "зоны зачернения", т.е. радиуса территории, на которой находится инфект в момент взятия пробы для лабораторного исследования, по отношению к точке его обнаружения;

- необходим картографический анализ соотношения очаговых территорий с физико-географическими особенностями мест их обнаружения (биоценотические связи; для прогноза направления распространения инфекта).

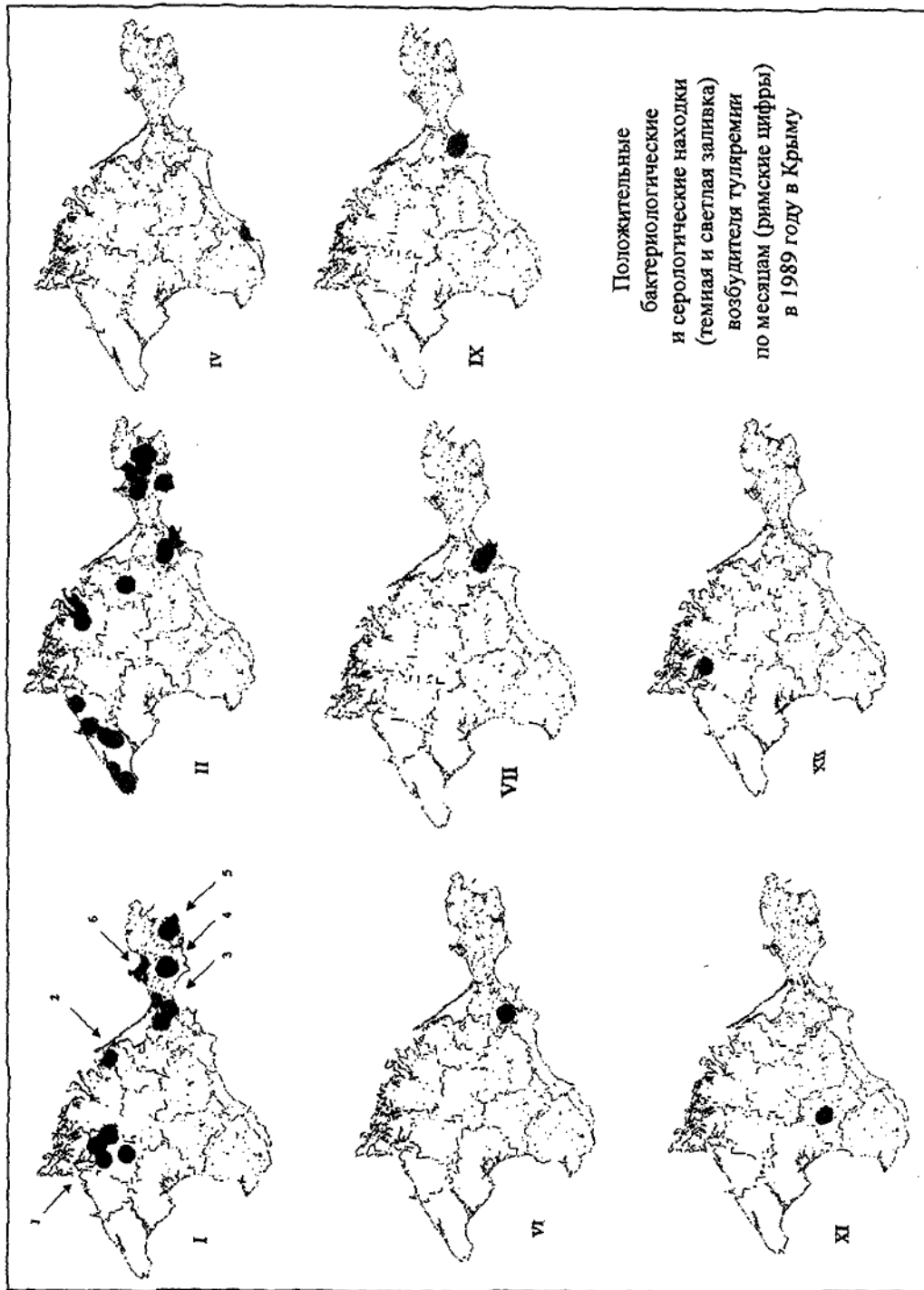
Полученные результаты позволяют судить о взаимодействии и взаимозависимости различных по площади и прохождению эпизоотических очагах.

Очаговая территория – крупное территориально-экологическое образование, стабильное по расположению и по времени (продолжительности) существования со сложившимся биогеоценозом, в состав которого входит в качестве компонента микроорганизм.

Использование ГИС показывает, что некоторые терминологические понятия (первичный очаг, микроочаг, элементарный очаг, затухающий очаг, свежий очаг и др.) имеют определенное смысловое значение, но не имеют постоянной географической привязки, поэтому они отражают не суть, а детали проявления эпизоотического процесса на очаговой территории.

Поскольку представленные факты сопровождаются биоценотической характеристикой разновекторного процесса, которым является эпизоотический, следует отметить, что ГИС-технологии можно использовать для анализа как однонаправленных, так и разновекторных взаимодействий.

Таким образом, использование ГИС-технологий, как вспомогательного метода анализа пространственно-временной структуры природного очага инфекции способствует лучшему пониманию его возникновения, распространения, затухания и других особенностей эпизоотического процесса.



Статья поступила в редакцию 19 мая 2003 г.

УДК: 581.526.12+528.931

## МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В КАРТИРОВАНИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

*Епихин Д.В., Вахрушева Л.П.*

Развитие научно-технического потенциала, усиление процессов индустриализации и урбанизации, интенсификация хозяйственной деятельности человека и техногенная цивилизация всё более усиливают антропогенный пресс на экосистемы планеты. Почти катастрофическую форму приобрели процессы ухудшения экологической обстановки на урбанизированных территориях. И, к сожалению, все отмеченное оказывается справедливым и для урбоэкосистемы Симферополя. Так за последние 10-12 лет на территории города произошли существенные изменения растительного покрова, выражающиеся в трансформации парковой растительности, обусловленной как естественным старением, так и вырубкой зелёных насаждений, уничтожением лесозащитных полос, строительстве зданий и выпасе скота в парковых зонах, соответствующих изменениям синантропной растительности. В целом уже сейчас можно констатировать уничтожение 15 % древесной растительности Симферополя, при отсутствии восстановительных работ и перспективных планов на их осуществление в будущем. Всё это не может не сказываться на общем состоянии экосистем южного города, для которого площадь, занимаемая зелёными насаждениями должна составлять не менее 60-70% [2].

С другой стороны, в связи с набирающими силу процессами урбанизации и ухудшением экологической обстановки в городах, значение растительного компонента урбоэкосистем приобретает новый аспект. Растительность городов имеет множество функций, однако в настоящее время, на наш взгляд, следует сконцентрировать внимание на двух из них – биоиндикационной (индикатор состояния урбоэкосистем) и средообразующей роли (фактор оптимизации среды). В соответствии с этим, растительность города уместно подразделить на три категории:

1. Древесные культурценозы (ДКЦ) – как совокупность искусственно, с сознательными намерениями, созданных древесно-кустарниковых насаждений урбанизированных территорий;
2. Синантропная растительность – как совокупность спонтанно поселившихся видов растений в пределах урбоэкосистемы;
3. Остатки естественной растительности, сохранившейся в пределах административных границ города;

Вполне очевидно, что ДКЦ в большей мере свойственна оптимизирующая роль, синантропной растительности более свойственна индикационная роль, естественной

растительности, помимо оптимизирующей и индикационной роли, присущ и экологический аспект.

Цель данной работы - предлагаемая нами методика оценки зелёных насаждений и синантропной растительности, позволяющая проводить экологический мониторинг растительного компонента урбоэкосистемы; создание и ведение кадастра зелёных насаждений города. Данная методика предполагает решение ряда сложившихся (социальных, экономических и психологических) проблем на принципиально новом уровне, позволяет изменить и упростить подходы по содержанию ДКЦ, подойти к выяснению состояния урбоэкосистем и их оптимизации.

В последнее время остро встают вопросы не только изучения этих компонентов, но и применение средств по их эффективному управлению и поддержанию. Последнее направление – использование новых технологий управления. В этой связи, т.к. значительная часть получаемой при подобных исследованиях информации имеет пространственную привязку, необходимость интеграции, анализа и управления разнородной информацией, а также представление её в виде тематических карт, схем, диаграмм создаёт объективные предпосылки для использования геоинформационных систем (ГИС). Опыт зарубежных стран показывает, что применение подобных технологий позволяет значительно снизить стоимость работ по содержанию зелёных насаждений и, в то же время, существенно повысить устойчивость растительного элемента урбоэкосистем, что в дальнейшем также ведёт к снижению экономических затрат на поддержание и обновление зелёного фонда [10, 11] ([www.treelink.org](http://www.treelink.org), [www.amfog.org](http://www.amfog.org)). Ведение кадастра зелёных насаждений и геоботаническое зонирование растительности Симферополя с помощью ГИС, в данном случае видится чрезвычайно актуальным и необходимо для получения объективной информации о состоянии зелёных насаждений и синантропной растительности.

Так, в отношении зелёных насаждений была показана возможность получать различные картографические данные и подробные базы данных (БД) обо всех объектах зелёных насаждений города в целом [1], так и об отдельной структуре, строению и составу конкретных типов насаждений [3].

В настоящее время ведётся работа по созданию информационных слоев для ДКЦ и синантропной растительности города Симферополя.

В отношении культурценозов, особенно древесных, наиболее сложным остаётся вопрос их классификации, что и обуславливает наличие разнообразных подходов к его решению [2, 5, 6, 7, 8].

На наш взгляд, наиболее целесообразно для этой цели использовать 3 типа классификации, дополняющие друг друга: по сомкнутости крон (ценотический ряд десильватизации), по функциональному значению [7] и по степени регулируемости [6].

Классификация по сомкнутости крон имеет принципиальное значение для оценки средообразующей роли, жизненности и продуктивности насаждений, т.к. по данным Р.Г. Синельщикова [7], с увеличением сомкнутости увеличивается интенсивность пертиненции (оптимизирующей функции) с одной стороны, а с

другой – в степной зоне высокая сомкнутость – показатель низкой продуктивности, в отличие от лесной, т.к. в насаждениях с низкой сомкнутостью крон условия увлажнения выше. Поэтому предлагается использовать следующие ступени:

1. Лесокультурная (полнота 0,9-0,8);
2. Лесопарковая и лесополосная (0,7-0,6);
3. Скверо-парковая и древесно-полосная (0,5-0,4);
4. Куртинная и аллеяная (0,3-0,2);
5. Солитерная и групповая (0,1-0,0).

Функциональную дифференциацию растительности можно осуществлять по следующим категориям:

1. Лесохозяйственные культурценозы;
2. Защитно-мелиоративные насаждения;
3. Селитебные древесные культурценозы.

Согласно принципу регулируемости предлагается следующая градация [6]:

1. Нерегулируемые;
2. Частично регулируемые;
3. Регулируемые (уход реже 1-2 раза в год);
4. Интенсивно регулируемые (уход ежегодный).

Структура БД должна обязательно включать и такие элементы:

1. Порядковый номер участка;
2. Доминирующие виды;
3. Содоминанты;
4. Ассектаторы и подлесок (если есть);
5. Жизненность сообщества (по доминантам);
6. Полнота древостоя;
7. Основные типы повреждений деревьев и заболеваний;
8. Автор описания;
9. Фото;

Данные подходы к классификации взаимодополнимы и должны представлять собой лишь разные информационные слои единой кадастрово-информационной системы растительности населённых пунктов. Зонирование растительности, основанное на предложенных подходах, представляет своего рода базис для создания других тематических слоев и разнообразного картографического материала, выявления ценных сообществ и сообществ, подверженных угрозе уничтожения.

Для синантропной растительности и участков с остатками естественной рекомендуется классификация по методу Браун-Бланке [1] и оценка по степени трансформации. В предлагаемом варианте удобно использовать 6-бальную шкалу Вилларда и Марра [9], несколько измененную и дополненную нами:

1. Воздействие отсутствует, либо воздействие незначительно, растительный покров на 90 – 100% представлен естественными видами и лишь местами слегка подавлен;

2. Сообщество явно подвергается воздействию, но растительный покров на 85 – 90% естественный;

3. Сообщество явно подвергается воздействию, растительность на 50 – 85% естественная, нормально развита лишь в защищённых местах, жизненность растений ослаблена, почва местами смыта в результате эрозии;

4. Растительность на 25 – 50% естественная.

5. Сообщества радикально изменены, естественные виды составляют 5 – 25% от первоначальных, они исчезли за исключением некоторых защищённых мест, почвенный горизонт А обнажён на большей площади и эродирован;

6. Сообщества деструктурированы, растительность – 0 – 5% от первоначальной, почвенные горизонты В и С обнажены в результате эрозии.

Баллы 1 и 2 диагностируют естественные сообщества, 3 – 4 полустественные и 5 – 6 искусственные.

В структуру БД здесь должны быть положены следующие пункты:

1. Название ассоциации
2. Синтаксономическая принадлежность:
  - a. Класс;
  - b. Порядок;
  - c. Союз.
3. Типовое описание: №, проективное покрытие, площадь ( $m^2$ ), рельеф (экспозиция), почвы, дата;
4. Диагностические виды;
5. Дополнительные признаки (встречаемость сообществ ассоциации, их экологическая приуроченность и т.д.);
6. Фитоценотическая структура:
  - a. Древесный ярус;
  - b. Кустарниковый;
  - c. Травяной;
7. Эндемики, реликты;
8. Продуктивность;
9. Характер использования сообществ;
10. Трансформированность сообществ (указанная выше шкала);
11. Природоохранная значимость;
12. Виды Красной книги;
13. Автор описания;
14. Фото участка.

Первым вариантом применения изложенных рекомендаций является представленная карта растительности г. Симферополя (рис. 1). Она является начальным этапом в наших исследованиях. Однако, как следует из разработанного нами метода все картографические и информационные данные будут легко дополняться и изменяться в соответствии с получением новых сведений.

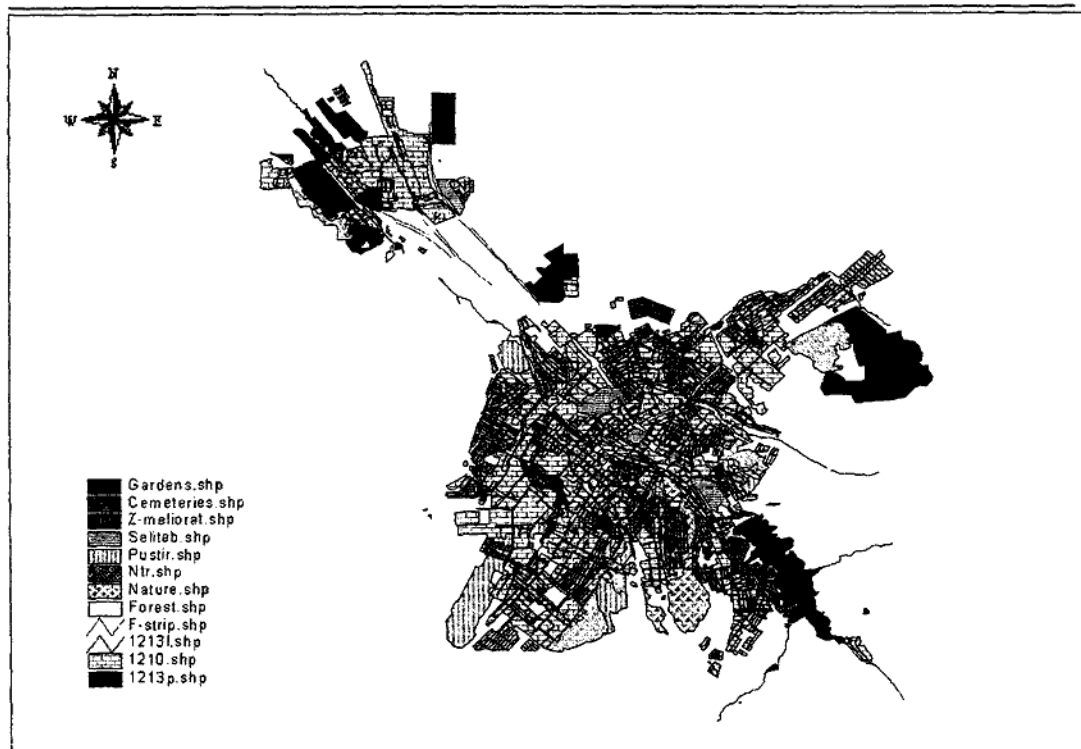


Рис 1. Карта растительности г. Симферополя

Таким образом, перечисленные выше разработки должны быть положены в основу изучения, охраны, рационального использования и переустройства растительности Симферополя. Данные подходы могут составлять основу экологического мониторинга, который, в свою очередь, является важным организационным элементом системы территориального управления [4] и неотъемлемой частью кадастрово-информационной системы, что создает условия существенного улучшения и упрощения дальнейших исследований в данной области и привлечения специалистов различных отраслей знаний.

Современное состояние растительности города, отсутствие питомников и работающих организаций по управлению зелёными насаждениями, использование устаревших и утративших эффективность методик ведения зелёного хозяйства и нежелание городских и республиканских руководителей уделить хотя бы гражданское внимание на состояние зелёных насаждений может привести в ближайшие 2-3 года к экологической катастрофе такой крупной южной городской агломерации, какой является г. Симферополь.

Методы, изложенные в настоящей работе – один из первых шагов в решении комплексной проблемы – создании оптимальной урбосреды. Предлагаемые нами рекомендации, могут также рассматриваться как основа для реанимации зелёных насаждений г. Симферополя, и в том числе являются первоначальным этапом в решении региональных проблем устойчивого развития урбоэкосистем.

---

*Литература*

1. Вахрушева Л.П., Епихин Д.В. Методические аспекты использования геоинформационных технологий для геоботанического картирования территорий населённых пунктов // Учёные записки ТНУ. Серия: География, 2002. Т. 15. №1. С. 149-153
2. Боговая И.О., Теодоронский В.С. Озеленение населенных мест.- М.: Агропромиздат, 1990. 237с.Епихин Д.В. Опыт использования ГИС-технологий при инвентаризации городских зелёных насаждений // Матеріали міжнародної конференції "Роль ботанічних садів в зеленому будівництві міст, курортних та рекреаційних зон" – 20-26 травня 2002, Одеса. Одеса: ЛАТСТАР, 2002. Ч. 1. С. 157-161
3. Информационно-методическое обеспечение управления территориальным развитием / Карпенко С.А., Ефимов С.А., Лагодина С.Е., Подвигин Ю.Н. // Под редакцией Карпенко С.А. Симферополь: Таврия Плос, 2002. 186 с.
4. Методические рекомендации по оценке состояния зелёных насаждений в городах и других населённых пунктах Крыма / Под ред. В.П. Исикова, Н.В. Корниловой, М.М. Эйдельберга, Ю.Г. Расина. Ялта: ГНБС, 1997. 47 с.
5. Методические указания по геоботаническому изучению парковых сообществ / Под ред. Анненкова А.А. и Лариной Т.Г. Ялта: ГНБС, 1980. 27 с.
6. Синельщиков Р.Г. Экология древесных культурбиогеноценозов степной зоны Украины. Дис. ... док. биол. наук. Донецк: ДГУ, 1992. С. 23-33.
7. Теодоронский В. С. Ландшафтно-архитектурные аспекты мониторинга зеленого фонда городов // Лесной вестник, 1999. № 2(7). С. 22-24.
8. Willard E., Marr J.W. Effects of human activities on alpine tundra ecosystem in Rocky Mountain National Park, Colorado. – Biological conservation, 1970, 2, №4, p. 257-265
9. Thompson R., Pillsbury N., Hanna R. Elements of sustainability in urban forestry. - Urban Forest Ecosystems Institute, California Polytechnic State University, San Luis, Obispo, 1994. 61с.
10. Dwyer, J. F. Economic benefits and costs of urban forests. Proceedings of the Fifth National Urban Forest Conference, Los Angeles, CA, 1991. p. 55-58.

Статья поступила в редакцию 6 мая 2003 г.



УДК 910.1

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ КАК ИНСТРУМЕНТ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИИ

Ишук А.А.

Практически все многообразие методов и подходов, применяемых сегодня в области ГИС анализа, направлено на то, чтобы получить ответ на два основных вопроса:

- 1) Где находятся объекты с заданными свойствами?
- 2) Какие факторы определяют местоположение объектов данного типа?

По сути, на те же вопросы, только более пространно, приходится отвечать и при выполнении операций картографического моделирования. В частности, при оценке пригодности территории. Вообще, понятие пригодности территории в пространственном моделировании трактуется достаточно широко: от пригодности для развития жилой зоны или выращивания винограда, до «пригодности» к разработке месторождения или проживания определенного типа животных. В тех случаях, когда пространственное моделирование имеет целью определение местоположения или степени пригодности объектов в соответствии с определенной концепцией оценки местности, вводится понятие концептуальной модели или модели пригодности территории. С помощью моделей этого типа сегодня ведется поиск возможностей расширения жилых и рекреационных зон, локализация участков для выращивания определенных сельскохозяйственных культур, разработки месторождений, строительства торговых центров или школ, оптимизация трасс трубопроводов, определение мест возможного обитания животных и т.д.

Целью данной работы является обобщение существующего опыта реализации средствами ГИС концептуальных моделей местности для решения задач комплексной оценки территории.

Реализация моделей данного типа связана, как правило, с созданием сложных многофакторных структур, учитывающих пространственную неоднородность, вес (значимость) каждого фактора и пространственные взаимосвязи между объектами. Поэтому реализация концептуальных моделей предъявляет достаточно высокие требования, как к ГИС-специалистам, так и к используемому программному обеспечению.

Из наиболее важных требований к специалистам, решившим использовать ГИС в области концептуального моделирования, можно выделить понимание топологии объектов, умение использовать методы оверлейного и дистанционного анализа, классификации, математики карт, построения пространственных запросов для растровых и векторных моделей данных, а также работы со статистическими поверхностями. Существенным также является знание основ факторного анализа,

основная идея которого, собственно, и реализуется средствами ГИС в процессе концептуального моделирования.

При выборе программного обеспечения следует отдавать предпочтение системам с одинаково хорошо развитым аналитическим инструментарием для растровых и векторных моделей данных, особенно в области средств оверлейного анализа и математики карт. Не случайно, большинство известных ГИС-реализаций моделей такого типа выполнено на платформе ESRI, обеспечивающей необходимый выбор и удобство использования указанных средств.

### **СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ МОДЕЛИ**

ГИС-аналитик должен четко представлять себе, какой информацией он располагает, поскольку именно полнотой и качеством исходной информации определяется принципиальная возможность получения решения заявленного качества. К сожалению, заказчик не всегда в состоянии оказать ему полноценную помощь в этом вопросе. «Почвы лучше песчаные», - скажет агроном, - «И чтобы не очень круто, но и не болото, конечно». Только ГИС-аналитик в этом случае понимает, что за словами «лучше песчаные» стоит проблема оцифровки карт почв, за понятием «не очень круто» - скрупулезная работа по созданию и анализу модели рельефа, а за термином «не болото» - вечная проблема классификации: что такое «не болото»? Входят ли в данном случае в понятие «болото» орошаемые территории, сезонно подтопляемые и т.д.?

Необходимо также помнить, что **ожидаемая точность результатов моделирования не может быть выше точности исходных данных**. Зато обратная ситуация встречается нередко. Располагая данными достаточной точности и плотности наблюдений, в процессе анализа мы иногда обнаруживаем их слабую сопоставимость ввиду применения различных методик отбора. Значительный отсев данных и снижение точности возникает также вследствие неграмотной пространственной привязки. Часто можно наблюдать избыточную характеристику одних элементов на фоне отсутствия информации о других, не менее важных и т.д. Только учитывая все перечисленные компоненты, можно оценить качество ожидаемого результата.

Бывает, что в результате оценки приходится увеличивать затраты на получение данных или снижать требования к проектируемой модели. Иногда даже приходится признать невозможность получения требуемого результата в рамках предложенных заказчиком условий.

Мировой опыт показывает, что этапу подготовки исходных данных необходимо выделять существенное время, зачастую составляющее 40% - 80% всего времени, отпущенного на аналитические исследования. К сожалению, уровень развития геоинформатики на Украине вносит свои, часто неожиданные, осложнения. Много времени отнимает, например, одна из основных проблем отечественной цифровой картографии – топологическая некорректность данных. Не все производители карт понимают и выполняют элементарные требования к топологии объектов. Проще говоря, производитель электронных карт сегодня должен понимать, что ГИС не

может включать в пространственный анализ самопересекающиеся полигоны или перекрывающиеся в пределах одного слоя. Невозможно также построить корректную модель рельефа, если направление оцифровки элементов речной сети случайное и т.д.

Таким образом, купив готовую карту у солидной организации, можно неожиданно обнаружить ее непригодность для использования в концептуальной модели без длительной, часто ручной работы по нахождению и исправлению ошибок топологии.

Существенное время необходимо также отводить на создание и проверку корректности модели рельефа – важнейшего материала для классификации территории по крутизне и ориентации склонов, определению зон видимости, затопления, подтопления, высотному районированию и т.д. Вообще говоря, такие наукоемкие элементы, как цифровые модели рельефа или DEM (Digital Elevation Model), карты распределения загрязнения, поверхности залегания подземных вод и т.д. лучше приобретать в готовом виде у фирм, имеющих серьезный опыт в их создании.

Результатом успешного завершения этапа подготовки информационной базы модели должна стать геоинформационная структура, обеспечивающая полноту, необходимую точность, сопоставимость на пространственной основе и взаимосвязность всей информации, необходимой для данной концептуальной модели.

### СОЗДАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА МОДЕЛИ

Как решается конкретная проблема вообще, как правило, известно. То есть концепция, как таковая, в большинстве случаев имеется. Поэтому вопрос чаще всего стоит в реализации данной концепции средствами ГИС. На этом этапе, с одной стороны, очень важно понимать проблему целиком, даже если заказчик ограничивает вашу работу конкретным участком. Дело в том, что заказчик не всегда представляет возможности ГИС, в то время как ГИС-аналитик не всегда может самостоятельно охватить суть всей проблемы. Как показывает опыт, такая ситуация нередко приводит к нерациональному использованию геоинформационных ресурсов. Поэтому вопрос: «А что Вы, собственно, хотите получить в результате?» на начальном этапе работы совершенно не праздный.

С другой стороны, чтобы выявить количество и перечень факторов, определяющих решение данной проблемы, необходима ее существенная детализация. По возможности необходимо выделить:

- все известные факторы, определяющие исследуемое явление;
- факторы, которые являются наиболее существенными для решения данной задачи;

- факторы, которые реально можно исследовать и включить в модель за отпущенные время и деньги, с учетом доступности и степени секретности отдельных видов информации.

Последний пункт особенно важен, поскольку результаты его выполнения смогут определить принципиальную возможность решения данной задачи на предложенных условиях, а также выяснить, что и с какой точностью мы получим в результате.

На этапе разработки алгоритма модели существующий или разработанный аналитиком подход должен быть переведен на язык логических и математических операторов пространственного анализа. Например, при выполнении совместного проекта Украинского центра менеджмента земли и ресурсов (УЦМЗР) и Севастопольского института СИНЕКО «Комплексная оценка территории Юго-Западного Крыма с целью экологической защиты территорий и оптимизации использования природных ресурсов средствами ДЗЗ и ГИС» была принята следующая общая концепция оценки.

Развитие городской территории допускается в намеченных областях на участках, где имеются почвы, пригодные для строительства домов с фундаментами; которые не попадают в зоны развития оползневых и обвальных явлений; не попадают в пределы заповедников, охранных зон рек, археологических раскопок и территорий, подчиненных министерству обороны. Причем везде, где возможно, необходимо сохранять почвы высшего качества для ведения сельского хозяйства. Следует также учесть, что нормативные акты позволяют местной администрации запрещать урбанизацию областей, предназначенных для других целей.

Одним из самых простых вариантов реализации такой концепции будет провести геометрическое наложение данных различных слоев, принимая имеющиеся в них объекты как исключаяющие факторы (Рис. 1).

Существенным недостатком такого метода при всей простоте и доступности является однозначность получаемых результатов: или «да» или «нет», что не дает возможности учесть различные степени ограничения.

В реальных оценках обычно используется весь арсенал логических и математических операторов, а также весовые коэффициенты, отражающие вклад каждого фактора в формирование суммарной пригодности участка территории. Процесс назначения весовых коэффициентов достаточно субъективен, поскольку, определяя данную величину, исследователь чаще всего исходит из собственных представлений или опыта предыдущих работ. Впрочем, в формировании данного параметра могут принимать участие также строительные и санитарные нормативы или такие количественные характеристики участков, как стоимость.



**Рис.1. После геометрического наложения запрещенными для строительства окажутся те участки, на которых действует хотя бы одно из ограничений**

Назначение весовых коэффициентов производится обычно на этапе выполнения анализа, поскольку данный процесс требует уточнений и корректировок уже в процессе моделирования. Как показывает опыт, реализацию такого алгоритма, учитывая большое количество градаций в пределах каждого слоя и необходимость использования функций картографической алгебры, удобнее проводить в растровых системах. Для наглядности лучше провести классификацию объектов каждого слоя по степени пригодности, используя одну для всех слоев шкалу классов (например, от 1 до 10). В таком случае, применив операцию математического наложения, мы получим максимальные значения результирующего слоя в наиболее пригодных местах. На рисунке 2 показано применение данного метода для оценки пригодности территории в зависимости от устойчивости почв (soil.grd) и наличия оползневых явлений (landslide.grd).

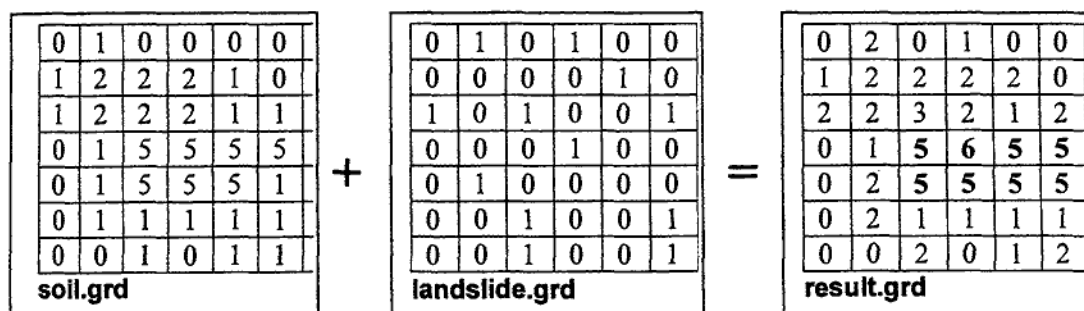


Рис. 2. Применение операции математического наложения. Выделенным шрифтом в результирующем покрытии показаны наиболее пригодные участки

Обратите внимание, как изящно можно реализовать такую модель средствами растрового калькулятора Spatial Analyst даже с учетом весовых коэффициентов каждого слоя (например, **0,5** – для почв и **0,85** – для оползневых явлений):

$$\text{soil.grd} * 0.5 + \text{landslide.grd} * 0.85$$

Впрочем, не стоит обольщаться и сразу пытаться поместить в выражение все имеющиеся факторы. Не забывайте, что впереди еще поиск ошибок и регулировка весовых коэффициентов. Поэтому составлять и отлаживать сложное выражение лучше поэтапно, добавляя факторы блоками по 3 – 4 слоя. Каждый блок при этом удобно выделять скобками.

#### РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАСС ТРУБОПРОВОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Очень наглядным примером реализации данного подхода к комплексной оценке пригодности территории является процесс моделирования оптимальной трассы проектируемого трубопровода. Эта задача очень трудоемка для решения вручную, без применения современных технологий.

Применение средств пространственного анализа ГИС позволяет существенно расширить перечень анализируемых факторов, повышая вместе с тем оперативность и точность расчетов. При этом открывается возможность проводить оптимизацию трассы не в узком коридоре вдоль линии, принятой на этапе обоснования инвестиций, а по всей территории региона строительства. При выполнении оптимизации используются данные о рельефе, углах наклона и экспозиции склонов, кривизне поверхности, высотах, характеристиках грунтов, сейсмичности и геологическом строении, растительности и прочим характеристикам, примерный перечень которых дается в таблице 1.

Таблица 1

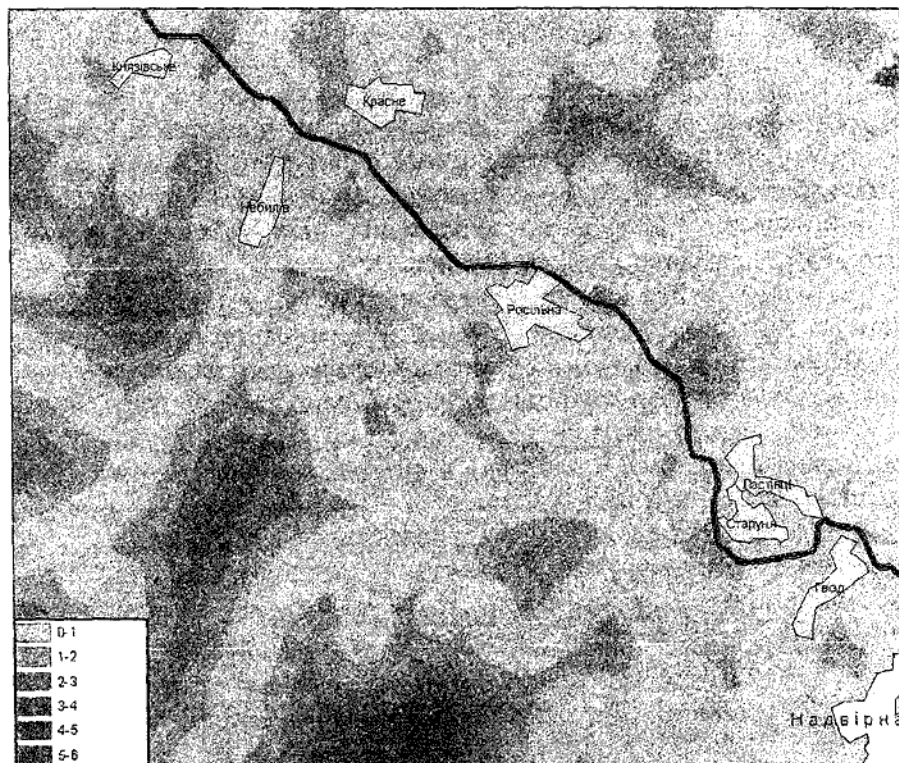
Перечень факторов, принимаемых в расчет при анализе трассы

№	Учитываемые факторы	Принцип классификации
1	Уклон местности (град)	по СНиП (<8; 8-18; >18)
2	Кривизна поверхности	экспертная оценка
3	Абсолютная высота (м)	экспертная оценка
5	Геологическое строение	экспертная оценка, СНиПы
6	Крепость грунтов (интегр. по слоям)	экспертная оценка
8	Военные объекты	есть/нет
9	Водоохранные зоны	есть/нет
10	Охраняемые территории	по степени запрета
11	Коммуникации	по удаленности от дорог
12	Инфраструктура территории	по стоим. земли
14	Промышленные объекты	уровню
15	Населенные пункты	по удаленности от н/п
16	Обвально-осыпные процессы	есть/нет
17	Лавинная опасность	есть/нет
18	Растительность в зоне строительства	по стоимости устранения
19	Наличие зон затопления	есть/нет
20	Наличие зон тектонических разломов	есть/нет

Ввиду значительного количества рассматриваемых факторов модель реализуется средствами растрового анализа ГИС. В процессе анализа десятки осложняющих строительство факторов группируются в соответствующие растровые слои в формате GRID. В пределах каждого слоя объекты классифицируются по степени влияния. Каждому слою (фактору) присваивается соответствующий весовой коэффициент. Таким образом, каждый пиксель слоя получает результирующее значение, состоящее из значения данного класса, умноженного на весовой коэффициент данного фактора.

Ценовые характеристики и степень влияния каждого фактора получают от экспертов, ранее принимавших участие в проектировании, строительстве и в последующей эксплуатации трубопроводов данного типа.

Суммарное значение стоимости каждого пикселя результирующего слоя определяется как сумма значений пикселей всех слоев с учетом их весовых коэффициентов. Наибольшие значения пикселей соответствуют наибольшей интегральной стоимости строительства. Использование функции CostPath (Spatial Analyst) позволяет построить по поверхности результирующего слоя путь наименьших затрат. Рассчитанная таким образом линия минимальных затрат может служить основой для детальной разработки трассы проектируемого трубопровода (рис. 3).



**Рис. 3. Пример использования функции CostPath (Spatial Analyst) для определения пути наименьших затрат по результирующей поверхности затрат при проектировании трассы нефтепровода «Надвирна – Долина», проходящего по западным областям Украины**

Статья поступила в редакцию 16 мая 2003 г



УДК 502.36:352 /354

## ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ БАЗ ДАННЫХ

*Карпенко С. А.*

ГИС-технологии активно внедряются в систему управления территориальным развитием и деятельность органов государственного управления, постепенно выходящих в Украине на позицию основного пользователя – как по объему затрачиваемых средств, так и по многообразию, жизненной важности решаемых задач. Объективность подобных тенденций подтверждается анализом использования ГИС в развитых странах [2,6 и др.].

Однако, с нашей точки зрения, внедрение ГИС-технологий в управление территориальным развитием регионов Украины нельзя оценивать как системное и успешное. Преобладают частные проектные решения на уровне одного пользователя (даже, если это крупная ресурсная корпорация), либо на уровне отдельных объектов управления.

Национальные программы развития информационных систем кадастров природных ресурсов существуют скорее в нормативно-правовом поле, чем в практической деятельности субъектов управления. Исключение, пожалуй, составляет земельный кадастр, заметно активизировавшийся в последние годы в части использования современных ГИС-технологий. Муниципальные геоинформационные системы (ГИС) не вышли еще на уровень комплексной территориальной интеграции и находятся, как правило, на уровне решения частных задач управления (земельный, градостроительный кадастры, управление инженерной инфраструктурой и т.д.).

Основные причины сложившегося положения:

- отсутствуют адекватные требованиям времени модели собственно системы территориального управления, что не позволяет объективно оценить направления, этапность и объем внедрения ГИС-технологий на разных этапах управленческого процесса;
- отсутствуют общепринятые методики пространственной интеграции разнородной природно-ресурсной и производственно-экономической информации для целей управления (не случайно, развитие региональных кадастров природных ресурсов застряло на уровне не утвержденных Минэкоресурсов Украины "Методических указаний" по их ведению).

Цель настоящей работы – анализ подходов к созданию региональных природно-хозяйственных баз данных как основного инструмента пространственной интеграции тематической природно-ресурсной информации для целей территориального управления. В контексте данной статьи пространственная

интеграция тематических природно-ресурсных и производственно-экономических данных понимается как:

- выделение интегральных "элементарных операционных территориальных единиц", относительно однородных и не делимых далее в природном и хозяйственном отношении;
- создание единой системы пространственной привязки и согласования тематических баз данных (не только в системе геодезических координат, но и на основе различного рода растровых сеток, территориальных объектов управления – лесных кварталов, земельных участков, единиц административно-территориального деления и т.д.);
- определение базового перечня атрибутивной информации, необходимой для комплексной природно-хозяйственной характеристики элементарных территориальных единиц (ОТЕ) для всех уровней пространственной организации территории (локального, макролокального, микро- и мезорегионального, регионального);
- обеспечение пространственной локализации метаданных (т.е., где хранятся, какие данные, кем произведены).

В условиях колоссальной нехватки не только электронных, но и зачастую, бумажных крупномасштабных тематических карт, возникает необходимость взаимного анализа, пространственной привязки разнородных полевых и фондовых данных – геоботанических, зоологических, ландшафтных и т.д. Для этих целей весьма эффективны сеточные модели, активно используемые в различных научных направлениях и международных проектах [1, 9, 10 и др.] для статистического обобщения информации.

С учетом природных и хозяйственных свойств территории Крыма иерархия сеток может быть представлена следующим масштабным рядом: 50 км - 10 км – 1 км – 0,1 км (рис.1). Важная функция сеток – растровая интерполяция информации с тематических карт в ячейки геоинформационной базы данных соответствующего масштаба. Так, для описания локальных типов местообитаний, характеризующих потенциальные ареалы распределения видов энтомофауны, необходимы данные для каждой ячейки по типу ландшафта, почв, гидротермических условий, растительности, современному использованию территории и т.д. В принципе, возможно решение и обратной задачи – по форме ареала возможна типология и картирование условий местообитаний.

Таким образом, *природно-хозяйственная база данных (ПХБД) выполняет функции пространственной интеграции тематической информации в рамках регионального, пространственно-распределенного межведомственного банка данных (определение которого было предложено нами в [3]). Основными элементами ПХБД являются несколько типов операционных территориальных единиц, представляющих собой элементарные территории, однородные по заданному целевому признаку.*

ОТЕ, рассматриваемые как некие аналоги элементарных территориальных геосистем, характеризуются иерархичностью (для каждого пространственного уровня свои ОТЕ), полиструктурностью, типом целевой ориентации и уровнем географической организации. Так, можно выделить следующие типы ОТЕ:

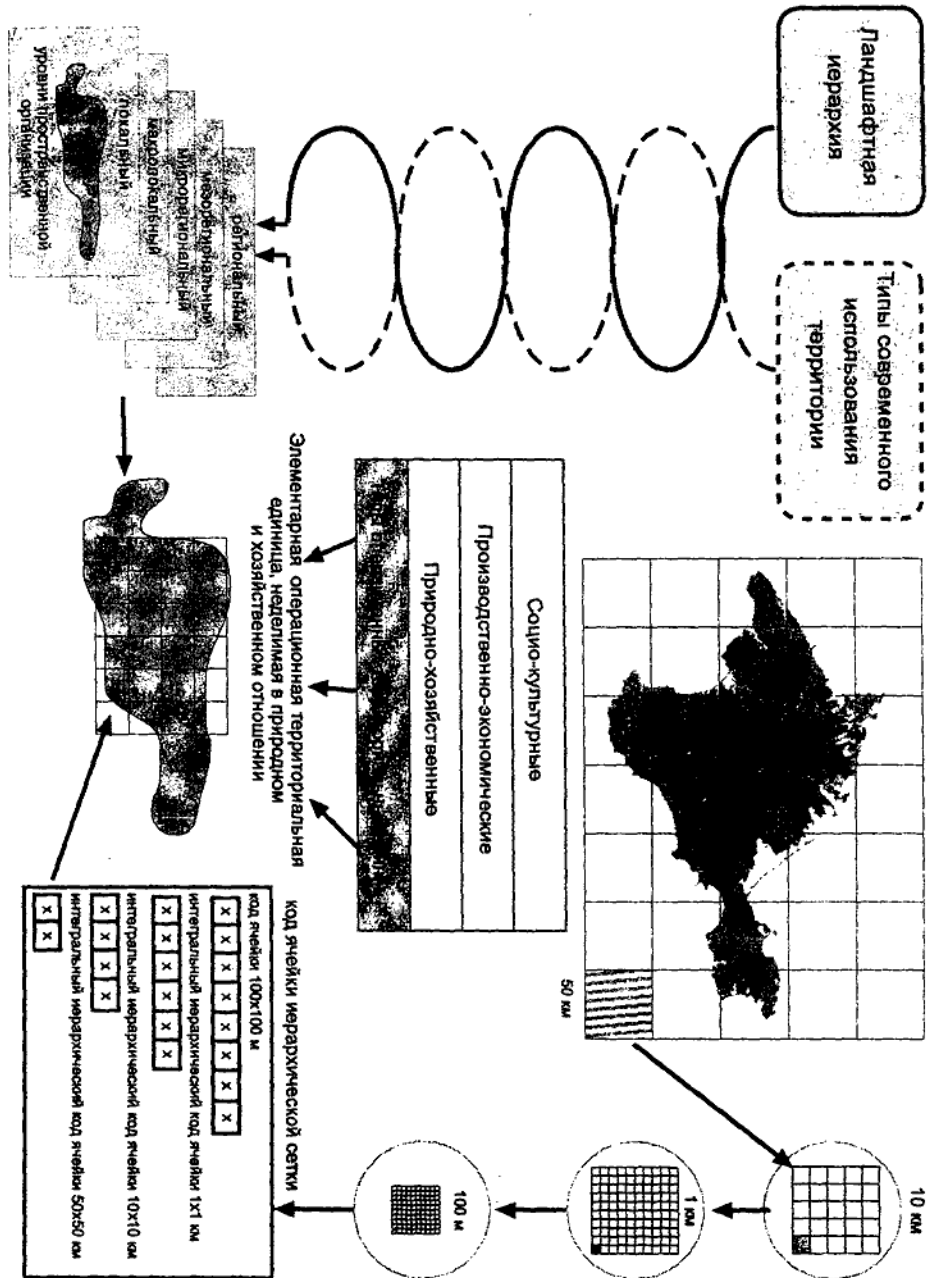
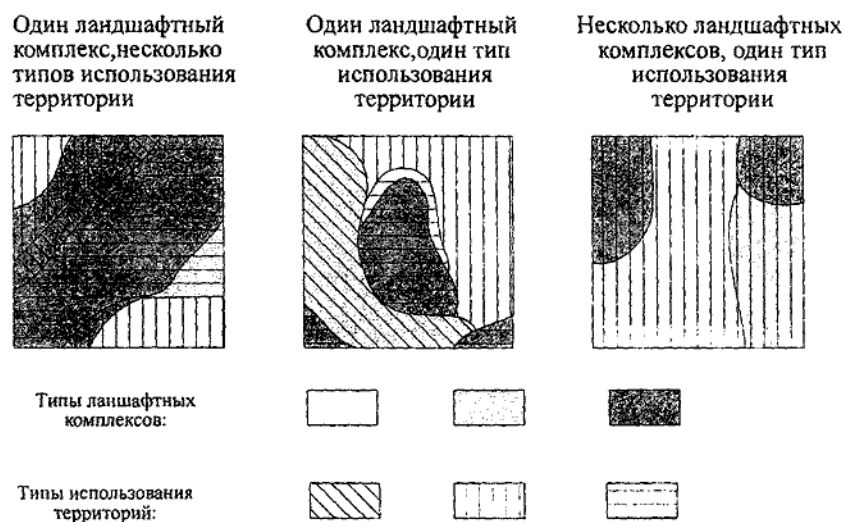


Рис.1. Подходы к выделению элементарных операционных территориальных единиц

- характеризующие объекты элементного уровня географической организации (распределение температуры, соотнесенное к центрам регулярной сети);
- компонентного уровня организации (земельный участок, лесной квартал, один компонент природы или вид хозяйственного воздействия);
- интегральные, характеризующие территории однородные в природном и хозяйственном смысле (как элементарные части природно-хозяйственных систем, выделяемых Г.И. Швобсом [7]).

Интегральные ОТЕ, по сути дела, являются элементарным территориальным объектом системы управления, выделяемыми в результате пересечения контуров ландшафтной иерархии и типа современного использования территории. Учитывая сложность взаимодействия этих пространственных иерархий, в первом приближении, можно выделить три типа их взаимодействия, выявленных нами в результате комплексного геоинформационного картирования территории КСП «Чистенькое» Симферопольского района Крыма (рис. 2).



**Рис.2. Пространственные отношения ландшафтных контуров и типов современного использования территории**

Типология интегральных ОТЕ – дело дальнейших исследований. Отметим лишь, что создание природно-хозяйственной базы данных для территории региона обеспечит эффективное решение вопросов ГИС-моделирования и типологического картирования экологического состояния, степени антропогенной преобразованности территории, ресурсной обеспеченности и т.д. Подобная база данных может стать важным практическим инструментом методической поддержки управленческих решений органов регионального управления.

При разработке типологии интегральных ОТЕ необходимо учитывать варианты ее гармонизации с международными стандартами инфраструктуры пространственных

данных. Это связано с тем, что в области картографирования национальные стандарты могут отличаться. К примеру, классификационные категории топографических объектов на цифровых картах в различных странах также могут не совпадать. Так, в России и Финляндии полигоны болот могут перекрывать полигоны леса, а в Швеции и Норвегии такие перекрытия недопустимы.

Одной из попыток решения этой проблемы является создание Европейской инфраструктуры географической информации ЕГИ (European Geographic Information Infrastructure), призванной разработать унифицированные общеевропейские правила, стандарты и процедуры использования географической информации [5]. В Украине также ведутся разработки по созданию национальной инфраструктуры пространственных данных [6].

Анализ показал, что существует несколько, как национальных, так и международных источников данных для картирования и выявления типов территорий (land use, land cover, elementary units), необходимых для изучения пространственной дифференциации территории (рис. 3). Проведенный анализ показал [8], что типы территорий, выделяемые в национальных системах учета земель могут достаточно сильно отличаться даже в пределах одной классификационной категории.

Более подробно данные о представленных на рис.3 проектах можно найти на сайтах: <http://www.eea.eu.int>, <http://edcdaac.usgs.gov>, <http://cgi.girs.wageningen-ur.nl>, <http://www.ngds.noaa.gov>.

#### Литература

1. Ареалы насекомых Европейской части СССР. Карты 1-20. – АН СССР. Зоологический институт, 1978.
2. Вольська С.Ю., Марграф О., Руденко Л.Г., Геоінформаційна технологія: етапи розвитку, стан в Україні. // Український географічний журнал, 1993.- № 4. - С. 6-13.
3. Карпенко С.А. Региональная геоинформационная инфраструктура // Ученые записки Таврического национального университета им.В.И.Вернадского . Серия “География”. – 2002. - Том 15 (54). – 3 1. – С.33-40.
4. Карпінський Ю.О., Ляшенко А.А. Шляхи становлення національної інфраструктури просторових даних та інтеграції України в світовий геоінформаційний простір// Ученые записки Таврического национального университета им.В.И.Вернадского . Серия “География”. – 2002. - Том 15 (54). – 3 1. – С.3-11.
5. Кошкарев А.В. Инфраструктуры пространственных данных // ГИС-обозрение.- 2000. - № 3-4. – С.5-10; - 2001. - № 1. С.28-32.
6. Объем продаж программного ГИС-обеспечения за 2000 год ...//ARCREVIEW. – №1(20), 2002. – М. ООО “Дата+”. С.11.
7. Швебе Г.И. Концепция природно-хозяйственных территориальных систем и вопросы рационального природопользования// География и природные ресурсы. – 1987.- № 4. – С.30 – 38.
8. Karpenko S., Gluchenko I. Problems of the identification of elementary units for the mapping of critical loads on ecosystems // Proceedings “4<sup>th</sup> Training-workshop on calculation and mapping of critical loads for air pollutants relevant for the UN/ECE Convention on LRTAP in East and South East European countries. – Simferopol, 2003. – 121p.
9. The EBCC Atlas of European breeding Birds: Their Distribution and Abundance / Edited by Ward J M Hagemeijer and Michael J Blair. - London: T&A D Poyser. – 903p.
10. Vladimir Czopik & Andriy Yena. Difficulties in mapping the flora of Ukraine: a Crimean example // Acta Bot. Fennica 162:95-98, 1999.

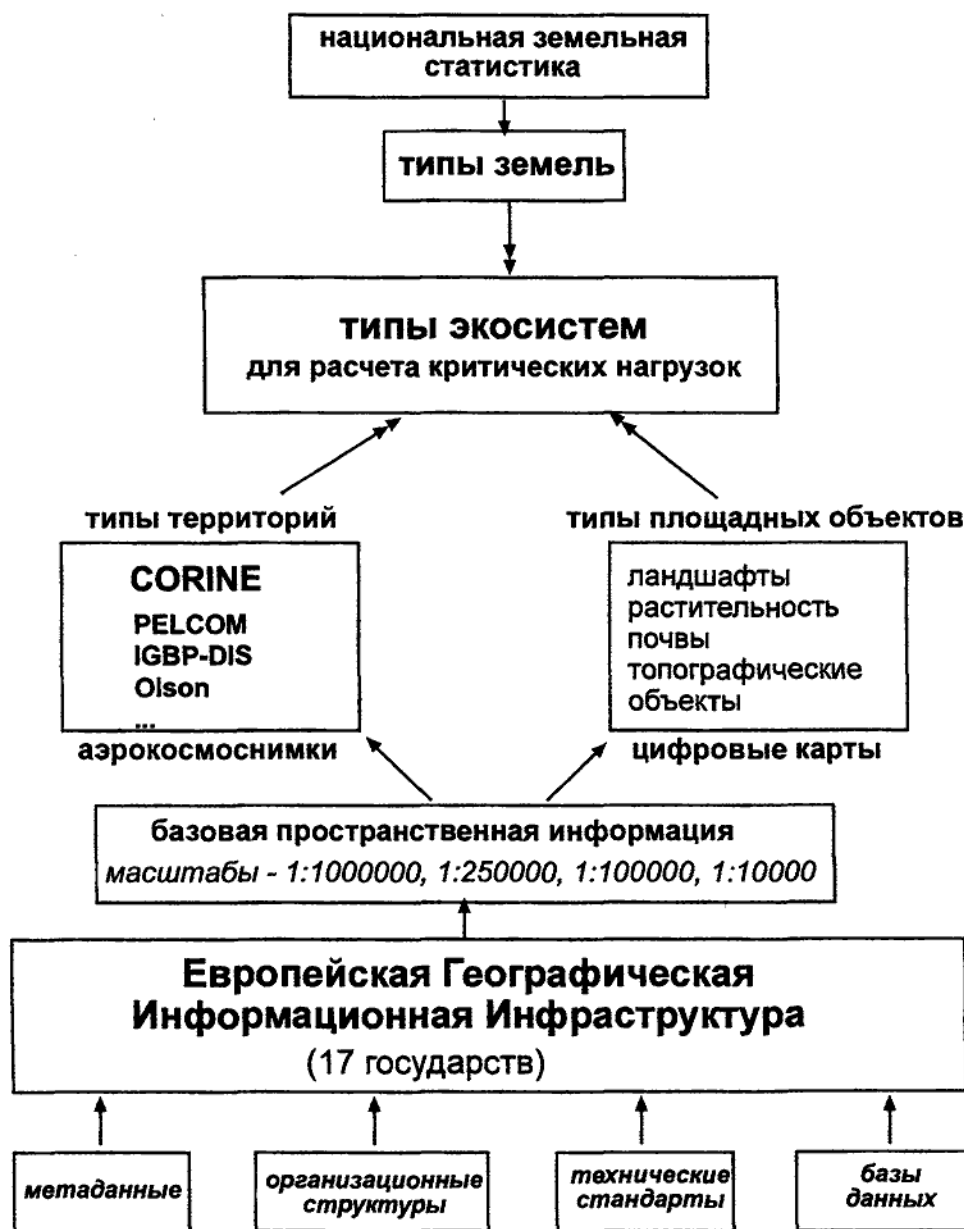


Рис. 3. Подходы к картированию пространственной дифференциации территории

Статья поступила в редакцию 18 мая 2003 г.

УДК 911.2:551.4 (477.9)

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ  
СИСТЕМЫ В ПРОВЕДЕНИИ ЭПИДНАДЗОРА ЗА ХОЛЕРОЙ И  
ДРУГИМИ ИНФЕКЦИОННЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ**

*Кирьякова Л.С., Хайтович А.Б., Коваленко И.С.*

Методы картографирования давно используются в зоогеографии, медицинской географии, в городском планировании, охране окружающей среды, прогнозировании районов стихийных бедствий. Значительный вклад в развитие картографирования внесло создание географических информационных систем (ГИС), которые стали широко использоваться в различных сферах деятельности человека.

Содержание ГИС-технологии заключается в точном отображении на электронной карте объекта, привязанного к конкретной точке на местности (почва, ландшафт, водоисточник и т.д.). Одновременное отображение на картографической основе явления (процесса, объекта) с факторами, оказывающими на него влияние, открывает возможность использования этого метода в эпидемиологии. Одним из разделов эпидемиологии является осуществление эпидемиологического надзора – системы мероприятий, изучающих причины возникновения эпидемических осложнений и активизации эпидемического процесса. В основу проведения эпидемиологического надзора положен мониторинг эпидемического процесса.

В настоящее время, эпидемиологический надзор за инфекционными заболеваниями и, в частности, за холерой, проводится путем сбора и обобщения данных о заболеваемости, циркуляции возбудителя в объектах окружающей среды без учета влияния факторов окружающей среды, что затрудняет осуществление многофакторного анализа. ГИС, в сочетании с другими методами, является вспомогательным инструментом в работе по накоплению, сохранению, обработке и анализу баз данных для эпидемиологического анализа.

Картографические методы в эпидемиологии применяются в основном для расшифровки вспышек и групповых заболеваний, с использованием при этом бумажной картографической основы, которая позволяет фотографически отобразить сложившуюся ситуацию на момент проведения эпидемиологического расследования. Учет ретроспективных сведений, необходимый для комплексного эпидемиологического анализа при этом невозможен или затруднен.

Географическая информационная система включает электронные таблицы, в которых содержится характеристика изучаемого явления и географическую карту местности. На основе электронных таблиц создаются слои, в которых возможно отображение территориального, временного и другого распределения изучаемого явления.

Программы компьютерного картографирования связаны с электронными таблицами и работают в динамическом режиме, т.е. возможно пополнение объема информации путем внесения новых точек (мест исследования) и параметров, характеризующих явление. Сформированные слои по заболеваемости, циркуляции возбудителя, климатогеографическим условиям, физико-химическим факторам и другим признакам, могут просматриваться каждый отдельно или быть совмещены в любом наборе и последовательности.

Целью настоящей работы является создание электронных карт мониторинга эпидемического процесса холеры в мире и Украине.

Повсеместное распространение холеры анализировалось нами с помощью ГИС. Были созданы слои по периодам вовлечения стран в 7-ю пандемию. Они связаны с электронными базами данных о заболеваемости карантинными инфекциями в мире, в которых учтена вся официальная информация Всемирной организации здравоохранения, начиная с 1974 г. Данные с 1960 по 1973 гг. отобраны из литературных источников.

Полученные результаты наглядно продемонстрировали динамику вовлечения стран и континентов в пандемию и дали возможность научно обосновать периоды распространения холеры в мире. Итогом этой работы стало создание эпидемиолого-географической карты распространения холеры в мире.

В пандемический процесс вовлечена и Украина. Поэтому следующим этапом работы стало создание электронной карты мониторинга холеры в Украине.

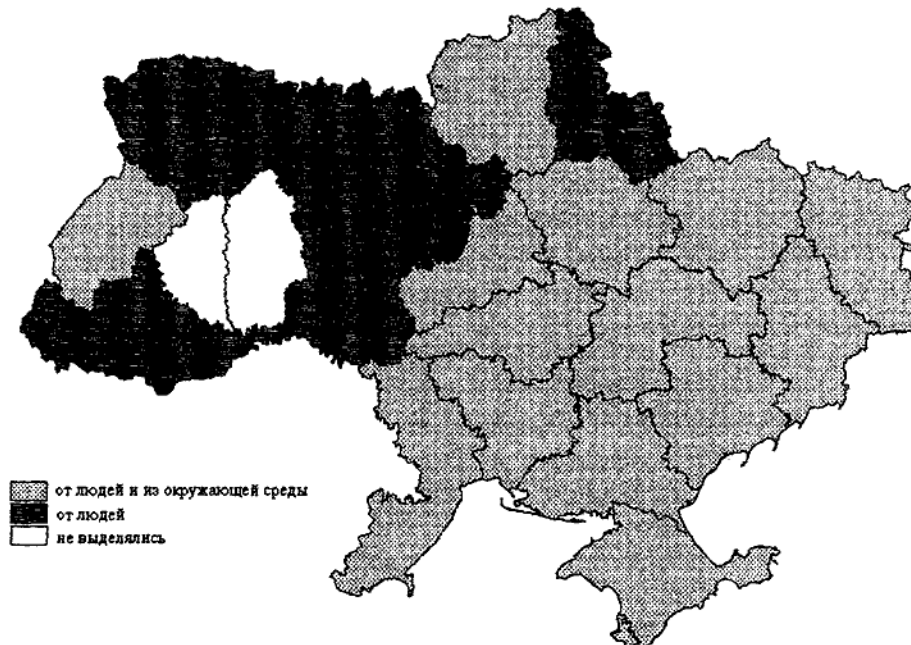
В 7-ю пандемию холера была занесена на Украину в 1970 году. Собранная с начала пандемии информация по месту обнаружения культур холерных вибрионов, по их количеству и характеристике сконцентрирована в электронных таблицах. На их основе созданы картографические слои по объектам выделения культур: водные экосистемы, пищевые продукты, смывы из очагов заболевания холерой, культуры, выделенные от людей.

Полученные данные показали территориальное распространение и динамику выделения культур холерных вибрионов в Украине (рис.1). В результате анализа определено географическое преобладание по количеству выделенных культур в южных регионах Украины – АР Крым, Донецкая, Херсонская, Николаевская, Одесская области; выявлено преимущественное выделение холерных вибрионов из открытых водоемов и сточных вод. Использование ГИС для анализа эпидемической ситуации по холере открыло возможность проследить динамику выделения культур с дифференцированием по времени, экосистемам, территориям в оперативном режиме.

Использование электронной картографической основы для осуществления эпидемиологического надзора, позволило осуществить привязку к местности данных о заболеваемости, циркуляции возбудителя в объектах окружающей среды и комплексно оценить воздействие факторов окружающей среды, что было затруднительно при использовании бумажной картографической основы.

Особенностью ГИС-технологии является возможность быстро менять масштаб.





**Рис. 1. Распространение холерных вибрионов 01 группы, выделенных в Украине в 7-ю пандемию от людей и из объектов окружающей среды**

Как показали проведенные исследования, методический и практический опыт создания эпидемиологических карт, ГИС может успешно использоваться для управления и наблюдения за эпидемиологической ситуацией при холере на различных его уровнях (мировом, федеральном, региональном). Учитывая общие методологические подходы при проведении эпидемиологического надзора, вероятно, ГИС может использоваться при эпидемиологическом анализе различных нозологических форм на разных территориях.

Статья поступила в редакцию 8 мая 2003 г.

УДК 551.501.8, 631.1

## **ПРИМЕНЕНИЕ ДЗЗ И ГИС ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ**

*В.И. Колесник, К.В. Колесник, В.П. Петренкова, В.В. Попов, Д.В. Смазлюк, В.Ю. Чех*

### **ВВЕДЕНИЕ**

В условиях рыночной экономики задача прогнозирования урожая зерновых является весьма актуальной. В общем, играют роль такие факторы, как экономическая целесообразность, сохранение окружающей среды и социальная приемлемость. В любом случае получение немедленного дохода для фермера является насущной необходимостью даже и с точки зрения сохранения фермером контроля над природными ресурсами.

Таким образом, перспектива повышения доходности предприятия является наиболее сильной мотивацией для внесения фермерами изменений в применяемые ими технологии.

Информация об ожидаемом урожае, о причинах возможных потерь и об уровне потерь интересует как самих производителей сельскохозяйственной продукции, так и страховые компании, закупочные компании, наконец, государственные структуры. Для последних эта информация является не только сугубо экономической, но и политической не в меньшей степени.

Потери урожая и снижение качества продукции от вредных организмов достигают 30% и более. Поэтому имеет большое значение долгосрочное и оперативное прогнозирование появления вредных организмов на уровне допустимых порогов вредоносности и организации оперативной защиты производственного процесса доступными технологическими средствами. Особую значимость прогноз имеет для оптимизации затрат на приобретения нужных ядохимикатов, их транспортировки и хранения и т.д.

Обладая достоверным прогнозом, можно как снизить физические потери за счет, например, своевременной борьбы с вредителями, так и снизить финансовые потери, например, производя своевременные закупки по оптимальным ценам. Можно привести множество примеров, когда экологически щадящие технологии одновременно являются и экономически более выгодными.

Практически, прогноз сводится, во-первых, к составлению достоверной модели, учитывающей практически измеряемые параметры среды, во-вторых, к мониторингу и скринингу этих параметров, в третьих, к интеграции измерений, модельных расчетов и прогноза, и, наконец, в четвертых, к практической статистической и точностной проверке результатов.

В настоящей статье описана система прогнозирования урожая зерновых на основе данных мониторинга и скрининга метеорологических параметров и данных ДЗЗ.

### ВЫБРАННЫЕ МОДЕЛИ

В настоящее время круг доступных для моделирования параметров факторов экологической среды очерчен параметрами, регистрируемыми средствами метеонаблюдений (температура, влажность воздуха, осадки и производные от них  $\Sigma$ , ГТК и т.д.), данными ДЗЗ (космические снимки в различных диапазонах длин волн), а также инструментальными наблюдениями за влажностью почвы и другими физическими параметрами её.

Динамика макрокосмических составляющих в настоящее время может быть представлена для моделирования в параметрах количественной оценки солнечной активности (числа Вольфа). Эти параметры отображают в целом трансформацию магнитного поля Земли и других параметров составляющих информационно-энергетических составляющих биосферы.

Для модели, дающей возможность прогнозировать ход производственного процесса и управлять им, необходимо знать характер трансформации условий места производства. Оценка характера трансформации в модели отображается многолетними (33 года) наблюдениями отдельного сорта яровой пшеницы Харьковской 46 и фактическими данными физической среды.

Предложенные модели представляют собой многофакторные регрессионные уравнения, учитывающие все перечисленные выше факторы. Уравнения составлены на основании многолетних (33 года) наблюдений в опытном хозяйстве "Элитное" Института растениеводства им. В.Я. Юрьева. Уравнения включают в себя значения наблюдений за состоянием внешней среды на разных этапах развития растений.

#### Модель прогнозирования урожая и параметров его качества

Урожай, а также показатели его качества в зависимости от условий внешней среды описывается следующим уравнением:

$$Y = a + \sum_{i=1}^{N_{\text{params}}} (b_i \cdot x_i), \quad (1)$$

где  $a$  – свободный член уравнения;  $b_i$  – коэффициенты при независимых переменных.

Параметры модели включают в себя: эффективные температуры в пригрунтовых слоях воздуха, количество осадков, гидротермический коэффициент, запасы продуктивной влаги в слое почвы и числа Вольфа. Все эти параметры учитываются в различные вегетационные периоды. По результатам дешифрирования данных ДЗЗ предлагается определять даты всходов, колошения, созревания, т.е. вегетационные периоды.

Выбранная модель отображает многолетнюю динамику физической среды для места производства яровых зерновых культур в полевых севооборотах для Северной

Лесостепи Украины (50° северной широты). Для других регионов, как и для других культур, такая модель должна быть уточнена.

Принцип разработки модели применим и для других культур, только решающее значение имеет биологическая специфичность последних, в частности, характер отклика на изменение физической среды процессов роста, развития, формообразования, продукционного процесса, формирования качества продукции и генетической защиты урожая от вредных организмов [1].

Значения средних многолетних независимых переменных рассматриваются как наиболее вероятное состояние физической среды, и они рекомендуются использовать для прогноза урожая, качества продукции, вредоносности вредителей и болезней по результатам скрининга и мониторинга в течение вегетационного периода. До начала полевых работ и скрининга физической среды места выращивания ожидается урожай, качество и появление вредителей и болезней среднемноголетнее, т.е. наиболее вероятное значение.

По мере получения результатов скрининга и мониторинга прогноз по модели просчитывается с учетом фактически полученных параметров физической среды. Результат дает возможность судить о наиболее вероятном характере и интенсивности формирования урожая, качества и появления вредителей и болезней.

Такие результаты динамического прогноза дают возможность оперативно использовать возможные технологические приемы для коррекции неблагоприятного влияния на продукционный процесс лимитов факторов физической и биотической среды или наоборот его усиления.

Модель составлена для сортов, признанных национальным стандартом для конкретной культуры. Сортоспецифичность по реакции на условия среды и выраженность реакции в зависимости от применяемого уровня технологии в конкретной модели не рассматривается.

Модель приложима к наиболее вероятному состоянию физической среды, районированному сорту и принятой технологии возделывания, и поэтому необходимо при интерпретации результатов это учитывать. Корректировать результаты возможно на основании сравнительного изучения сортов и технологий, т.е. через эффект нового сорта и технологии.

#### **Модель распространения и вредоносности вредителей и болезней**

Рассмотрены возможности оперативного прогноза появления и распространения вредных организмов на посевах в конкретном регионе на конкретной культуре.

В качестве примера приводится модель для вредителей вредной черепашки и хлебного жука, а также для пыльной головни – одной из распространенных болезней зерновых культур. Результаты анализа моделей показывают, как и для рассмотренных выше зависимых переменных (урожая, клейковины и содержания белка) высокую степень зависимости от состояния физической среды. Коэффициент множественной корреляции для вредителей равен 0,9 и выше, а для болезни – на уровне 0,8.

Заселённость площадей посевов хлебным жуком (% заселённой площади от обследованной), плотность клопа черепашки (особей/м<sup>2</sup>), поражённость пыльной головнёй (% поражённости) описывается тем же уравнением (1), что и урожай (поскольку оба являются многофакторными регрессионными уравнениями), но, разумеется, с другими значениями коэффициентов.

## РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ

### Скриннинг

Непосредственно на выбранном поле будут измеряться следующие параметры:

- эффективная температура в пригрунтовых слоях воздуха;
- сумма количества осадков на поверхности;
- запас продуктивной влаги в верхних слоях почвы;
- солнечная активность.

Все остальные параметры, необходимые для модели, являются либо производными от этих (гидротермический коэффициент), либо поставляются гидрометцентром (числа Вольфа), либо измеряются по данным ДЗЗ (даты вегетационных периодов).

Таким образом, задача сводится к установке на поле соответствующих датчиков, а также АЦП, контроллера, передатчика и их автономных источников питания.

По проведенным оценкам, для требуемой ежечасной передачи оцифрованных данных с 7-30 датчиков, установленных на одном экспериментальном поле, по критерию стоимость-эффективность лучше всего подходит GSM – модем. В тех, с каждым днем все более труднодоступных, областях, куда еще поселить не добралась мобильная связь, можно использовать спутниковую аппаратуру передачи данных, но это будет на порядки дороже. Полученные данные по сети Internet будут передаваться на сервер (рис.1).

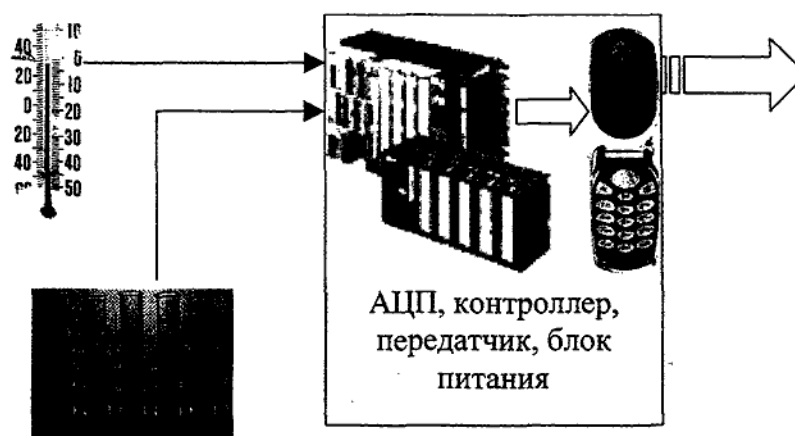


Рис. 1. Функциональная схема скрининга на экспериментальном поле

### Выбор типа данных ДЗЗ

Для определения состояния вегетации по данным ДЗЗ традиционно используется параметр, называемый индексом вегетации. Известно, что каждый физический объект лучше поглощает электромагнитное излучение в определенном спектре, а в другом спектре лучше отражает. Так, пигмент хлорофилл, непременно присутствующий в зеленых листьях растений, сильно поглощает видимый диапазон волн (от 0.4 до 0.7  $\mu\text{m}$ ) для фотосинтеза. С другой стороны, клеточная структура листьев сильно отражает электромагнитное излучение в ближнем инфракрасном (БИК, NIR) диапазоне (от 0.7 до 1.1  $\mu\text{m}$ ). Таким образом, в видимом диапазоне места с сильной вегетацией выглядят темными, а, скажем, пески – очень светлыми. В БИК зеленые леса и поля выглядят гораздо светлее. Сравнивая изображения в различных диапазонах, можно определить наличие и плотность растительности.

В программе Centaurus, выбранной в качестве базовой для доработки данных и системной интеграции, реализованы два стандартных индекса вегетации [2]. NDVI (normal difference vegetation index) имеет вид:

$$NDVI = \frac{r_{NIR} - r_{red}}{r_{NIR} + r_{red}} \quad (2)$$

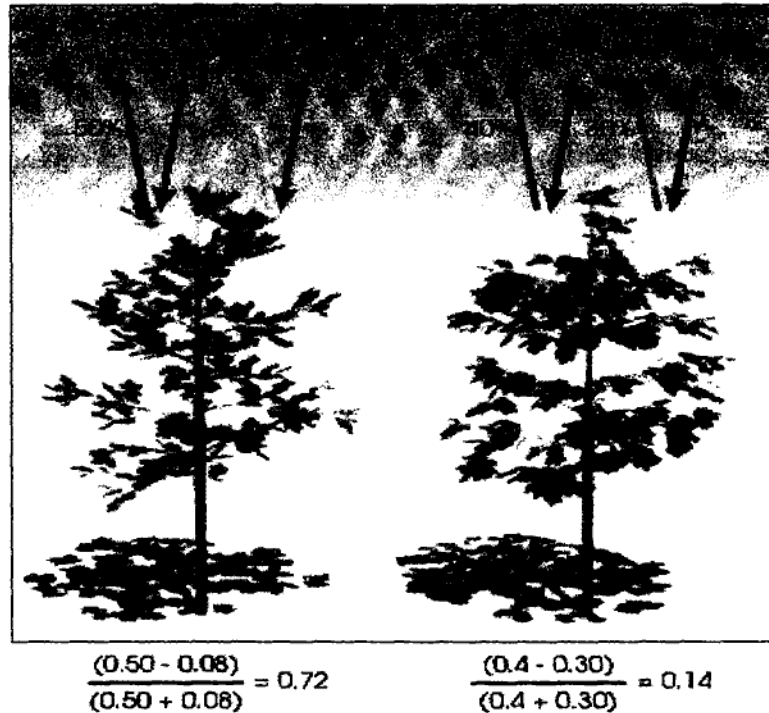
NDVI особенно успешен при измерениях вегетации, позволяющих производить сезонные и погодные сравнения вегетационного роста и активности. Этот параметр устраняет многие составляющие мультипликативных помех (неравномерная освещенность, тени от облаков, атмосферное поглощение и др.), присутствующие во спектральных изображениях. Основной недостаток NDVI: врожденная нелинейность индекса, базирующегося на отношении, и чувствительность к аддитивным шумам, например, к вызванным атмосферным излучением.

The enhanced vegetation index (EVI) был предложен для оптимизации вегетационного сигнала с целью повысить чувствительность в регионах с большим запасом биомассы (леса) и улучшить мониторинг вегетации путем уменьшения влияния атмосферы. Уравнение имеет следующий вид:

$$EVI = \frac{r_{NIR} - r_{red}}{r_{NIR} + C_{red} r_{red} - C_{blue} r_{blue} + I} \quad (3)$$

Таким образом, для мониторинга биомассы, содержащей хлорофилл, подходят спектральные спутниковые изображения, содержащие БИК и видимые диапазоны. Обращаем внимание на то, что методика может применяться вплоть до конкретного выбранного поля, стало быть, и пространственное разрешение должно быть соответствующим. Кроме того, следует учитывать оперативность доступа к информации.

Исходя из вышеприведенных критериев и по критерию стоимости базовыми выбраны данные индийских спутников IRS 1C / 1D, канал LISS, с разрешением 24 м в надире.



*Рис. 2. Измерение вегетационного индекса*

Тем не менее, следует отметить, что проблема оперативности получения информации ДЗЗ не снята полностью. Периодичность получения изображений с таким разрешением и диапазоном составляет в среднем 14 дней (без учета возможной облачности), что недостаточно для точного определения сроков вегетации. Возможно, что если требуется проводить мониторинг лишь отдельных полей, то это проще делать с помощью БПЛА или даже без привлечения средств ДЗЗ, в то время как спутниковые изображения использовать для мониторинга больших районов.

Следует особо отметить, что по данным ДЗЗ может проводиться актуализация картографической информации, необходимость которой была наглядно доказана при опытной эксплуатации системы (рис. 3).

Видно, насколько селекция, сделанная по картографическим данным, не совпадает с контурами поля, определенными по данным ДЗЗ.

#### Обработка данных ДЗЗ

Перед тем, как приступить к расчету индекса вегетации, Centaurus экспортирует картографические данные, в том числе слои сельскохозяйственных полей. Оператор производит геопривязку и геометрическую коррекцию спутникового изображения и выбирает поле – область интереса. Заметим, что это единственные действия, которые проводятся вручную – все остальное Centaurus

выполняет автоматически вплоть до выдачи отчета, содержащего собственно индекс вегетации и статистический анализ достоверности полученного результата.

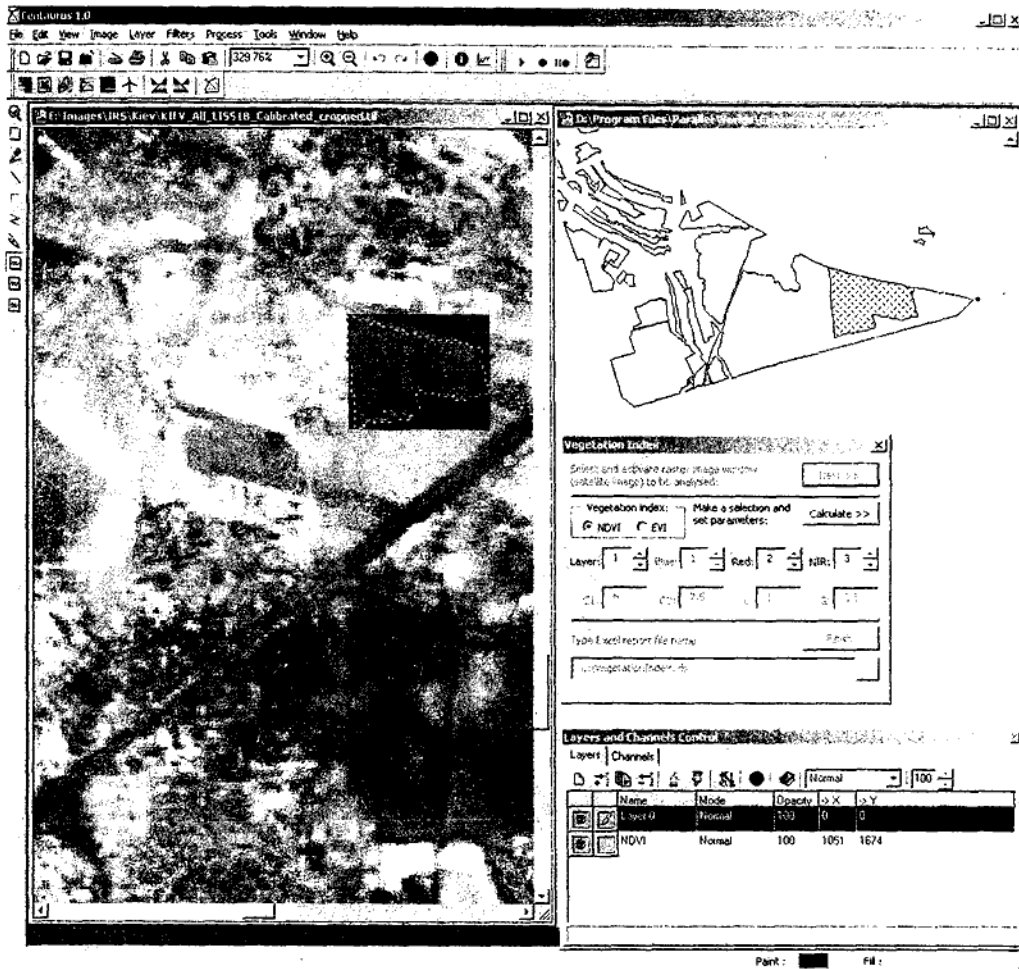


Рис. 3. Расчет вегетационного индекса выбранного поля

Архив данных скрининга заполняется по мере измерений автоматически. Архив доступен по сети и данные измерений автоматически подставляются в модель. Результаты обработки ДЗЗ выполняются здесь же и тоже подставляются в модель. Числа Вольфа получают от метеостанций. Расчет производится 4 раза – до посева, после всходов, после колошения и после созревания. Каждый раз получаем прогноз по минимальным значениям (пессимистический прогноз), по максимальным значениям (оптимистический прогноз) и по данным скрининга.

Отчеты, содержащие соответствующие прогнозы, Centaurus генерирует автоматически.



## Системная интеграция

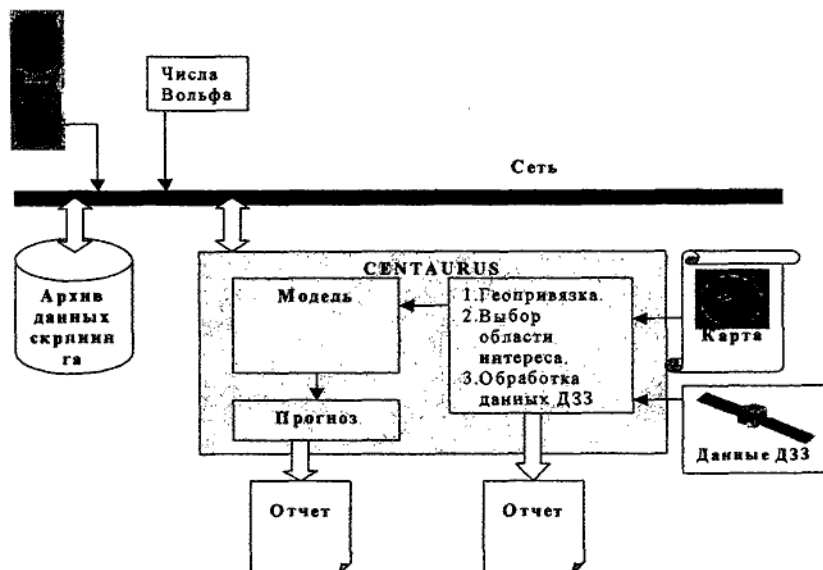


Рис. 4. Системная интеграция. Функциональная схема

Таким образом, уточнение прогноза по данным скрининга происходит на каждом периоде вегетации с учетом всех описанных факторов. Помимо этого, есть также оптимистический и пессимистический прогноз.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная методика проверена на тестовых данных. В настоящий момент испытывается система скрининга. После проверки результатов можно предлагать такую систему для широкого внедрения.

Область применения модельных, технических и системных решений не ограничиваются только зерновыми культурами. Основной вопрос – наличие статистически достоверных данных и проверенных моделей. При наличии того и другого, можно существенно расширить диапазон применимости системы, как и географический, так и по спектру сельскохозяйственных культур.

## Литература

1. Раунер Ю.Л. Климат и урожайность зерновых культур. М.: Наука, 1981. 162 с.
2. A. Huete, K. Didan, T. Miura, E. P. Rodriguez, X. Gao and L. G. Ferreira. "Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices", Remote Sensing of Environment, Volume 83, Issues 1-2, November, 2002. Pages 195-213.

Статья поступила в редакцию 6 мая 2003 г.

УДК [912.43+004.383.4:911.375.635](477.75)

## ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАРТИРОВАНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМ РАССЕЛЕНИЯ

*Кузнецов М.М.*

В настоящее время, когда передовые технологии внедряются практически во все области человеческой деятельности, становится трудным четко назвать ту отрасль, которой они не коснулись. Объектом изучения возможностей внедрения геоинформационного подхода может выступать система расселения, которая в новых условиях является главным элементом общественного территориального планирования. Ее целевая функция – обеспечение комфортных условий жизнедеятельности людей.

Присутствие в ландшафте сгустков населения различной величины – неперенная особенность пространственно упорядоченной человеческой деятельности [2]. Поскольку населенные пункты находятся на каком-то расстоянии один от другого, существенное значение приобретают разнообразные связи между ними. Исходя из этого, в основу анализа можно положить рассмотрение населенных пунктов как узлов транспортной сети. Для этого на практике применяются различные модели, которые подразделяются на:

- «горизонтальные», где пространственный параметр выступает явно. Наше внимание сосредоточивается на картах и закономерностях, относящихся к размерам населенных пунктов и расстоянию между ними;
- «вертикальные», или иерархические, где пространственный параметр не обязательно выражен, а наше внимание сосредоточено на закономерностях, выражаемых с помощью графиков.

Надо заметить, что в реальном мире обе эти компоненты взаимосвязаны.

В изучении локальных систем расселения до сих пор используются традиционные количественные методы и горизонтальные модели, разработанные Кристаллером, Тюненом, Лешем, Изардом, Бунге, которые применяются, чтобы объяснить размещение и структуру центральных мест. Выполнение картографических изображений, до появления ГИС – технологий, было долгим и трудоемким занятием. Сегодня появляется возможность применения ГИС – технологий в исследовании историко-транспортных аспектов экономико-географических особенностей формирования региональных локальных систем расселения. С развитием ГИС расширилась возможность быстрого и качественного картирования различных территориальных систем, в частности, локальных систем расселения. ГИС дает возможность построения моделей территории, их последующий анализ с созданием синтетических карт.

Активное развитие и внедрение ГИС – технологий в различные сферы научной деятельности позволяет их использовать для картографической визуализации

пространственной и функциональной структуры региональных локальных систем расселения с последующим выявлением различных закономерностей.

Цель работы – показать особенности и возможности внедрения ГИС – технологий для составления концептуальных моделей и определения практических возможностей оптимизации территориальной структуры локальных систем расселения на основе исторического и транспортного фактора.

Наиболее важным результатом применения геоинформационного подхода является углубление методологических и прикладных аспектов исследований различных процессов формирования локального городского расселения в регионе через призму истории развития его транспортной обеспеченности.

В работе ставились следующие основные задачи: создание геоинформационной базы данных для выделения основных типов локальных систем расселения; характеристика элементов функциональной структуры расселения (на примере пешеходной доступности пятикилометровой зоны сельских и поселковых советов Симферопольской локальной системы расселения).

Известно, что геоинформационные системы – это современная компьютерная технология. Она используется для ускоренного картирования и сопряженного анализа объектов реального мира [1]. Учитывая чрезвычайный динамизм демографических процессов в различных системах расселения, эффективное управление этими процессами со стороны административных органов без применения ГИС – технологий на современном этапе практически невозможно. Эта технология включает в себя традиционные операции с различными видами баз данных, запрос и статистический анализ, полноценную графическую визуализацию.

Эти методологические возможности выгодно отличают ГИС от других информационных систем и обеспечивают уникальные возможности для ее применения в широком спектре задач, связанных с анализом и прогнозом явлений происходящих в локальных системах расселения в процессе расширенного общественного воспроизводства.

ГИС хранит информацию о реальном мире в виде набора тематических слоев характеристик пространства, которые объединены на основе географического положения. Каждый слой представляет собой определенный набор объектов объединенных по принципу однотипности (дороги, реки, административные единицы, населенные пункты и т.п.). Путем отображения на электронной карте определенных информационных слоев, можно добиться составления картографического произведения любого типа.

Методика функционального зонирования территории для выделения основных типов локальных систем расселения состояла в использовании и соответствующим образом преобразовании ряда информационных слоев векторной карты Крыма (соответствующей карте Крыма масштабом 1:200000). При построении карт были использованы слои административно-территориального деления, населенных пунктов, дорожно-транспортной сети, а также созданы новые слои, иллюстрирующие локальные системы и их центры, ареалы интенсивности связей между центрами систем и тяготеющими территориями. Они включают маятниковые миграции, культурно-бытовые связи, временную и транспортную доступность и т.д.

Проделанная работа позволила создать карту локальных систем расселения Крыма, составленную на основе применения общепринятых концептуальных моделей (рис1).



Рис.1. Локальные системы расселения населения Крыма

Согласно этим моделям на территории Крыма можно выделить 8 локальных систем расселения, среди которых наиболее развитыми являются Симферопольская и Севастопольская. Здесь отмечаются наиболее интенсивные системообразующие связи локального ядра и тяготеющих к нему населенных пунктов. Красноперекопская и Джанкойская локальные системы относятся к числу формирующихся, поэтому теснота связей между населенными пунктами менее выражена, их характер отличается эпизодичностью.

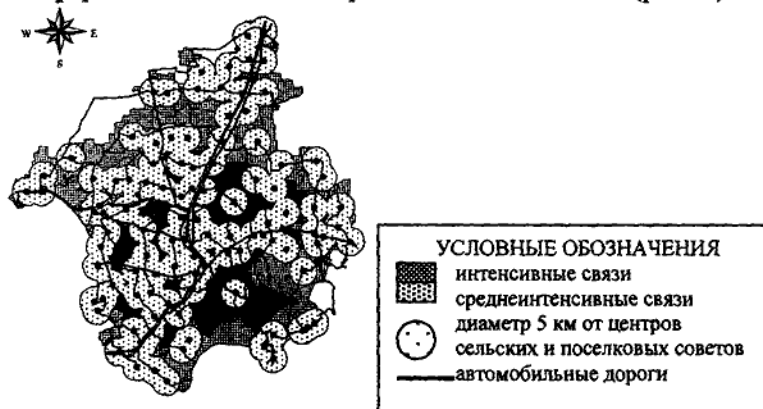
Срединное положение занимают Евпаторийская, Ялтинская, Феодосийская и Керченская локальные системы, где взаимосвязанность населенных пунктов высокая, но ниже чем в Симферопольской или Севастопольской локальных системах.

Критериями выделения границ локальных систем расселения служила транспортная доступность между центром (ядром) системы и тяготеющими населенными пунктами, потому что наступает момент когда из населенного пункта не выгодно добираться в один центр системы из-за большой удаленности от него, тогда как в другой попасть намного легче. С увеличением расстояния от ядра локальной системы расселения до конкретного пункта сокращается частота поездок населения и соответственно ослабевают системообразующие связи.

Данная карта может быть использована для обоснования административных границ, границ экономических районов в районной планировке, формирования оптимальной структурной сети населенных пунктов.

Использование ArcView 3.0 позволяет более просто моделировать и более полно анализировать поставленную цель на основе исторического и транспортного факторов в определении оптимальных условий проживания людей. Локальные

системы расселения, выявленные в ходе проведенного исследования, были подвергнуты углубленному факторному анализу, что позволило смоделировать карту пешеходной доступности пятикилометровой зоны от центров сельских и поселковых советов Симферопольской системы расселения населения (рис. 2).



**Рис.2 Пешеходная доступность сельских и поселковых советов Симферопольской локальной системы расселения**

База данных создавалась на основе средней скорости пешехода (5 км/ч) и транспортной доступности сельских и поселковых советов. При построении использовались слои карты Крыма масштаба 1:200000: дорожная сеть, административное деление, а также созданы слои сельских и поселковых советов и пешеходной доступности от этих центров.

Карта может быть использована для планирования туристских маршрутов в рекреационных целях, в разработке региональных архитектурно-планировочных схем, в создании оптимальных дорожно-транспортных сетей, а также как научно-справочный материал в работе органов исполнительной власти местных советов.

Таким образом, сочетание современных ГИС – технологий с имеющимися демографическими принципами и теоретическими положениями историко-транспортного анализа общественных территориальных структур позволяет совершенно по новому подойти к решению задач связанных с описанием и оценкой демографических ситуаций в локальных системах расселения, их картографической визуализацией.

#### Список литературы

1. Куренков В.О. Использование ГИС в сельском хозяйстве как приоритетное направление информационной поддержки принятия решений //Ученые записки Таврического национального университета. География. 2002. 15 (54). С. 63-66 УДК 528.001
2. Модели в географии. /Ричард Дж. Чорли, Питер Хаггет. Москва: «Прогресс», 1971. С.32-33.

Статья поступила в редакцию 11 мая 2003г.

УДК 913(99) + 528.921

**ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ГИС  
“ВЕРНАДСКИЙ - АНТАРКТИКА“**

*Куренков В.О.*

Международное сообщество придаёт огромное значение проблемам, связанным с глобальными изменениями климата, состоянию планетарной экосистемы, сохранению и использованию глобальных биоресурсов и пресной воды, состоянию озонового слоя. Антарктика – общепринятый полигон по изучению этих проблем, про что свидетельствуют многочисленные конвенции и протоколы, к которым присоединилась Украина.

Включение украинской антарктической станции «Академик Вернадский» в число 17 базовых станций Глобальной системы наблюдений за изменениями климата планеты, свидетельствует про признание мировым сообществом научно-технического потенциала Украины и накладывает на Украину определённые международные обязательства.

Реализация национальных и экономических интересов Украины в Антарктике возможна при условии разработки и реализации долгосрочной комплексной Государственной программы исследований Украины в Антарктике.

Основные направления Программы состоят из тематических исследований по 10 направлениям:

1. Океанографические и биоресурсные исследования
2. Гидрометеорологические исследования
3. Физика атмосферы и ближнего космоса
4. Геолого-геофизические исследования
5. Медико-физиологические исследования
6. Экологические исследования
7. Разработка и внедрение новых технологий
8. Научно-информационная и туристическая деятельность
9. Системное управление процессами реализации и информационная поддержка Программы
10. Разработка и внедрение авиационной научно-исследовательской лаборатории

Как можно заметить, для обеспечения современного уровня информационной поддержки научных исследований, разработка большей части направлений невозможна без использования ГИС-технологий.

Согласно принятой концепции антарктических исследований, информация о состоянии среды поступает от следующих наблюдательных платформ:

1. Стационарные круглогодичные наблюдения на УАС "Вернадский" (более 20 измеряемых параметров).

2. Сезонные исследования на станции "Вернадский" и прилегающих территориях, благодаря которым количество измеряемых параметров и характеристик отобранных образцов расширяется до 50.

3. Морские исследования на научно-исследовательских судах в морях Беллинсгаузена, Скоша и Уэдделла – до 100 параметров и характеристик среды.

4. Спутниковые исследования ледового покрова, территории и акватории Западной Антарктики, прилегающей к УАС Вернадский.

Кроме прямых наблюдений, в базе данных ГИС необходимо использовать также уже имеющиеся материалы:

5. Многолетние наблюдения Британской антарктической службы на станции Фарадей.

6. Различные цифровые модели, специализированные атласы и другие виды обобщения различных параметров на регионы Антарктики.

7. Информация из международных и других национальных центров данных, получаемая в рамках обмена.

Важным завершающим этапом обработки и анализа экспедиционных результатов стало представление полученной в Антарктике информации в единой системе, позволяющей использовать данные широкому кругу пользователей из институтов и университетов Украины, а также осуществлять обмен с другими национальными и международными центрами. До сих пор ученые и специалисты, участвующие в исследованиях, пользуются разными, порой несовместимыми программными продуктами. Украинский антарктический центр, понимая важность проблемы концентрации всех данных в одном месте и возможность выполнения их совместного анализа, провел предварительную работу (электронную конференцию) с исполнителями по вопросу создания ГИС «Антарктика-Вернадский».

Перспективным программным продуктом для использования в качестве базовой платформы ГИС «Антарктика-Вернадский» представляется система ArcGIS. Важным обстоятельством является то, что она широко используется в международной кооперации при исследованиях Антарктики. В частности, цифровая база данных Антарктики, созданная под эгидой SCAR (ADD/SCAR), включающая около 20-ти информационных слоев (в том числе топографию), распространяется в форматах ArcView, ARC/INFO и ArcCAD.

С выпуском программного обеспечения ArcInfo 8 и серии продуктов ArcGIS, поддерживающих принципы моделирования на основе объектной базы геоданных, стало возможным создавать и предлагать базовые модели данных. Они представляют собой некие шаблоны наборов объектов с присущими им свойствами, а также правил и методов для управления этими объектами, отражающие специфику разных прикладных областей.

Исходя из многозадачности ГИС «Антарктика-Вернадский», необходимо тщательно спроектировать и разработать базу геоданных, позволяющую, наиболее

эффективно моделировать данные, относительно той или иной тематической направленности исследований.

Пополнение научного содержания ГИС «Вернадский-Антарктика» будет постоянно осуществляться за счет информационных потоков, сформированных результатами тематических исследований отдельных исполнителей и институтов, участвующих в выполнении Государственной программы, международным обменом данными и непосредственно результатами исследований экспедиций и спутниковой информации (рис. 1).

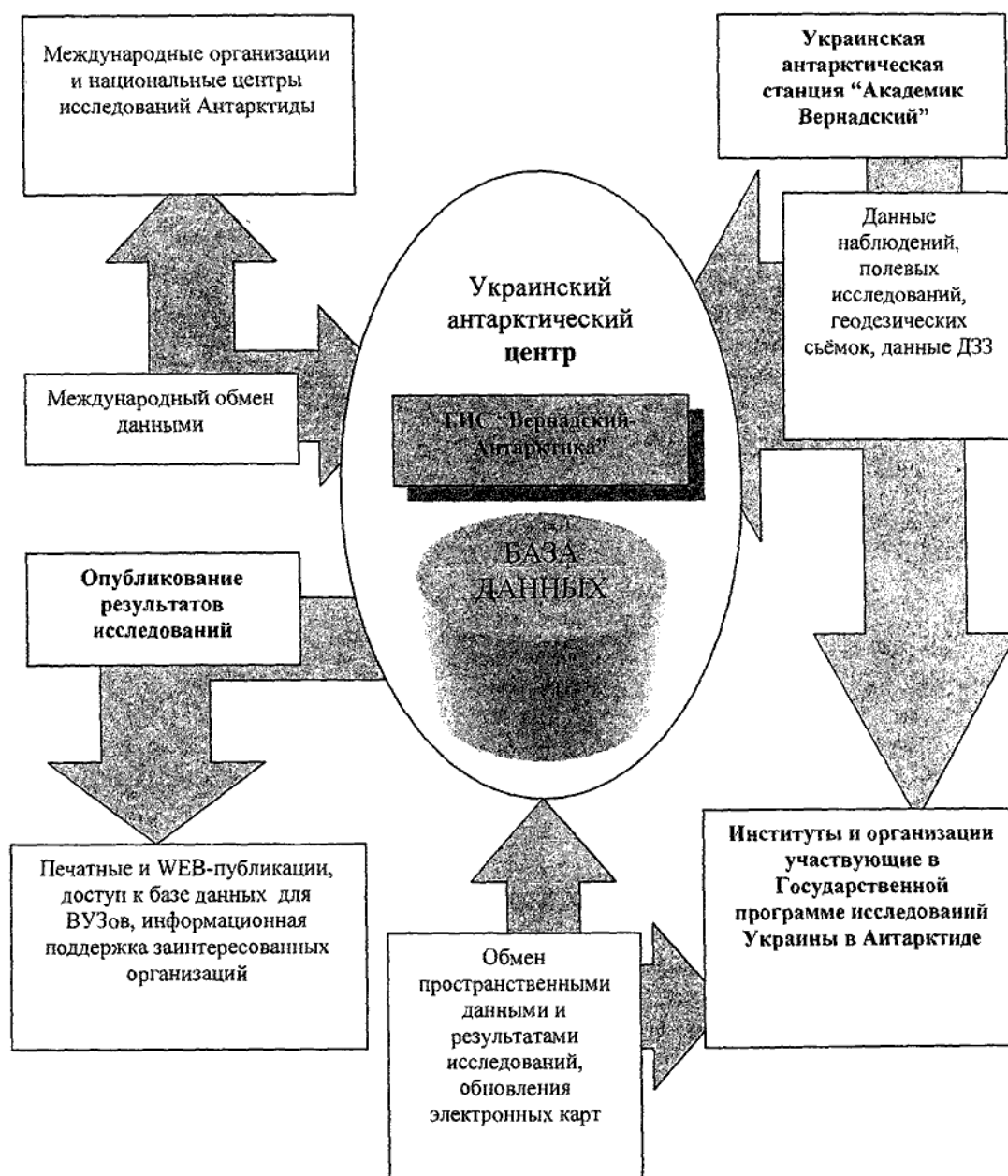


Рис. 1. Функциональная структура ГИС «Вернадский - Антарктика»



Однако, тут всплывает проблема в стандартизации материалов, предоставляемых данными источниками, так как каждый институт или организация имеет свой технологический комплекс обработки результатов наблюдений и составления результирующей информации, что обусловлено не только разным технологическим уровнем участников Программы, но и разноплановостью исследований по разным тематикам.

Для обеспечения корректной и результативной работы по формированию базы данных, необходимо сформировать оптимальную схему взаимного информационного обеспечения, институты проводящие исследования по своим направлениям, должны использовать единую базу пространственных данных, что обеспечивает пространственную совместимость данных и, как следствие, оптимизирует условия для комплексного анализа разных направлений научных и прикладных исследований. Для этого необходимо проанализировать весь набор имеющегося программного обеспечения, технологий обработки информации, методик анализа результатов наблюдений и полевых исследований, с целью разработки комплексных мер по стандартизации данных поступающих в центральную базу данных ГИС «Вернадский-Антарктика» Украинского антарктического центра.

Таким образом, обеспечение информационного обмена и ведение базы данных, позволяет оптимизировать централизованный контроль над выполнением программы исследований и обеспечивает возможность доступа к центральной базе данных и к дополнительному набору ГИС-инструментария каждому участнику Государственной программы исследований Украины в Антарктике.

УДК 910.1:911.6

**ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ  
ЕДИНИЦ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

*Лагодина С.Е.*

Сегодня для различных уровней пространственной организации территории, (республика, район, совет, город и т.д.) разрабатываются программы: охраны окружающей среды, развития курортно-рекреационного комплекса, устойчивого развития и др. При этом, при разработке программ и предложений важное внимание уделяется вопросам:

- оптимизации использования информации о территории, как об одном важнейших факторов, влияющих на повышение оперативности и качества принимаемых решений по ее управлению;
- выявлению иерархических уровней объектов территории, на которых эти программы работают.

В последнее время ускоряющимися темпами развиваются стыковые области географических исследований. Так, Швец Г.И. отмечает круг проблем, которые необходимо решать на пересечении физической и экономической географии. Это обусловлено по его мнению тем, что «концепция антропогенных ландшафтов физической географии или эколого-экономическое направление экономической географии не являются полностью адекватными ответами на лавинообразный поток проблем, связанных с территориальной организацией окружающей среды, географической экспертизой, прогнозами, построением ноосферы» [10].

Котельников А.М. [5] добавляет к этому еще и управленческий аспект, считая, что одно из направлений исследований в области современного природопользования - «географическое обеспечение управления природопользованием». При этом он стремится не только получить «конкретное представление об информационном запросе управления природопользованием», но и определить объект управления. В качестве таких объектов он предлагает рассматривать территориальные природно-хозяйственные системы, которые состоят из двух подсистем – хозяйственной и природной.

Экономгеографы (Шарыгин М.Д., Зырянов А.И.) [9] выделяют как объект управления территориальные социально-экономические системы, и отмечают, что переход к изучению «территориальных социально-экономических систем связан с возросшей многоаспектностью отношений общества с природой в эпоху научно-технической революции, с настоятельной необходимостью тщательного планирования всех компонентов человеческой жизнедеятельности, рационального и эффективного использования природных ресурсов».

Швец Г.И. детально проработал концепцию природно-хозяйственных территориальных систем (ПХТС) [10,11], которые, по его мнению, формируются

как вторичные по отношению к исходной географической оболочке «в зависимости от природных условий, вида хозяйственных объектов, интенсивности обмена веществ и других факторов». ПХТС рассматриваются им как операционные единицы управления территорией, «как форма существования географической среды в ее целостности и конкретности, которая представлена специфическим составом, территориальной организацией и способом обмена веществ». В число основных принципов выделения ПХТС «кроме морфологического, генетического и динамического» включается «управленческий, направленный на оптимизацию природопользования с целью получения максимального экономического и экологического эффектов...». Именно в ПХТС происходит формирование «потоков и энергии хозяйственного «происхождения», которые по своей интенсивности сопоставимы с естественным фоном».

Закладывая в основу выделения объектов управления различные точки отсчета, ученые выделяют такие виды объектов управления территорией как территориальную антропоэкологическую систему (Райх Е.Л.) [7], мелиоративную природно-техническую систему (Гродзинский М.Д., Шищенко П.Г.) [2], ландшафтно-архитектурную систему (комплекс, массив и т.д.) (Дмитрук О.Ю.) [3].

Свои предложения по выделению природно-антропогенных геосистем (ПАГС) внесли Дьяконов К.Н. и Покровский С.Г. (2002). Они предлагают всё разнообразие ПАГС по возможности саморегуляции и автономного существования свести к трём категориям: геотехнические системы, природно-хозяйственные системы, природоохранные системы.

Таким образом, вопрос выделения и изучения территориальных систем как элементарных объектов управления является на сегодняшний день актуальным. При этом подавляющая часть исследователей отмечает следующие важные вопросы:

- изучение взаимодействий и взаимосвязей между природной и антропогенной составляющими систем;
- определение функциональных и структурных особенностей территории;
- проблему неопределённости в выделении границ геосистем.

Развивая данное направление, автор совместно с другими исследователями также проводил работы по выделению и изучению подобных систем для различных иерархических уровней. При этом особое внимание уделялось разработке методики выделения ПХТС как элементарных объектов управления [4]. Процедура их выделения была представлена через ряд последовательных этапов:

1. В пределах административной единицы «выделяются полностью покрывающие ее территорию различные типы локальных природно-хозяйственных территориальных систем, вычлениваемые на основе:

- приуроченности к элементарным природно-хозяйственным контурам, представляющими функционально целостные и самодостаточные ячейки типов использования территории;
- взаимного пересечения с границами элементарных морфодинамических единиц (в понимании Ласточкина [6]), составляющих основу ландшафтной организации территории;

2. Выделенные локальные природно-хозяйственные системы далее могут интегрироваться в более крупные общности макролокального и микрорегионального уровней;

3. Объекты микролокального уровня, детализирующие состав и особенности функционирования (параметры отдельных технических сооружений предприятия, лесные выделы и т.д.) относятся к атрибутам локальных ПХТС, определяя структуру их баз данных”.

В рамках проекта “Моделирование устойчивого развития приморских территорий Украины”, выполняемого по заказу Министерства науки и образования Украины, с 2002 года Научно-исследовательский центр «Технологии устойчивого развития» Таврического национального университета им.В.И.Вернадского разрабатывается новая методология планирования территориального развития, основанная на выделении иерархии операционных территориальных единиц (ОТЕ) - элементарных частей однородных в генетическом, морфологическом и динамическом строении ландшафтных единиц и элементарных типов использования территории (земельных участков, полей, контуров застройки населенного пункта) и т.д.

Такой подход позволил для территории сельскохозяйственного предприятия Чистенского поссовета Симферопольского района и для территории Бахчисарайского района (рисунок 1) обосновать сетку элементарных операционных территориальных единиц.

С этой точки зрения микрорегиональные и локальные ОТЕ рассматриваются не только как элементарные единицы для “проведения интегральной оценки состояния управляемых объектов, уровня антропогенной нагрузки, оценки природно-ресурсного потенциала” [4, с.97 ], но и как элементарные объекты природно-ресурсной базы данных района (ПРБД).

Район, в данном случае, можно рассматривать как оптимальный административно-территориальный уровень для отработки методики выделения операционных единиц и для обоснования структуры географического обеспечения системы управления такой адм.единицей.

Задачи данной работы:

- предложить методические подходы к выделению ОТЕ на микрорегиональном и локальном уровнях,
- выполнить классификацию управленческих задач, требующих географической информации и привязки к элементарным операционным единицам.

Вышеперечисленные задачи решались на примере Бахчисарайского административного района.

Выбор данного района обусловлен высокой степенью разнообразия природных условий и ресурсов, неоднородностью антропогенной преобразованности данной территории. Земли его северо-западной части интенсивно используются в сельском хозяйстве, компоненты ландшафта в той или иной степени преобразованы человеком. Юго-восточная часть района менее подвержена антропогенному воздействию (причина – сильная расчленённость рельефа), на большой площади земель сохранились естественные ландшафты.

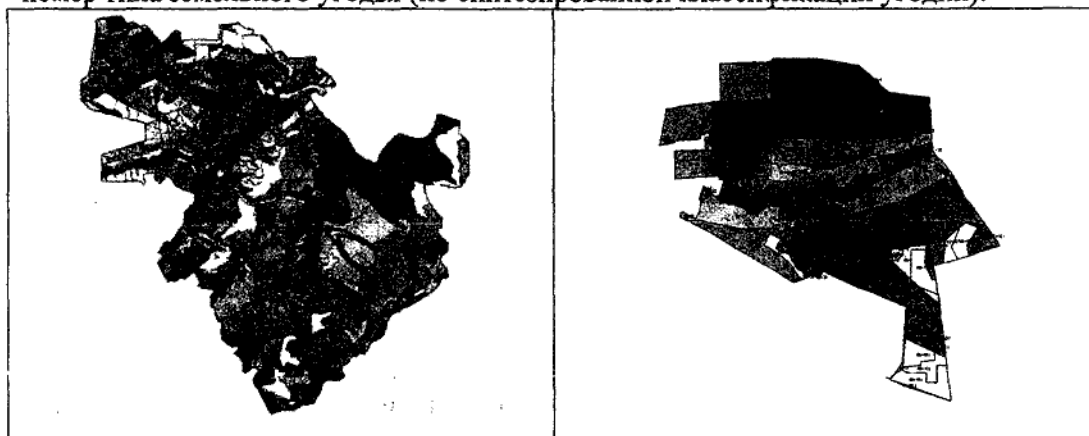
Бахчисарайский район выделяется среди других административных единиц Крыма высоким коэффициентом территориального разнообразия природно-ресурсного потенциала – 2,179. Этот показатель, вычисленный В.П.Руденко (1999) по формуле Шеннона, превышает не только среднекрымский (1,976), но и является уникальным только для этого района. В компонентной структуре природно-ресурсного потенциала основная доля приходится на земельные (37,0%) и минеральные (28,4%) ресурсы, при этом доля экономически высокопродуктивных лесных ресурсов составляет 10,5% - самый высокий показатель по Крыму [8]. Весьма велик и природно-рекреационный потенциал, что является перспективным для развития туристической и рекреационной деятельности в районе.

Был предложен следующий алгоритм выделения ОТЕ:

1. **Создание схемы современного использования территории района** путём дешифрирования космического снимка (Landsat, 2001, разрешение 30 м), предоставленного Украинским центром менеджмента земли и ресурсов. Классификация видов земельных угодий выполнена на основе двух классификаторов: «Угодья землевладельцев и землепользователей», утвержденного Земельным Кодексом Украины, выделяющим 27 типов земельных угодий (форма 6-зем) и Классификатора Европейского проекта «CORINE», определяющим 52 типа территории. В результате проведенного дешифрирования на территории района было выделено 22 типа земельных угодий.

2. **Создание ландшафтной карты.** В данной работе была использована ландшафтная карта Крыма, составленная Гришанковым Г.Е. [1]. На территории района было выделено 42 типа ландшафтных местностей.

3. **Получение сетки элементарных операционных территориальных единиц** путем оверлейного анализа данных с последующим их кодированием. В результате анализа на территории Бахчисарайского административного района было выделено более 1200 операционных территориальных единиц, получивших двойной код: номер ландшафтной местности (по данным ландшафтной карты) + номер типа земельного угодья (по синтезированной классификации угодий).



**Рис.1. - Сетка ОТЕ сельскохозяйственного административного района**

**Рис.2. – Типология ОТЕ локального уровня**

Анализ полученной сетки ОТЕ выполнялся для территории Вилинского поселкового совета. Использование при анализе современных геоинформационных технологий значительно ускорило возможность получения синтезированной информации как по типам сельхозугодий, как и по типовому разнообразию сетки элементарных операционных единиц для этого участка территории.

Схема современного использования территории, созданная на основе данных дистанционного зондирования, дала возможность получить актуализированные данные по посевным площадям, садам и виноградникам, застроенным территориям и другим угодьям. Всего на территории совета было выделено 94 ОТЕ, типизированные в 29 групп (рисунок 2). Выделенные таким образом локальные природно-хозяйственные системы в зависимости от решаемых задач могут в дальнейшем интегрироваться в более крупные системы: мелиоративную природно-хозяйственную систему, природоохранную систему и т.д.

Дальнейший анализ сетки ОТЕ позволил сформулировать перечень решаемых на их основе задач. Частичный пример такого подхода представлен в таблице 1.

Таблица 1

Задачи по управлению земельными ресурсами  
(объектом управления являются элементарные операционные территориальные единицы)

Управленческие задачи	Типы ОТЕ	Основные группы географической информации, используемые для решения управленческих задач
<p>Учет земель (земельный кадастр), экономическая, экологическая и денежная оценка земель (ГИС)*.</p> <p>Анализ использования земельных участков, выделение земель под строительство, передача в аренду, в собственность и другое (ГИС)*.</p> <p>Оформление и регистрация документов по всем видам операций с землей (ГИС)*.</p>	<p>16+101, 16+18, 16+2, 16+22, 16+27, 16+3, 39+1, 39+101, 39+18, 39+3, 45+101, 45+27, 45+3, 45+8, 48+101, 48+27, 48+3, 48+8, 51+101, 51+18, 51+2, 51+22, 51+27, 51+3, 51+8, 51+9</p>	<p>1 группа: правовые аспекты землепользования, местоположение, площадь, правовые документы.</p> <p>2 группа: Виды угодий по орошаемым и осушенным землям.</p> <p>3 группа: Качество земельных угодий по классам земель, механическому составу почв; показателям агропроизводительной характеристики почв и т.д.</p> <p>4 группа: Экономическая оценка земель, бонитировка почв.</p>
<p>Учет водных ресурсов, водозаборных сооружений и зон санитарной охраны источников (водный кадастр) (ГИС)*</p>	<p>51+22, 51+24, 48+24, 45+24, 51+18</p>	<p>Количественные и качественные характеристики орошаемых земель и дренажной сетей, техническое состояние оросительной и дренажной сетей, среднегодовые и многолетние объемы стока, влияние техногенных процессов, оценка мелиоративного состояния, характеристики скважин и насосных станций и т.д.</p>

Продолжение Таблицы 1

Управленческие задачи	Типы ОТЕ	Основные группы географической информации, используемые для решения управленческих задач
Ведение кадастра природных ресурсов района (ГИС)*	16+101, 16+2, 16+22, 16+27, 16+3, 39+1, 39+101, 39+3, 45+101, 45+27, 45+3, 45+8, 48+101, 48+27, 48+3, 48+8, 51+101, 51+2, 51+22, 51+27, 51+3, 51+8, 51+9	Характеристики основных компонентов природы: - геологическое строение, подземные и грунтовые воды; - экзогенные геологические процессы (оползни, сели, карст и т.д.); - почвенный покров, растительность; - поверхностные водные объекты; - метеоклиматические параметры приземного слоя воздуха; - ландшафтная структура территории.

\* Задачи, требующие картографической визуализации и средств автоматизированной обработки данных на основе использования географических информационных систем (ГИС).

Рассмотренные в статье подходы к выделению элементарных операционных территориальных единиц (ОТЕ) позволяют сделать следующие выводы:

- построение различных моделей территории, проведение интегральной оценки состояния управляемых объектов, оценка природно-ресурсного потенциала и уровня антропогенной нагрузки, решение прогнозных и оптимизационных задач требуют выделения таких элементарных операционных территориальных единиц, которые можно было бы рассматривать как элементарные единицы управления территорией;

- выделение операционных единиц предлагается на основе взаимного пересечения элементарных природно-хозяйственных контуров, представляющих функционально целостные и самодостаточные ячейки типов использования территории и элементарных морфодинамических единиц, составляющих основу ландшафтной организации территории;

- полученная таким образом сетка элементарных операционных единиц позволяет не только создать природно-хозяйственную базу данных территории, но и на основе классификации типов ОТЕ выделить основные группы географической информации, необходимой для решения управленческих задач.

---

Список литературы

1. Выработка приоритетов: новый подход к сохранению биоразнообразия в Крыму. Результаты программы «Оценка необходимости сохранения биоразнообразия в Крыму», осуществленной при содействии Программы поддержки биоразнообразия BSP. – г.Вашингтон, США: BSP, 1999. – 258с.
2. Гродзинський М.Д., Тищенко П.Г. Ландшафтно-екологічний аналіз у меліоративному природокористуванні. – К.:Либідь, 1993. – 224с.
3. Дмитрук О.Ю. Урбаністична географія. Ландшафтний підхід (Методика ландшафтного аналізу урбанізованих територій). Монографія. – К.: РВЦ “Київський університет”, 1998. –139с.
4. Карпенко С.А., Ефимов С.А., Лагодина С.Е., Подвигин Ю.Н. Информационно-методическое обеспечение управления территориальным развитием// Под редакцией Карпенко С.А. – Симферополь: Таврия Плюс, 2002. – 186с.
5. Котельников А.М. Основні напрямки географічних досліджень для цілей управління природопользованием в регіоні // Географія і природні ресурси. – 1998. - №3. – С.5-11.
6. Ласточкин А. Н., Рельеф земной поверхности. - Л.: Недра, 1991. - 334 с.
7. Райх Е.Л. Моделирование в медицинской географии. – М.: Наука, 1984. – С.35-51.
8. Руденко В. П. Географія природно-ресурсного потенціалу України. – Київ-Чернівці: К.-М. Академія – Зелена Буковина, 1999.- 568 с.
9. Шарыгин М.Д., Зырянов А.И. Ресурсный уровень территориальных социально-экономических систем// География и природные ресурсы. -1981. -№4. – С.53-59.
10. Швец Г.И. Концепция природно-хозяйственных территориальных систем и вопросы рационального природопользования// География и природные ресурсы. – 1987.- № 4. – С.30 – 38.
11. Швец Г.И. Природопользование: теоретические основы и методы управления// Физическая география и геоморфология. Республиканский межведомственный научный сборник. К.: Выща школа–1988. - Выпуск 35. – С.3-15.

Статья поступила в редакцию 25 апреля 2003 г.



УДК 528.94

**ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ГЕОСИСТЕМ (НА  
ПРИМЕРЕ АНАЛИЗА ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ В ГОРНОМ КРЫМУ)**

*Лычак А.И., Глущенко И.В.*

В современной геоэкологии характер объяснения субъект-объектных взаимодействий в экосфере и прогнозирование неблагоприятных геоэкологических ситуаций базируется в основном на рассмотрении трансформации и переноса вещества, энергии и информации. Значительно меньше внимания уделяется анализу пространственно-временных отношений. Однако, нельзя описать систему, опираясь только на его вещественно-энергетические характеристики. Жорж Кювье говорил, что в биологии форма важнее, чем материал. В физике, начиная с А.Пуанкаре и А.Эйнштейна, поставлена задача объяснения закономерностей на основе геометрии. Дж.Уиллер, опираясь на геометродинамическую парадигму, строит физическую картину мира. Многие исследователи разграничивают вещественные и надвещественные, физические и организационные законы (И. Круть). Однако все эти подходы недостаточно используются в науках об охране окружающей среды в целом и геоэкологии в частности.

Проблема пространственно-временного анализа и синтеза во многом определяет проблему получения, фиксации и передачи экологической информации.

Во-первых, пространственно-временная структура служб наблюдений за состоянием окружающей среды недостаточно репрезентативна, она не позволяет получить представления о ситуации в пределах каждого территориального выдела. Совершенно ясно, что формальная математическая интерполяция и экстраполяция в этом случае непригодна, так как изменение экологических характеристик происходит в большой зависимости от ландшафтной структуры, пространственная неоднородность которой очень велика и значительно превышает пространственную частоту точек наблюдений. Наблюдения не охватывают всего спектра изменений (колебаний) экологических характеристик: минимумов, максимумов, циклов, ритмов и т.д.

Во вторых, существует проблема «сенсоров» - естественных или технических систем, способных адекватно в реальном масштабе времени отражать и фиксировать экологически значимую информацию о состоянии окружающей среды в объеме достаточном для принятия управленческих решений. Причем, до настоящего времени отсутствует унифицированная структура необходимого и достаточного универсального пакета экологических параметров.

Со всей очевидностью, возникает потребность в развитии нового научного направления – геосенсорики, основным объектом изучения которой выступали бы геосистемы, а предметом – аспекты, связанные с получением информации о

состоянии географических систем. Геосенсорика могла бы закрыть ту брешь, которая наметилась между бурно развивающимися геоинформационными технологиями и реально существующими способами получения геоэкологической информации.

Ключевое положение в теоретико-методологических предпосылках развития современной геоинформатики занимает теория пространственно-временного анализа и моделирования. Пространственно-временные модели позволяют получить более глубокую и исчерпывающую информацию об устройстве географической оболочки и процессах в ней протекающих. За последние десятилетия выявлены пространственные и временные уровни в геосфере Земли. Для каждого из них свойственны свои закономерности, в них действуют свои силы и факторы. Такое разграничение позволяет упорядочить систему причинно-следственных связей; углубляет и детализирует наши представления об окружающем нас мире; позволяет более строго подойти к вопросам моделирования и прогноза чрезвычайных экологических ситуаций.

Теория пространственно-временного анализа базируется на представлениях Ю.Г.Симонова, В.А.Бокова, А.Ю.Ретеюма, Н.Л.Беручашвили, А.А.Крауклиса и др.[1, 2, 3, 4, 5, 6] об эргодичности, пространственной ординации, катенах, многомерных пространствах, геосистемных взаимодействиях, полиструктурности и полииерархичности. Элементы и объекты экосферы образуют пространственно-временные и эволюционные ряды. Ландшафты и экосистемы связаны в единую пространственно-временную цепь или ряды, что выражается в топоритмической организации географического пространства. Принцип эргодичности, законы факторной относительности Маккавеева-Черванева и закон неинвариантности преобразования подобия позволяет более глубоко раскрыть динамику и эволюцию экосистем.

Учет пространственных (в том числе геометрических) и временных характеристик позволяет значительно уточнить структуру и организацию геосистем, получить более репрезентативную информацию. Пространство и время есть особым образом закодированная информация. В геометрии пространства экосистем отображена вся совокупность прошлых и современных процессов. Геометрия – это своего рода структурная память экосистем. Основные закономерности организации экосферы можно объяснить на базе пространства и времени. Пространственный, в частности геометрический, анализ позволяет более экономно и полно описать ситуацию, дать более полное представление об экологическом потенциале, получить более достоверную информацию.

Пространство и время выступают, с одной стороны, как условия существования явлений, с другой - как форма их существования. Пространственно-временные отношения (краевые и островные эффекты, радиус кривизны, площадь, объем, ориентация, плановая форма, длина, пространственное чередование, длительность процесса, характер чередования явлений и др.) выступают фактором возникновения новых явлений, качеств.

Таким образом, теоретико-методологическим базисом использования геоинформационных моделей при решении геоэкологических задач анализа и

оценивания экологических ситуаций выступает теория пространственно-временного анализа, разработанная в рамках географической науки.

Примером реализации некоторых методологических принципов пространственно-временного анализа может являться исследование, проведенное авторами в горном Крыму при изучении лесорастительных условий.

Лесорастительные условия определяются целым комплексом физико-географических факторов, среди которых важное место занимают высота, крутизна, экспозиция относительно основных потоков, литологический состав горных пород, наличие четвертичных отложений, микроклиматические условия и режим увлажнения. Все эти характеристики должны быть пространственно привязаны к конкретному территориальному выделу, а их соотношение в рамках конкретного временного интервала дает представление об экологическом состоянии данной территории. Определение пространственных контуров таких выделов само по себе является не тривиальной задачей.

Таким образом, важнейшим элементом ГИС-моделирования экологических состояний является проблема выделения и последующего манипулирования элементарными операционными единицами геоэкологического анализа, однородных по своим параметрам структуры и функционирования. Ведь даже близкие по местоположению участки земной поверхности могут по-разному реагировать на воздействие природных и антропогенных факторов.

В геоэкологии разработаны подходы к выделению элементарных операционных единиц (в качестве которых нередко выступают элементарные ландшафтные выделы). Один из таких подходов был предложен А.Н. Ласточкиным, который элементарный ландшафт определяет как: «простейший комплекс взаимосвязанных геокомпонентов в рамках отличной от смежных площадных элементов и относительно однородной по своему местоположению, физико-географическим и геоэкологическим свойствам элементарной поверхности». Основой для выделения таких элементарных единиц является рельеф земной поверхности, который «выступает в качестве уникального источника информации о надлитосферных геокомпонентах ландшафта» [7].

Дифференциация территории по таким очевидным параметрам как высота, уклоны, экспозиция, вертикальная и горизонтальная кривизна, позволяют выделить участки земной поверхности, которые ведут себя одинаково при тех или иных природных и антропогенных процессах и явлениях и образуют территориальные системы, характеризующиеся определенным типом функциональной целостности. А объединение информации о геометрии и топологии таких поверхностей с данными об их физико-географических свойствах (растительный покров, почвы, геология), позволяет интегрировать (дифференцировать) эти участки в площадные объекты – элементарные геоэкологические выделы.

До недавнего времени сдерживающим фактором решения подобного рода задач были технологические трудности, связанные с необходимостью оперировать большими объемами пространственной и количественной информации. Современные геоинформационные технологии в сочетании с математическими пакетами по статистической обработке данных позволяют снять острую проблему

этих проблем. Они позволяют устанавливать связи между объектами разных информационных слоев, проводить комплексный анализ многомерных массивов картографических и атрибутивных данных, приводить полученные результаты к различным формам представления информации и выстраивать ее в временные ряды.

Используя программный пакет ArcGis 8.2, был построен ряд карт по бассейну реки Ворон в горном Крыму, позволяющих оценить как лесорастительные условия, так и реакцию экотопов на воздействие внешних факторов.

В качестве исходного информационного базиса были использованы материалы полевых физико-географических исследований, которые были актуализированы в виде баз данных и цифровых карт.

Основой для моделирования и пространственного анализа элементарных геоморфологических поверхностей являлась цифровая карта рельефа, на основе которой были построены карты уклона земной поверхности, экспозиции, превышения над местным базисом денудации, выделены элементарные бассейны и тальвежная сеть (рис. 1, 2, 3).

Известно, что плоскостной смыв зависит от таких параметров, как углы уклона, экспозиция, подстилающие поверхности. Для территории бассейна реки Ворон особенно подвержены плоскостному смыву участки на крутых склонах, сложенные титонским и таврическим флишем. Они были выделены с помощью стандартных операции геоинформационных систем, таких, как оверлейный анализ, суммирование атрибутивных значений по зонам. Выделить участки земной поверхности, на которых осуществляется концентрация влаги в зимний период, можно, выделяя средние и нижние участки склонов юго-западной экспозиции (рис.4).

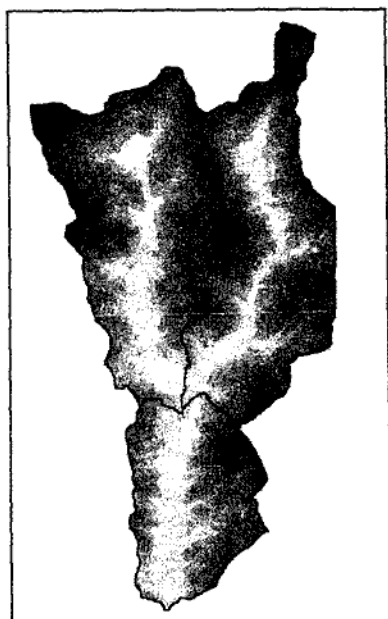


Рис. 1. Карта превышений над местным базисом эрозии



Рис. 2. Карта уклонов поверхности



*Рис. 3. Карта элементарных операционных единиц*



*Рис. 4. Экотопы подверженные метелевому переносу снега во время северо-восточных ветров*

Опираясь на теоретико-методологический аппарат современной геоэкологии и используя современные геоинформационные технологии, можно эффективно моделировать самые различные ситуации и процессы, экономя значительное количество средств и времени. Пришло время более смело внедрять новые технологии в практику геоэкологических исследований, обогащая при этом саму теорию геоинформатики методологическими принципами современной географии.

#### Литература

1. Симонов Ю.Г. Пространственно-временной анализ в физической географии // Вестник Московского ун-та. Сер. 5. География, 1977. № 4. С. 22-29.
2. Боков В.А., Карпенко С.А., Лычак А.И. Программа построения модели пространственно-временной организации геосистем Крыма на базе ГИС-технологий // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Том 15 (54). География, 2002. №1. С. 118-123.
3. Боков В.А. Пространственно-временные отношения как факторы формирования свойств геосистем // Вестник Московского ун-та. Сер.5. География, 1991. № 2.
4. Ретеюм А.Ю. Земные миры. М.: Мысль, 1988.
5. Беручашвили Н. Л. Пространственно-временной анализ и синтез природно-территориальных комплексов (на примере Кавказа): Автореф. дис.... д-ра географ, наук. М. 1980.
6. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. Новосибирск: Наука, 1979. Ласточкин А.Н. Ландшафтно-геоэкологические исследования на геотопологической основе // Вестник Санкт-Петербургского университета.. 1992, Сер.7, Вып. 2 (№14).

Статья поступила в редакцию 14 мая 2003 г.

УДК 528.94 – 911.9:502

**ГИС - МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОТОПИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ТЕРРИТОРИИ  
ОБЪЕКТОВ ПРИРОДНО-ЗАПОВЕДНОГО ФОНДА (НА ПРИМЕРЕ  
КАРАЛАРСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА В КРЫМУ)**

*Лычак А.И., Глуценко И.В.*

Все больший интерес представляют задачи выявления, картографирования и изучения сохранившихся участков природных ландшафтов. Именно они являются тем биосферным «генофондом», который в будущем позволит человечеству хотя бы частично восстановить образ утраченной «гармонии мира». Важнейшим элементом в цепи познания пространственно-временной организации биосферы является выявление ее экотопической структуры - закономерной пространственно-упорядоченной совокупности элементарных ландшафтно-экологических выделов, характеризующихся внутренней однородностью физико-географических условий существования биоценозов.

Решением этой задачи ученые занимаются на протяжении почти столетия со времен А.Н. Бекетова, А.Н. Краснова, Г.Ф. Морозова, Г.И. Танфильева, В.Н. Сукачева и других ученых начала прошлого века. Со временем менялись методы, теория, научные принципы, подходы и школы изучения биоценозов и условий их обитания, но неизменным оставалось осознание наличия связи между биоценозом и конкретным местом его обитания.

Понимание этого, в свою очередь, поставило задачу картографирования экотопической структуры территории, как важнейшего фактора и условия генезиса, эволюции, динамики и функционирования биоценозов, что нашло свое отражение в целом ряде геоботанических, биогеографических и геоэкологических исследований. И в настоящее время проблема картографирования и пространственного анализа условий существования биоценозов остается острой и актуальной, особенно в рамках геоэкологии.

Широкое внедрение геоинформационных технологий позволяет во многом по новому подойти к решению задачи картографирования экотопической структуры территории и изучения ее пространственно-временной организации.

Сформулированные к настоящему времени теоретико-методологические подходы и принципы решения подобного рода задач [1, 2, 3, 4] позволяют гармонично вписать в методический арсенал геоэкологии ГИС-технологии.

Одним из таких примеров эффективного использования ГИС-технологий при анализе экотопической структуры территории является исследование, проведенное группой сотрудников НИЦ ТУР и кафедры геоэкологии ТНУ им. В.И.Вернадского на территории Караларского ландшафтного заказника в Крыму.

Главной целью проведенных исследований была оценка современного экологического состояния территории заказника, проектирование и обоснование его границ. Достижение данной цели было невозможно без детального полевого обследования территории и картографирования экотопической и ландшафтной структуры. На основе анализа полученных результатов осуществлялось выделение и картографирование элементарных структурно-функциональных единиц - объектов экологического оценивания.

Методика исследования включала в себя следующие элементы: полевое ландшафтно-экологическое микро-профилирование с описанием геологии, геоморфологии, микроклимата, режима увлажнения почвенного и растительного покрова, животного мира, оценкой степени антропогенной преобразованности и оценкой отклонения от нормы экологической регуляции. Наряду с этим полевое картографирование территории опиралось на материалы дешифрирования космо- и аэрофотосъемки, которые были получены в различное время. Использование материалов дистанционного зондирования позволило более эффективно подойти к решению проблемы оконтуривания ландшафтных комплексов и отдельно взятых фитоценозов. При этом для целей дешифрирования и картографирования использовались такие программные продукты, как ENVI 3.4 и ArcGIS 8.2. По каждому ландшафтно-экологическому выделу в ArcGIS была создана база данных, характеризующая ландшафтно-экологические условия.

Многие геофизические параметры (количество солнечной радиации, влажность, температура и др.), характеризующие экотоп, могут быть не только измерены в полевых условиях, что сопряжено с большими время- и трудозатратами, но и рассчитаны в ходе геоинформационного моделирования. Именно использование геоинформационных моделей позволило в кратчайшие сроки выявить и проанализировать экосистемную организацию территории.

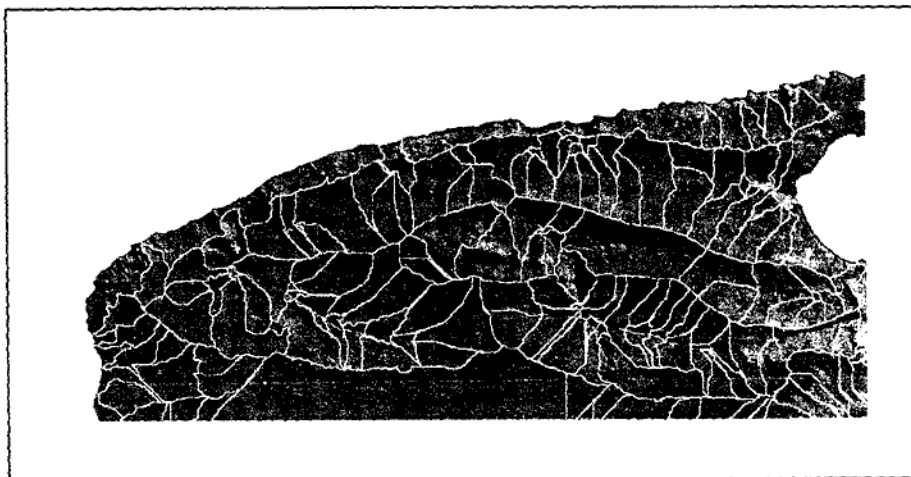
В основу ГИС-моделирования, наряду с результатами полевого обследования территории и материалами дистанционного зондирования была положена цифровая модель рельефа. На первом этапе, для определения элементарных функционально-целостных территориальных единиц, нами были выделены элементарные бассейны (рис. 1), что позволило получить общее представление о бассейновой структуре территории: количестве, размерах и параметрах функционирования бассейновых экосистем.

Кадастр элементарных бассейновых систем в дальнейшем был наполнен физико-географическими характеристиками, и сам по себе уже является полезным с точки зрения организации природоохранных мероприятий результатом.

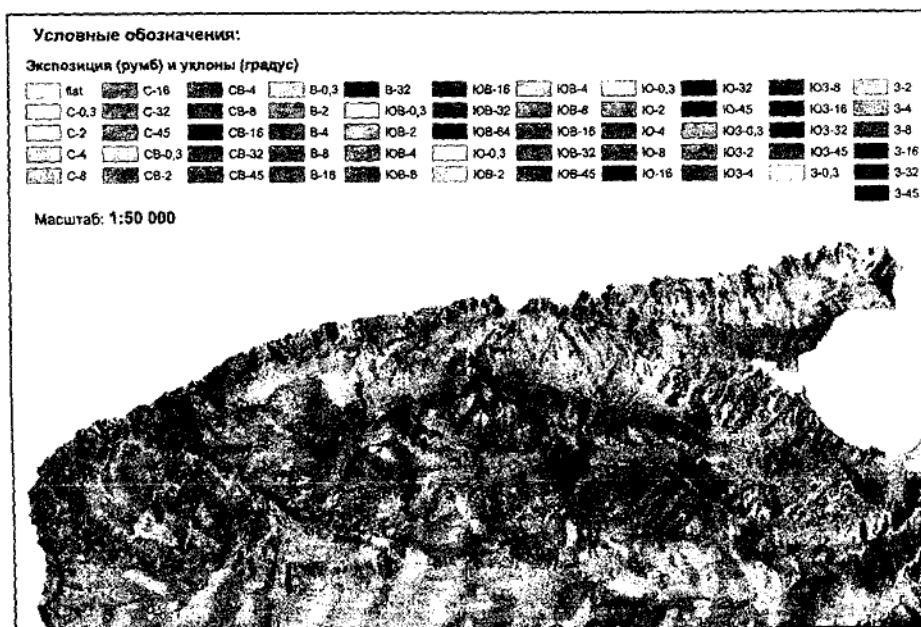
Используя ArcGIS 8.2, мы построили модель элементарных геоморфологических поверхностей, характеризующихся определенной высотой, крутизной и экспозицией (рис. 2).

База данных по каждому такому выделу включала в себя следующие характеристики: литологический состав коренных и четвертичных отложений, тип морфоскульптуры (генезис, морфометрия и морфология), микроклиматические параметры, характеристики грунтового и атмосферного увлажнения, разновидность почвенной разности и ее характеристики, тип растительной ассоциации и

параметры ее вертикальной структуры, степень антропогенной преобразованности, оценка отклонения от нормы экологической регуляции, наличие эндемов, редких и исчезающих видов растительности и животного мира, оценка степени ландшафтной уникальности.



*Рис. 1. Бассейновая структура территории Караларского ландшафтного заказника*



*Рис. 2. Экотопическая структура территории Караларского ландшафтного заказника*



Для удобства полевого геоботанического картирования и пространственного осреднения геоэкологических данных было осуществлено осреднение всех полученных результатов по стометровой сетке. Это позволило создать пространственную основу для будущих экомониторинговых исследований в пределах Караларского ландшафтного заказника. Теперь достаточно при организации и проведении полевых экологических исследований определить с помощью GPS координаты тестового участка или пункта измерений, чтобы в камеральных условиях по базе данных найти номер ячейки и все характеристики, к ней относящиеся.

Использование ГИС-моделей экотопической структуры территории позволило оптимизировать работу над созданием ландшафтно-экологической карты территории, и, прежде всего, выйти на анализ пространственных уровней ландшафтной организации территории. На рисунке 3 приведены результаты расчетов отношения площадей элементарных экотопов к крутизне и высоте места, что, в свою очередь, позволило быстро выявить основные типы экосистем (рис.4), а затем выйти на построение ландшафтно-экологической карты территории (рис. 5).

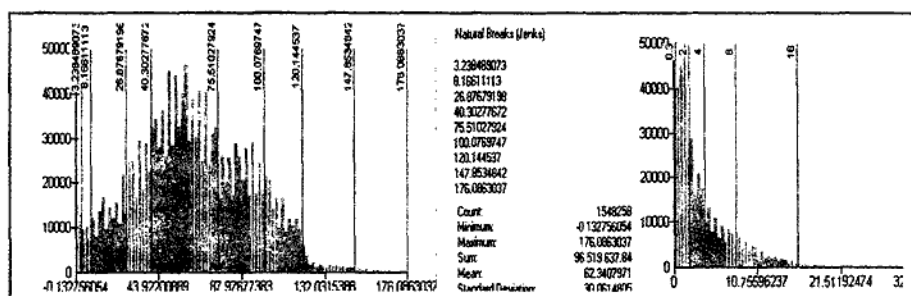


Рис. 3. Расчет морфометрических показателей экотопической структуры

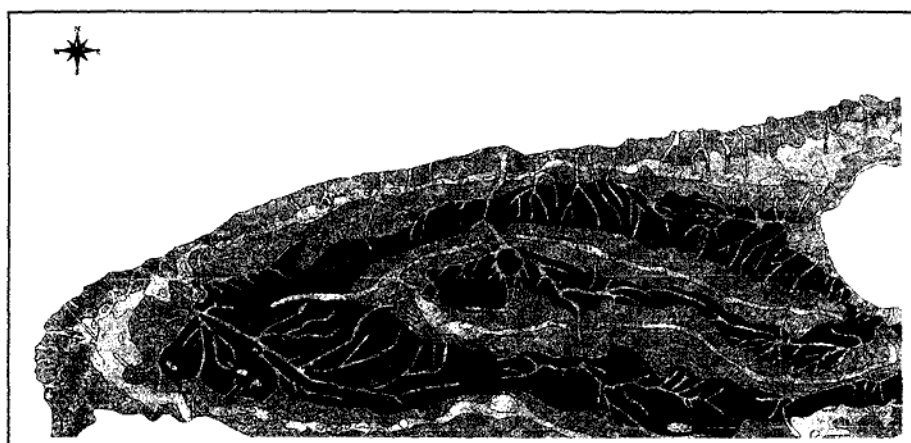
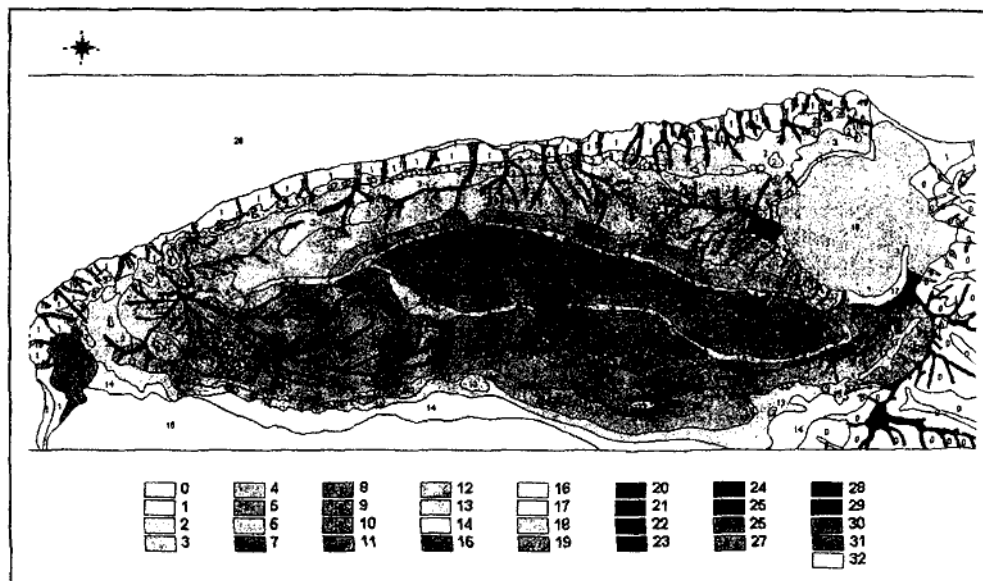


Рис. 4. Основные типы экосистем территории Караларского ландшафтного заказника



**Рис. 5. Ландшафтно-экологическая карта территории Караларского ландшафтного заказника**

Таким образом, практически на всех этапах технологической цепочки ландшафтно-экологического обследования территории Караларского ландшафтного заказника нами были использованы геоинформационные технологии, которые оказались очень эффективным инструментом выявления моделирования экотопической структуры территории, анализа ее свойств, и синтеза полученных результатов в интегральных геоэкологических картах.

#### Литература

1. Бобра Т.В. Ландшафтные границы: подходы к анализу и картографированию. Симферополь: Таврия-Плюс, 2001. 166 с.
2. Боков В.А., Карпенко С.А., Лычак А.И. Программа построения модели пространственно-временной организации геосистем Крыма на базе ГИС-технологий // Ученые записки ТНУ им. В.И.Вернадского – Т.15 (54). География. С. 118-123.
3. Боков В.А., Бобра Т.В., Лычак А.И. Нормирование антропогенной нагрузки на окружающую природную среду. - Симферополь: Таврический экологический институт, 1998.
4. Методология и методика оценки экологических ситуаций // Под ред. Бокова В.А., Черванева И.Г., Поповчука Е.С. Симферополь: Таврия-Плюс, 2000. 100 с.

Статья поступила в редакцию 14 мая 2003 г.

УДК 551.46.581.19

**ВИКОРИСТАННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ТА ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ  
ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ВОДОРЕСУРСНИХ ТА ВОДООХОРОННИХ ЗАВДАНЬ**

*Мазуркевич О.О., Серенко В.В., Рябоконеко О.Д., Рябоконеко С.О.*

Для вирішення актуальних завдань раціонального та екологічно обґрунтованого водокористування необхідно застосовувати сучасні засоби отримання оперативної інформації про стан водних систем країни. Систематичне одержання такої інформації традиційними методами вимагає значних витрат, а іноді взагалі неможливе. Досвід експлуатації природоресурсних штучних супутників Землі свідчить про перспективність та ефективність застосування методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Підтвердженням цього є Державна космічна програма України

Сучасний рівень розвитку аерокосмічних засобів ДЗЗ дозволяє отримати дані не лише про фотометричні параметри водних об'єктів в широкому спектральному діапазоні з необхідним просторовою роздільною здатністю і періодичністю поновлення інформації, але й оцінювати низку їх санітарно-біологічних характеристик. Водна поверхня при цьому є природним джерелом інформації для визначення як стану водойми в цілому, так і виявлення ряду процесів, що відбуваються у товщі води.

Вважається, що найкращих результатів можна досягти при комплексному, синхронному використанні космічних та наземних досліджень, коли дані наземних вимірювань екстраполюються на картосхеми, одержані на основі космічних знімків і навпаки, аномалії, що виявлені на космічних зображеннях стають необхідною базовою інформацією для проведення наземних польових досліджень. Вся ця інформація є основою побудови алгоритмів цифрової обробки і дешифрування космічних знімків.

В успішному здійсненні робіт першочергове значення має з'ясування тематичних завдань водокористування, що мають практичну цінність для потенційного користувача, і які можуть бути розв'язані за допомогою космічної інформації.

На основі досвіду практичних робіт, накопиченого в цій галузі, можемо сформулювати деякі з цих завдань: інвентаризація і контроль гідрографічної й гідротехнічної мережі заплави річок в районах урбанізації; дослідження процесів ерозії та абразії берегів; визначення локалізації зон обміління, русел річок, заболочування гирла та заплави; оцінка еколого-санітарного стану водного середовища та якості води; виявлення місць надходження стічних вод (точкових та дифузних джерел забруднення) і контроль динаміки розповсюдження зависі по акваторії; визначення зон «цвітіння» та теплового забруднення водойм; контроль зон підтоплення та затоплення під час повені; визначення змін берегової лінії та коливань рівня заповнення водоймищ; оцінка стану прибережних смуг, нерестилищ та продуктивності водойм тощо [1].

Гідрографічна мережа заплави р. Дніпро (озера, стариці, протоки) відіграє важливу роль не тільки в формуванні ландшафту міста, утворенні зон рекреації для його населення, але й в забезпеченні функціонування гідротехнічної мережі регіону. Будівництво мостів, тунелів метро, комунікацій, доріг, наживи піску та інші великомасштабні роботи в поєднанні з неорганізованим рекреаційним навантаженням є причиною не лише ускладнення екологічної і санітарно-біологічної ситуації в місті, але й збільшення випадків підтоплення територій або їх осушення, а також інших несприятливих наслідків порушення гідрографічної мережі регіону. Відсутність необхідної інформації і належного моніторингу за водними об'єктами даного типу не дозволяє упорядкувати їх використання і розробити екологічно безпечні нормативи їх змін.

В розв'язанні цього завдання чималу допомогу може надати застосування космічних методів ДЗЗ. Вивчення і обробка космічних знімків, в сукупності з проведенням цілеспрямованих контрольних наземних вимірювань і оцінок екологічного стану водних об'єктів відображає ретроспективу процесів, що відбуваються, й може дати не тільки динаміку змін, але й дозволить оцінити сучасний екологічний стан водних об'єктів [2].

Порівняльний аналіз даних, одержаних за різні роки, дозволяє оцінити динаміку процесів підтоплення та осушення, виявити негативні зміни, що виникли під впливом антропогенних дій і розробити шляхи їх профілактики та усунення.

Винятковий інтерес має космічна інформація щодо динаміки розвитку процесів акумуляції матеріалу переробки берегів і річкового стоку, заростання й заболочення гирлових зон, переформування дельт великих річок і утворення мілін. Самостійного значення набули спостереження за формуванням берегової смуги водосховищ. З часу їх утворення почалися зміни берегової смуги внаслідок хвильових процесів, що призвело до збільшення ширини мілководдя. За цією ознакою в ряді випадків можна простежити процес абразії на космічних знімках, роздільна здатність яких не завжди достатня для реєстрації зміни берегової лінії. При цьому в кожному конкретному випадку необхідно враховувати геологічні умови в береговій зоні.

#### **СПЕКТРАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОД ОЗЕР, РІК, МОРСЬКИХ АКВАТОРІЙ**

При вивченні екзогенних процесів, транспортування та акумуляції озер, рік і т.д. великий інтерес набувають: винос і просторовий розподіл річкової мути в устях рік; просторовий розподіл і транспортування її течіями і періодичними хвилюваннями уздовж морських берегів; вплив процесів транспортування твердого стоку та осадконакопичення на режим рік і прибережних зон озер і морів.

Поряд з визначенням концентрації річкової мути або твердого стоку в товщі води в деяких випадках цікаво також визначення їх виду і складу, наприклад для визначення частки промислового забруднення вод. У прозорих неглибоких водах узбереж, крім того мова може йти про вивчення рельєфу, структури і будівлі морського дна в прибережній зоні.

Забруднені річковою муттю води виділяються на панхроматичних чорно-білих аерокосмознімках дуже світлими відтінками серед сірого тону ділянок чистої води.

На кольорових знімках також виділяються ділянки світлої води і водні тіла, що містять річкову муть, зони різної концентрації суспензій, а також різні по глибині ділянки мілководдя з різними властивостями дна; розрізняються вони вже як за кольорами, так і за їх відтінками.

### **ПРОЦЕСИ РОЗСІЮВАННЯ І ПОГЛИНАННЯ СВІТЛА, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ В ТОВЩІ ВОДИ**

Процеси, що відбуваються у воді, поглинання і розсіювання потоку сонячного випромінювання визначаються оптичними параметрами води і органічними і неорганічними речовинами, що знаходяться в ній у вигляді розчинів або суспензій, - насамперед різною зваженою муттю та фітопланктоном. Вода, розчини і частки мають власні коефіцієнти поглинання і розсіювання.

У чистій воді розсіювання і поглинання відбувається на рівні молекул і іонів. Поглинання чистою водою мінімально для хвиль довжиною 0,47 мкм. У діапазоні хвиль більш 0,6 мкм воно сильно збільшується. Розсіювання із збільшенням довжини хвилі сильно зменшується. Ослаблення в довгохвильовому діапазоні світла майже не відрізняється від поглинання в наслідок дуже малого розсіювання [3].

Блакитний колір глибоких прозорих вод виникає в результаті сильного розсіювання в короткохвильовій частині світлового потоку молекулами води. Тому що вода містить органічні і неорганічні домішки, відбуваються додаткові побічні оптичні процеси. Прозорість і колір води змінюються.

Домішки у воді, що впливають на спрямований нагору від води потік випромінювання, можна об'єднати в три групи:

1. Жовта речовина (гелі) - всі розчинені у воді органічні сполуки, що сильно поглинають ультрафіолетові і блакитні промені, у зв'язку з чим вода здобуває жовто- бурий колір.

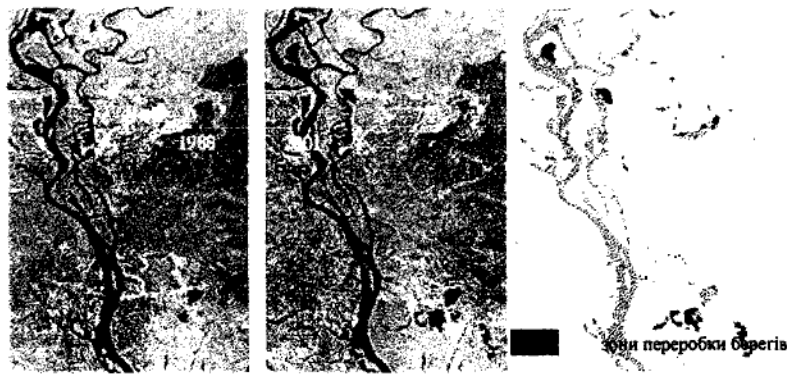
2. Зважена речовина (твердий стік) , під яким розуміють усі частки, що містяться у воді. Вони обумовлюють дуже сильне розсіювання світла у воді, що слабо залежить від довжини хвилі випромінювання. У цю групу входять глинисті мінерали, пісок, зерна й уламки кварцу й інших мінералів, цілі і зруйновані кістяки планктону й інших організмів.

3. Фітопланктон утворює третю, особливу групу суспензій. Необхідний у його складі для фотосинтезу пігмент завдяки хлорофілу дає дуже сильні смуги поглинання в блакитній і червоній зонах спектра випромінювання, за якими і визначається фітопланктон.

Частки гелю (жовтої речовини), що знаходяться у воді не зв'язані і мають кожна своє спектральне відображення. Воно в порівнянні з розсіюванням світла в чистій воді незначно. Поглинання світла частками гелю убуває по експоненті зі збільшенням довжини хвилі світла. Хлорофіл фітопланктону поглинає в основному випромінювання в блакитній ( близько 0,44 мкм) і червоній (близько 0,675 мкм) зонах спектра. Мінімум поглинання у видимій частині спектра випромінювання приходить на хвилі довжиною близько 0,53 мкм. Поглинання світла хлорофілом у блакитній зоні і розсіювання його фітопланктоном додають воді зелений колір.

Додаткове розсіювання світла відбувається на оболонках мікроорганізмів планктону, що приводить до сильного відображення в жовто-блакитній зоні спектра від вод багатих планктоном.

Зі збільшенням помутніння води домішками неорганічних часток змінюється колір води в довгохвильовій зоні спектра (жовто-оранжево-червоній, 0,576-0,609 мкм). Тут знаходиться мінімум затухання забруднених водною муттю озер, рік і прибережних зон океанів. Поглинання світла неорганічними частками твердого стоку дуже мало і залежить від довжини хвилі світла. У формуванні величини сигналу, що йде від води, поглинання випромінювання грає тільки підлеглу роль. На рисунках 1, 2 наведені приклади використання космічних знімків для досліджень стану водних об'єктів.



**Рис. 1.** Зміна морфометрії внутрішніх водойм лівобережжя м. Кисва (Landsat 4 TM 1988 рік / Landsat 7 ETM+ 2001 рік)



**Рис. 2.** Зони переробки берегів Канівського водосховища, що виявлені за даними космознімків

### Література

1. Лялько В.І., Федоровський О.Д., Рябоконеко О.Д. Використання космічної інформації у вирішенні водогосподарських і водоохоронних завдань // Космічна наука і технологія. 1997. № 3.
2. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли // Издательство "Мир", 1988.
3. Федоровський О.Д. Інформатизація аерокосмічного землезнавства // Наукова думка, м. Київ. 2001.

Статья поступила в редакцию 14 мая 2003 г.

## ВИКОРИСТАННЯ ГІС ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЙ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНУ

*Ночвай В.І., Шаєріна А.В., Дячук В.А., Сосонкін М.Г.*

Геоінформаційні системи (ГІС), як потужний інструмент концентрування інформації, щодо певних характеристик простору, дає змогу ефективно працювати з просторовими моделями, продуктивно використовуючи весь арсенал наявної інформації.

Оскільки аналітичні інструменти ГІС поки що обмежені, то для вирішення складних і нетривіальних задач, до яких, зокрема, відноситься моделювання атмосферних процесів, застосовуються складні аналітичні програмно-моделюючі комплекси. Так, для моделювання процесів забруднення приземним озonom атмосфери міста Києва, в лабораторії атмосферної оптики ГАО НАНУ, застосовується модель UAM-V (SAI) [1]. Це - математична модель із тривимірною сіткою координат для розрахунку концентрацій як інертних, так і хімічно активних забруднюючих речовин (ЗР), шляхом моделювання фізичних і хімічних процесів в атмосфері, що впливають на концентрації приземного озону.

В основу моделі покладені атмосферна дифузія і рівняння неперервності для хімічних сполук. Рівняння описують баланс мас, у якому в математичній формі виражені відповідні емісії, перенос, дифузія, хімічні реакції і процеси виведення. В ній органічно поєднуються розрахунки емісійних потоків озonoутворюючих речовин, їх перенос і турбулентне перемішування, формування міського факелу первинних домішок, їх фотохімічні перетворення і утворення вторинних домішок, в тому числі – приземного озону.

Для розрахунків здійснено вибір озonoвого епізоду 18 – 22.08.2000 р. з безхмарною погодою, незначним добовим коливанням тиску, слабким переносом і відсутністю опадів.[2]

Приземний озон – типовий регіональний наслідок забруднення нижніх шарів тропосфери озonoутворюючими домішками, відноситься до класу надзвичайно токсичних атмосферних газів (I класу небезпечності). В останні десятиріччя ХХ ст. формування та стан тропосферного і стратосферного озону стали об'єктами детальних досліджень в зв'язку з встановленням його кліматоутворюючої ролі. Як парниковий газ, озон по величині потенціалу глобального потепління поступається лише водяній парі і вуглекислому газу [3].

Територія міста в моделі розбита на сітку 17x15 комірок розміром 2x2 кілометри. Для кожної комірки сітки окремо задаються вхідні параметри моделі і відповідно розраховуються концентрації забруднюючих речовин. Величина комірки вибрана з урахуванням точності наявних даних для аналізу.

Оцінка емісії від стаціонарних та пересувних джерел викидів ЗР в атмосферу міста Києва в серпні 2000 року проводилось за даними звіту про стан навколишнього середовища Державного управління екологічної безпеки у м. Києві та статистичної звітності Міського управління статистики про обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферу у 2000 році від окремих підприємств міста Києва.

Об'єми викидів забруднюючих речовин в повітря стаціонарними джерелами у 2000 році у порівнянні з 1999 роком зменшились на 11,2 тис. тонн і склали 32,593 тис.тонн, у тому числі 4,009 тис.тонн твердих речовин та 28,584 тис. тонн газоподібних. Викиди від стаціонарних джерел забруднення обумовлюються наявністю більш ніж 700 різногалузевих промислових підприємств, на яких нараховується 24 тис. організованих джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Серед галузей промисловості найбільший внесок в забруднення повітряного басейну міста вносять підприємства енергетики ( ТЕЦ-5, ТЕЦ-6, ПКТМ, ДТЕЦ), викиди яких у 2000 році склали 19,386 тис.тонн, що становить 60 відсотків викидів від стаціонарних джерел.

На сьогоднішній день автомобільний транспорт в м.Києві, як і в ряді інших міст України, є одним з основних забруднювачів атмосферного повітря. Так, згідно з матеріалами стат. звітності його викиди у 2000 році склали по місту 52,3 тис.тонн, тобто більшу половину від загальноміських.

Джерела емісії були поділені на точкові та розподілені по території міста. Серед точкових джерел враховувались 16 високих стаціонарних джерел, сумарні викиди яких влітку 2000 року склали більше 80% від викидів підприємств. Для кожного з них задані параметри труби: висота, діаметр, швидкість та температура газоповітряної суміші на виході з труби. Інші 20% разом з пересувними джерелами враховувались як розподілені джерела викидів. Емісія з кожної комірки сітки моделі оцінювалась на основі інтенсивності руху автотранспорту на автошляхах, що потрапили в її межі, та, усередненої по районах, емісії від тих стаціонарних джерел, що не були враховані як точкові.

Від точкових джерел враховувались викиди оксидів азоту, насичених та ненасичених вуглеводнів і формальдегіду. Від антропогенних та біогенних джерел, розподілених по території, додатково оцінювались викиди СО та головних компонентів летких органічних сполук (всього 22 сполуки). Емісії окремих сполук від автотранспорту оцінювались за відсотком складу відносно загальної маси викидів відпрацьованих газів автомобілів [4].

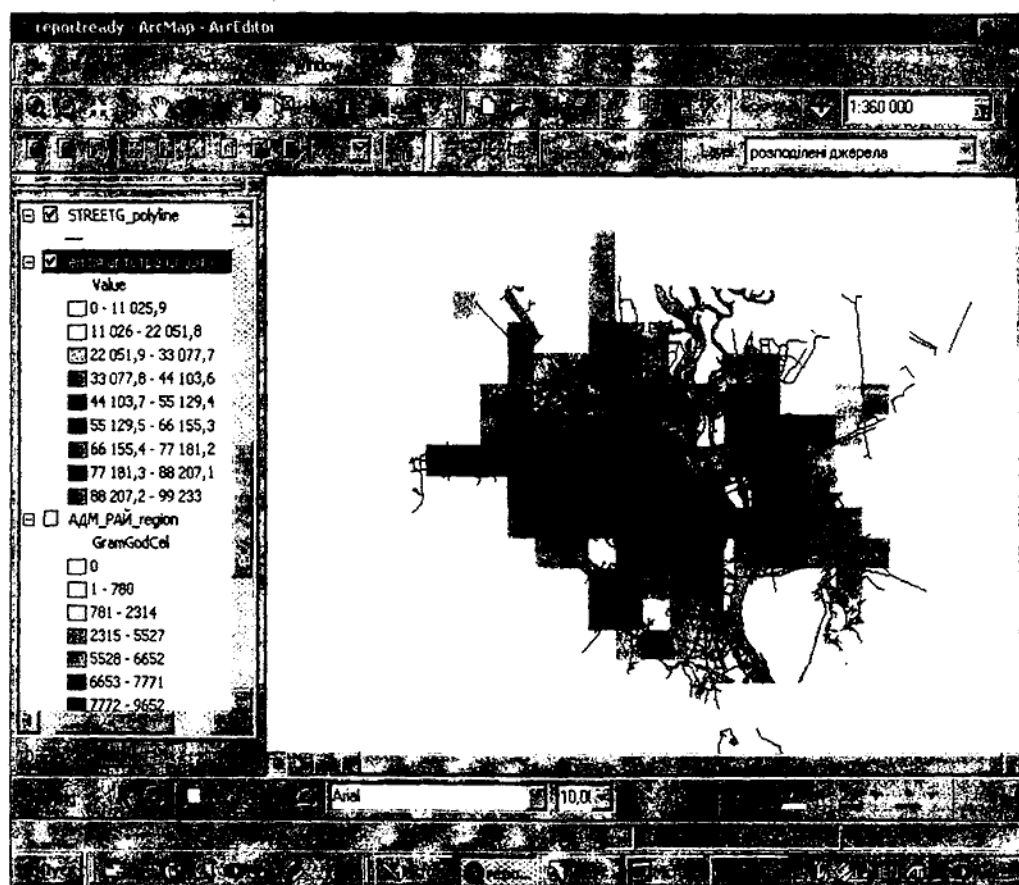
Інформаційні ресурси для проведення ГИС- аналізу надані Українським центром менеджменту землі і ресурсів, м.Київ.

В процесі підготовки даних по емісії попередників озону в атмосферу побудована растрова модель області моделювання з розміром клітинок растрової сітки 2 км., відповідно коміркам сітки дифузійної моделі. На мал.1 показаний вид



ГІС-проекту растрової моделі емісії від автотранспорту у м.Києві. Значення емісії відповідно формату вхідних даних дифузійної моделі обраховується в грамах за годину. Аналіз виконувався за допомогою інструментів ArcView Spatial Analyst [5].

Для отримання даних по емісії стаціонарних джерел емісії, які враховувалися не як точкові, а як джерела розподілені по території, згідно статистичних даних викидів по районах міста, побудована карта щільності розподілу емісії по районах, потім, шляхом трансформації в растрове зображення, отримано розподіл емісії по клітинках.

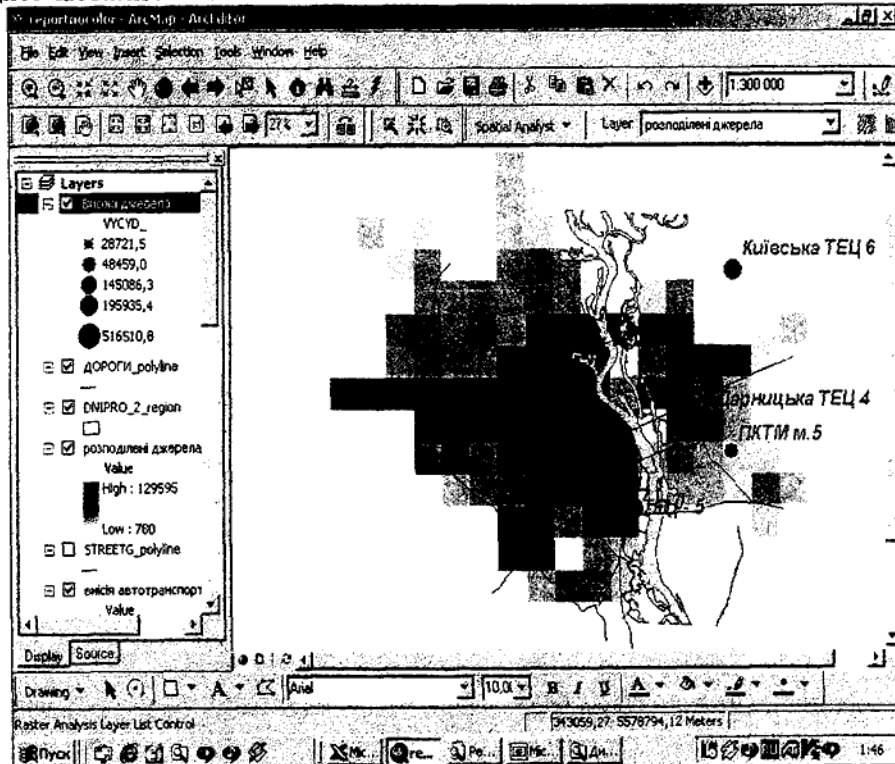


Мал.1. Растрова модель розподілу по комірках сітки емісії від автотранспорту у м.Києві

Методом додавання значень двох растрових шарів даних від пересувних та стаціонарних джерел одержано сумарну карту розподілу емісії по комірках сітки, на якій також показано прийняті високі точкові джерела викидів (мал.2).

Одержані дані були використані для розрахунку озонового епізоду в моделі UAM-V. В результаті, після першого етапу розрахунку моделі, було отримано добовий хід концентрації озону та його попередників для кожної комірки області

моделювання. Усереднені за три години (14 -16 год) значення концентрації озону, діоксида азоту та формальдегіду були представлені як шари растрової моделі ГІС (рис.3). Саме в цей час спостерігалися максимуми добового ходу в пункті автоматичного вимірювання концентрації озону (на території Київського ботанічного саду НАНУ). Аналізуючи розподіл забруднення озоном та його попередників у місті відразу видно значне забруднення центральної та північно-східної частини міста.



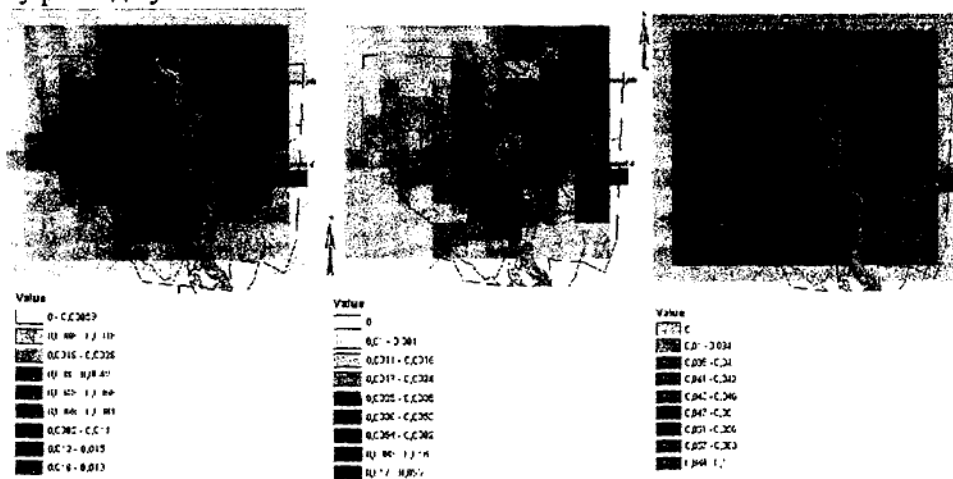
Мал. 2. Растрова модель розподілу емісії у м. Києві

Ця картина логічно пояснюється західним та південно-західним вітрами, що спостерігалися в той день, адже, як видно на мал.2, найбільша кількість забруднюючих речовин викидається в центральній та східній частині міста. Також видно нелінійну залежність концентрації озону від концентрації його попередників.

## ВИСНОВКИ

Побудова моделі емісії забруднюючих речовин в етапі підготовки та аналізу даних для дифузійної фотохімічної моделі UAM-V показала зручність та наочність в роботі з даними, що описують певні характеристики поверхні. Адже лише перший етап підготовки даних вже дає можливість для якісного аналізу розподілу забруднень по території, а при відомих метеорологічних параметрах (швидкість вітру, стратифікація атмосфери) дає змогу як інтерполювати дані вимірювання

окремих точок моніторингу на всю територію міста, так і передбачити характер поширення забруднень при різних метеоситуаціях. Перенесення розрахованих концентрацій озону та його попередників на карти за результатами розрахунку моделі UAM-V показала передбачувану для заданих метеорологічних параметрів картину розподілу.



**Мал. 3 Розподіл концентрацій формальдегіду, NO<sub>2</sub> та озону в місті Києві, ррт (розрахований для епізоду 19 серпня 2000 року, 14-16 год)**

Таким чином, використання ГІС оптимізує роботу з потоками даних в складних програмно-аналітичних комплексах. ГІС дають необхідний для еколога інструмент комплексного аналізу територіальних систем і є базою для побудови еколого-імітаційних систем.

Проте в ході проведення досліджень з'ясувалась надзвичайна складність отримання просторових даних для аналізу. Важкодоступність і закритість більшості розроблених ГІС, консервує важливі масиви інформації які є необхідними для наукового аналізу. Це свідчить про важливість створення прозорих і доступних, централізованих державних геоінформаційних систем для накопичення і оперативного використання інформації.

#### Література

1. User's Guide to the variable-grid Urban Airshed Model (UAM-V), 1999 ISF Consulting, SAI, California, SYSAPP 99-95/27r3.
2. M.G. Sosonkin, A.V. Shavrina, A.A. Veles, V.A. Dyachuk, O.B. Blum, V. I. Nochvaj. The study of surface ozone for Kiev city. Proc.IV International conf. Urban air quality. Prague, 2003. P. 106-109
3. Перов С.П., Хргиан А.Х. Современные проблемы атмосферного озона. Л: Гидрометеоздат, 1980. 288 с.
4. Исидоров В.А. Органическая химия атмосферы. СПб: Химиздат, 2001. 352 с.
5. ArcView Spatial Analyst. ESRI, Inc, 1996. 148 p.
6. Коляда О.И. Об особенностях загрязнения атмосферного воздуха крупного промышленного города // Труды УкрНИГМИ, 1987. 224. С. 27-30.

Статья поступила в редакцию 25 апреля 2003 г.

УДК 911.2:551.4 (477.9)

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ  
БАССЕЙНОВО-ЛАНДШАФТНОГО МЕТОДА**

*Олиферов А. Н., Огородник И. Н.*

Среди актуальных географических проблем все большее значение приобретают исследования, посвященные оптимизации природопользования.

Как отмечает С. И. Зотов [1], кроме таких принципиальных вопросов как пространственно-временная изменчивость и устойчивость геосистемы, нахождение оптимальных единиц природопользования, моделирование и прогнозирование состояния природной среды, все возрастающую роль приобретает информационное обеспечение природоохранной деятельности. Естественно, что последнее возможно только на основании развития ГИС-технологий, т.е. путем создания геоинформационных систем.

Особенности структуры и функции природопользования определяются бассейновым уровнем организации системы. Последняя состоит из следующих блоков: организационного и информационного обеспечения системы мониторинга, геоинформационной системы и управленческого блока в лице пользователей системы (рис. 1). Характеристика упомянутой выше ГИС и является в основном предметом настоящего исследования.

Бассейново-ландшафтный метод рассмотрен в ряде работ. В первую очередь – это монография Л. М. Корытного и Л. А. Безрукова [2], где этот метод называется геосистемно-гидрологическим. Основной объект в их разработках – бассейн как функциональная геосистема.

Бассейн обладает интегрирующим фактором – постоянным водным потоком, направленным по углу падения склонов и по тальвегам. В бассейне выделяется два горизонтальных функциональных уровня (склоны и гидрографическая сеть), три основных вертикальных (воздушный, топографический и подземный), а также дополнительные – водный (снежный и ледовый).

Сущность речного бассейна выражают его структуры, из которых главные, склонового строения и гидрографической сети, тесно связаны между собой. К функциям относятся трансформация осадков, дренаж и транзит вод, рельефообразующая деятельность и прочее.

Таким образом, речной бассейн представляет собой открытую географическую динамическую систему, развивающуюся в пространстве и во времени. Определенными интегральными характеристиками ее служат балансы: тепловой, водный, твердого вещества, газовый и биологический.

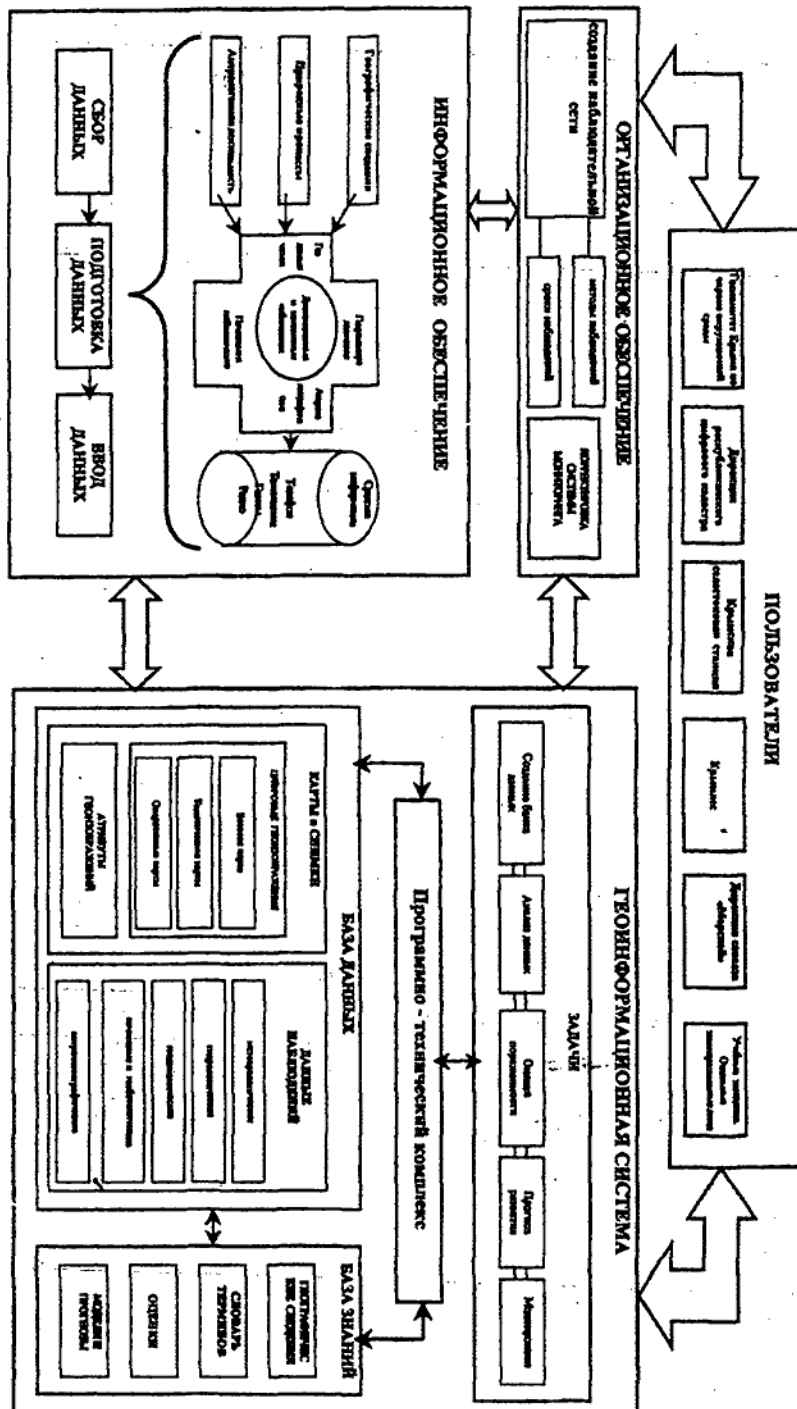


Рис. 1. Схема ГИС для целей природопользования в бассейне реки Ворон

Первоначальный вариант геоинформационной системы был разработан нами для целей мониторинга неблагоприятных природных процессов в отдельном речном бассейне [3]. В своих разработках ГИС мы исходили из положения о том, что бассейново-ландшафтные системы – оптимальные территориальные единицы мониторинга природной среды [1]. Использование элементарных бассейново-ландшафтных систем в качестве оптимальной единицы мониторинга:

1. Позволяет рационально разместить наблюдательную сеть, используя их функциональную целостность. Наблюдательную сеть необходимо размещать по пути потоков вещества, как между ландшафтами типичных элементарных бассейнов, так и в замыкающих створах. Это позволит получить информацию о состоянии природной среды, как на компонентном, так и на интегральном уровне. Для этого нами предложено в конкретных случаях изменить наблюдательную сеть [3].

2. Способствует комплексности наблюдений. Как известно, существующая наблюдательная сеть предназначена для получения информации о состоянии природных компонентов. Между тем, практика природопользования требует использования интегральных показателей состояния природной среды. К таким комплексным показателям относятся количественные и качественные характеристики речного стока (гидрологические, химические, биологические), характеризующие природно-хозяйственные условия бассейново-ландшафтных систем.

3. Обеспечивает принцип создания единой наблюдательной сети и уменьшает влияние ведомственности, проводит наблюдения по единой программе и методикам.

Таким образом, осуществление рационального природопользования является достаточно сложным процессом и требует применения ГИС-технологии. В свое время одним из авторов была составлена краткая сводка мирового опыта использования ГИС в природопользовании и охране окружающей среды [3]. Это дает возможность непосредственно перейти к составленной нами ГИС для информационного обеспечения природопользования на основе бассейново-ландшафтного метода.

Выбор бассейна реки Ворон в качестве базового модельного был не случайным. Именно в нем наиболее интенсивно проявляются неблагоприятные природные процессы. Коэффициент селеносности (отношение длины русел рек и временных водотоков, по которым проходят сели, к общей длине русел в бассейне) для бассейна р. Ворон составил 0,88 и для бассейна его притока Ай-Серез – 0,89. Коэффициент пораженности обвалами и осыпями – отношение площади, занятой обвалами и осыпями, ко всей площади бассейна - равен 0,15 (р. Ворон) и 0,25 (Ай-Серез). Пораженность оползнями для р. Ворон - 0,011.

Коэффициент густоты горизонтального расчленения для бассейна р. Ворон – 5-7 км<sup>2</sup>/км<sup>2</sup>, для р. Ай-Серез – 8-16 км<sup>2</sup>/км<sup>2</sup>.

При прохождении селевого паводка 1911 г. в долине р. Ай-Серез погибло 6 детей, в 1998 г. в селе около с. Ворон погиб один человек. В 1956 г. убытки от селя в

долинах р.р. Ворон и Ай-Серез составили 6 млн. руб. В бассейне р. Ворон зарегистрировано 12 активных оползней. Все это заставило разработать систему природопользования, основой которого стала ГИС.

В процессе создания локальной ГИС мы поэтапно решали следующие задачи: 1) формализация данных природопользования; 2) определение необходимых технических средств; 3) выбор программного обеспечения; 4) создание баз данных; 5) анализ данных мониторинга.

Логически БД «Бассейн реки Ворон» состоит из трех подсистем: «Карты и снимки», «Данные наблюдений» и «Базы знаний».

Сердцевину системы «Бассейн реки Ворон» образует картографический блок, состоящий из серии компьютерных карт, созданных при помощи инструмента геоинформационной технологии [4]. Карты в ГИС выполняют одновременно несколько функций. Они выступают как пространственные модели изучаемых геосистем, документы для принятия решений, средства оперативной передачи пространственно-временной информации.

Картографическая информация представлена в виде "базовой карты" – карты ландшафтов, которая содержит наиболее характерные сведения о территории. Отраслевого блока, представляющего собой серию электронных тематических карт: а) компонентных - пунктов мониторинга, гидрографическая, гидрологическая, гипсометрическая, микроформ рельефа, геологического строения, четвертичных отложений, противоденудационной устойчивости пород, геоморфологическая, неблагоприятных природных процессов и т.д., б) комплексных - антропогенной нагрузки; в) оценочно-прогнозных – интенсивности развития процессов, горизонтального и вертикального расчленения, углов наклона склонов; г) оперативных карт, непосредственно связанных с поступающими данными – карты смыва, выветривания и др. за определенный временной интервал.

Затем была произведена оценка этих материалов: физическое состояние (степень деформации), актуальность (даты выпуска и последней редакции), наличие вспомогательной информации (авторы, издатели, выходные данные проекции и т.п.) и отобраны источники для цифровых карт.

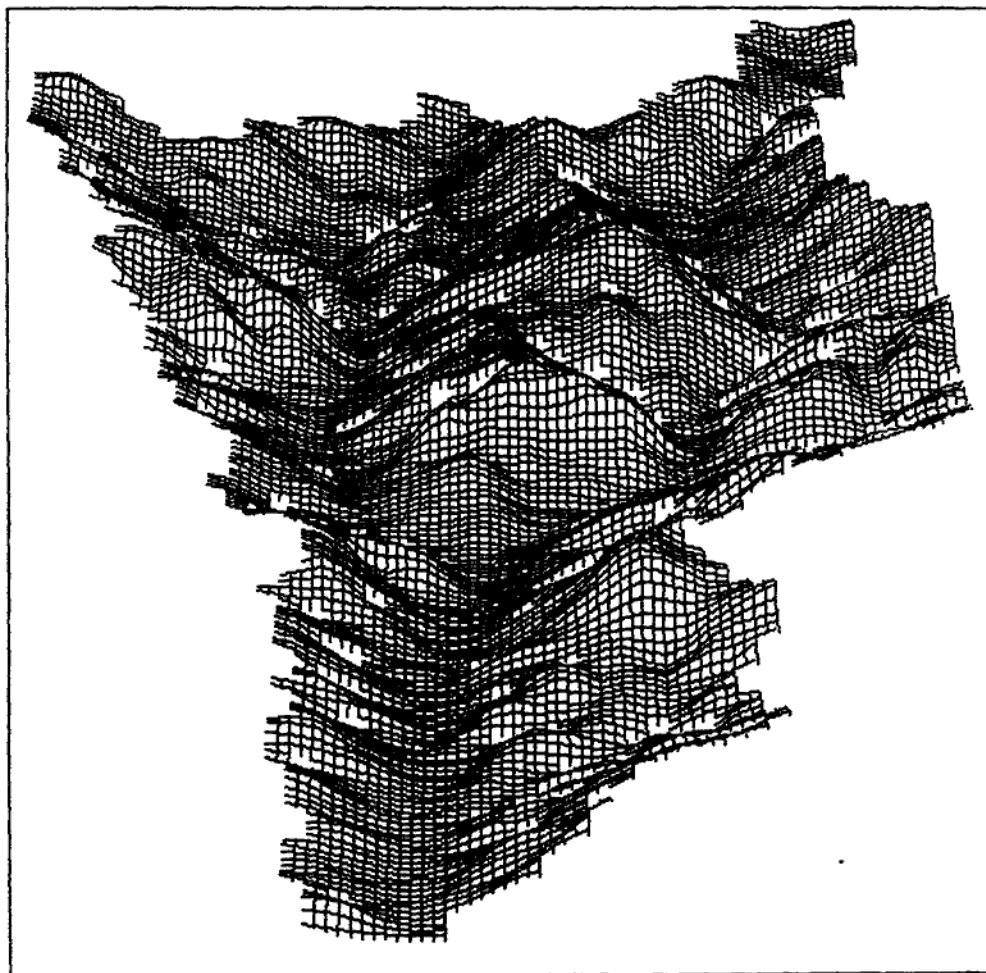
После этого для каждого источника было спланировано содержание электронной базы данных.

На третьем этапе выполнялась символизация векторной модели, составление электронной карты по уровням нагрузки, контроль и редактирование символизированной электронной карты.

Анализ рельефа осуществлен с использованием цифровой модели рельефа (ЦМР). При помощи внутренних встроенных функций Arc View и модулей Arc View Spatial Analyst, ArcView 3D Analyst была построена ЦМР бассейна реки Ворон. ЦМР бассейна послужила основой решения следующих задач - построения карт кривизны земной поверхности, крутизны земной поверхности и экспозиций склонов (рис. 2).

Для выявления зависимости рационального природопользования от количественных характеристик рельефа были построены карты горизонтального и вертикального расчленения рельефа. Основой для расчета параметров расчленения

рельефа послужила карта микроводосборов и линий стока, для построения которых использовалось расширение Hydrologic modeling v 1.1. (рис. 3).



**Рис.2. Трехмерная компьютерная блок-диаграмма рельефа базового модельного бассейна реки Ворон**

Анализ динамики неблагоприятных природных процессов, затрудняющих природопользование, проведен с помощью ArcView и модуля ArcView Spatial Analyst были рассчитаны среднеголетние, максимальные и минимальные значения смыва и выветривания для каждой площадки за весь период наблюдений. Кроме того, для оценки интенсивности процесса выветривания (смыва) по площадкам были определены отклонения скорости выветривания (смыва) от среднеголетнего значения скорости.





Рис. 3. Карта микроводосборов

Наиболее интенсивному плоскостному смыву подвержены склоны, сложенные титонским и таврическим флишем, поэтому для расчета параметров твердого стока для зоны флиша была составлена карта углов наклона склонов, позволяющая точно определить площади равноуклонных зон. Для выделения участков, сложенных флишевыми породами, использовалась геологическая карта бассейна реки Ворон. Для определения интенсивности плоскостного смыва в пределах равноуклонных зон данные площадок были осреднены и вычислены среднеголетние, максимальные и минимальные значения смыва для каждой зоны. Кроме того, были рассчитаны среднеголетние, максимальные, минимальные значения смыва по сезонам и месяцам для каждой равноуклонной зоны.

В представленных таблицах даны некоторые характеристики микроводосборов в бассейне реки Ворон.

Таблица 1

Сводная таблица характеристик микроводосборов

Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Количество водосборов, шт.	Общая площадь	
		км <sup>2</sup>	%
0,05-0,300	68	9,820	19,03
0,301-0,500	65	14,976	29,59
0,501-0,800	21	14,568	28,75
0,801-1,200	5	5,630	10,45
1,201-1,500	2	3,224	5,52
1,501-1,800	2	3,782	6,66
	163	52,000	100,00

Таблица 2

Основные параметры микроводосборов в бассейне реки Ворон  
(фрагмент таблицы vodosbor.dbf)

Number	Area	Perimeter	Min	Max	Range	Mean	Goriz	Vert
1	255700.0	3560.0	675.00	875.00	200.00	781.53	6.7891	200
2	279300.0	3040.0	675.00	860.84	185.83	739.84	5.5878	200
4	993000.0	5740.0	362.08	694.41	332.33	522.39	6.4109	400
3	1276700.0	8780.0	400.00	849.89	449.89	637.26	5.9616	500
73	245100.0	2680.0	263.48	545.00	281.52	403.25	5.9469	300
78	427700.0	3880.0	198.39	490.00	291.61	358.38	6.2921	300
100	141700.0	2400.0	275.00	470.63	195.63	348.16	6.4155	200
99	511700.0	4360.0	170.03	450.00	279.97	254.08	5.7109	300
102	260100.0	3880.0	154.98	350.00	195.01	212.28	6.2769	200
101	333300.0	3680.0	154.98	450.00	295.01	259.04	5.2432	300
108	213400.0	3680.0	170.04	401.57	231.53	242.23	6.4272	300
107	197800.0	2880.0	155.00	475.00	320.00	272.31	7.8131	400
104	281400.0	3020.0	275.00	505.27	230.27	418.46	5.9146	300
116	256100.0	2940.0	179.00	368.23	189.22	254.05	6.1602	200
111	215100.0	3160.0	140.17	270.21	130.04	180.28	5.9256	200
105	253700.0	4560.0	172.49	425.00	252.51	238.16	6.4567	300
103	717300.0	5080.0	190.87	492.82	301.95	330.37	6.8075	400
140	231200.0	2840.0	125.43	455.30	329.86	271.96	4.8182	400
162	352900.0	3500.0	5.00	323.82	318.82	134.29	7.1813	400
163	190580.5	1889.6	0.02	85.00	84.98	17.53	8.2456	100

Таблица 3

Основные параметры эрозионной сети бассейна реки Ворон

Длина тальвегов, м	Количество тальвегов		Протяженность	
	штук	%	км	%
0-200	1998	78,97	160,3	49,20
201-300	320	12,65	77,1	23,66
301-400	112	4,43	38,1	11,69
401-500	60	2,37	26,1	8,01
501-600	21	0,83	11,3	3,47
601-700	14	0,55	9,1	2,79
701-900	5	0,20	3,8	1,17
	2530	100,00	325,8	100,00

С помощью электронных карт было количественно определено распределение разнотипных селевых очагов в бассейне р. Ворон и ее притока - р. Ай-Серез, а также проделан ряд других вычислений, характеризующих динамику селей в модельном бассейне.

Нами была составлена электронная карта природопользования, на которую нанесены подсистемы речного бассейна (склоновая, водораздельная, русловая и долинная). Для каждой из них разработаны необходимые мероприятия по природопользованию (лесомелиоративные, мелиоративно-гидротехнические, агротехнические) (рис.4).

В северной, верхней приводораздельно-склоновой подсистеме, в целях проведения рационального природопользования рекомендуются лесохозяйственные мероприятия. Главной задачей природопользования здесь является регулирование поверхностного стока путем улучшения водоохранной роли леса. Здесь необходимо проведение следующих мероприятий: охрана горных лесов от вырубki; защита лесов от вредителей (непарный шелкопряд, дубовая листовертка, большой дубовый усач) и болезней. Для этого необходимо одымливать гексохлорановыми шашками, собирать ручную гусениц, применять биологические меры защиты; охрана горных лесов от пожаров. Необходимо увеличить обеспечение противопожарной службы современной техникой (пожарными машинами и вертолетами); реконструкция низкополнотных насаждений.

В пределах водораздельно-склоновой овражно-балочной верхней подсистемы бассейна, сложенной известняками и конгломератами, в целях рационального природопользования рекомендуются фитомелиоративные мероприятия на склонах и простые гидротехнические сооружения в руслах. Склоны здесь сложены скальными породами, на которых подготовку почвы под лесные насаждения невозможно производить с помощью бульдозеров, экскаваторов и плугов различных систем.

Поэтому фитомелиоративные мероприятия сводятся к залуживанию склонов дикорастущими видами травянистых растений (астрагал колючий, онома, чабрец, дубровник и др.). Борьба с оползнями сводится к вывозу земляных масс оползня на самосвалах.

Что же касается мероприятий в гидрографической сети, то здесь для предотвращения селевых и эрозионных процессов рекомендуются следующие мероприятия: устройство каменных барражей в тальвегах потоков, сборнорешетчатых железобетонных барражей или поперечных сооружений из отработанных автопокрышек.

Средняя и нижняя склоново-водораздельная подсистема бассейна сложена легко разрушающимися флишевыми породами таврической серии и средней юры. Крутые, расчлененные эрозией склоны в целях предотвращения эрозии, селей и оползней требуют проведения агролесомелиоративных мероприятий и создания простых склоновых гидротехнических сооружений. При облесении горных склонов подготовку почвы следует проводить дифференцированно в зависимости от крутизны склона – сплошная обработка почвы, которая может производиться без оборота пласта с помощью рыхлителей, на склонах  $8-12^{\circ}$  – плоская обработка почвы и на склонах круче  $13^{\circ}$  – террасирование с помощью универсального бульдозера. Кроме террас в этой подсистеме рекомендуется использовать склоновые гидротехнические сооружения: а) водозадерживающие валы-канавы, изготавливаемые с помощью плантажного плуга; б) водозадерживающие валы-канавы на террасах, изготавливаемые с помощью универсального бульдозера и плантажного плуга;



**Рис. 4. Карта рекомендуемых мероприятий по рациональному природопользованию в бассейне р. Ворон**

в) водозадерживающие траншеи, изготавливаемые с помощью универсального бульдозера и экскаватора.

Борьба с оползнями здесь сводится к вывозу земляных масс оползня на самосвалах.

Доменная подсистема бассейна р. Ворон, занятая виноградниками и в меньшей степени садами, требует для осуществления оптимизации природопользования следующих мероприятий: обработка садов и виноградников поперек склона при уклонах более  $10^0$ ; террасирование склонов крутизной более  $10^0$  для закладки новых виноградных плантаций; сооружение и расчистка селеотводящих каналов; обвалование русел рек Ворон и Ай-Серез.

Для русловой и балочной подсистемы рекомендуются гидротехнические сооружения: строительство каменных или железобетонных сборно-решетчатых запруд-барражей в руслах притоков; сооружение земляных запруд, снабженных замками и водосбросами в руслах притоков; сооружение селеотводящих каналов в нижней части русел основных притоков, пересекающих виноградные плантации; сооружение подпорных стенок и опоясок в руслах основных рек; обвалование русел главных рек бассейны; сооружение защитных стенок, ограждающих усадьбы и участки виноградников; сооружение каменных порогов в руслах балок; сооружение лотков в местах пересечения дороги селевыми руслами.

Кроме перечисленных мероприятий для разных подсистем бассейна р. Ворон, для всей его территории необходимо запретить выпас скота на крутых склонах балок и оврагов, особенно ранней весной, когда почва увлажнена.

В заключение необходимо отметить, что наиболее оптимальное решение проблемы рационального природопользования может быть найдено на стыке различных подходов, различных научных направлений, методов исследований, в которых важное место занимают методы геоинформационной технологии.

#### Литература

1. Зотов С. И. Бассейново-ландшафтная концепция природопользования. // Известия РАН. Сер. географическая, 1992. № 6. С. 55-56.
2. Корытный Л. М., Безруков Л. А. Водные ресурсы Ангаро-Енисейского района (геосистемный анализ). Новосибирск: «Наука», Сибирское отделение, 1990. 214 с.
3. Огородник И. Н. Использование ГИС в природопользовании и охране окружающей среды // Труды международной научной конференции «Проблемы формирования экологического мировоззрения». Симферополь, 1998. С. 208 – 209.
4. Кошкарев А.В., Каракин В.П. Региональные геоинформационные системы. М.: Наука, 1987. 126 с.

Статья поступила в редакцию 6 мая 2003 г.

УДК 911.37:332.64

## ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ОЦЕНКЕ ТЕРРИТОРИЙ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ УКРАИНЫ

*Палеха Ю.Н.*

В последнее время значительно расширилась сфера применения денежной оценки земель населенных пунктов. Земельный кодекс Украины определяет, что денежная оценка применяется для определения размера земельного налога, потерь сельскохозяйственного и лесохозяйственного производства, экономического стимулирования рационального использования и охраны земель, при осуществлении гражданско-правовых соглашений относительно земельных участков [1, ст.201]. Законом Украины “О плате за землю” предусмотрено, что плата за землю, которая взимается в виде земельного налога или арендной платы, определяется в зависимости от денежной оценки земель [2, ст.2].

В соответствии с Земельным кодексом Украины денежная оценка разделяется на нормативную и экспертную [2, ст.201]. Нормативно-методическую базу нормативной денежной оценки земель составляют Методика денежной оценки земель сельскохозяйственного назначения и населенных пунктов (утверждена постановлением Кабинета Министров Украины №213 от 23 марта 1995г.) и соответствующий Порядок денежной оценки (утвержден совместным указом Госкомзема, Госкомградостроительства, Минсельхозпрода Украины и Украинской Академией аграрных наук 27 ноября 1995г.). Для выполнения экспертной денежной оценки такими нормативными документами являются Методика экспертной денежной оценки земельных участков (утверждена Постановлением Кабинета Министров Украины №1531 от 11.10.2002г.) и Порядок проведения экспертной денежной оценки земельных участков несельскохозяйственного назначения (утвержден Приказом Госкомзема Украины №72 от 8 июля 1999г.).

Денежная оценка является капитализированным рентным доходом с земельного участка. В населенных пунктах рентный доход возникает, прежде всего, благодаря удобству местоположения земельного участка относительно рынков сырья, сбыта и рабочей силы (географическая составляющая дифференциальной земельной ренты), а также благодаря уровню инженерно-транспортного обустройства территории (инфраструктурная составляющая)[3, с.38].

На размер рентного дохода влияют: местоположение населенного пункта в территориальных системах производства и расселения и особенности месторасположения земельного участка в границах населенного пункта; природно-климатические и инженерно-геологические условия, архитектурно-ландшафтная и историко-культурная ценность, экологическое состояние территории населенного пункта; характер функционального использования земельного участка.

На первом этапе выполнения нормативной денежной оценки любого населенного пункта определяется базовая стоимость  $1\text{ м}^2$  земель, которая зависит от месторасположения населенного пункта в общегосударственной, региональной и местной системах производства и расселения и уровня освоения и обустройства его территории.

На втором этапе базовая стоимость дифференцируется в границах населенного пункта по экономико-планировочным зонам, которые устанавливаются в зависимости от неоднородности функционально-планировочных качеств территории, влияющих на размер рентного дохода: различия в доступности, в уровне инженерного обеспечения территории, развития сферы обслуживания населения, в экологическом качестве территории и привлекательности среды.

На третьем этапе определяется стоимость одного квадратного метра земельного участка определенного функционального использования с учетом территориально-планировочных, инженерно-геологических, историко-культурных, природно-ландшафтных, санитарно-гигиенических и инженерно-инфраструктурных особенностей его местоположения [4, с.481].

При проведении экспертной денежной оценки оцениваются потребительские качества земельного участка, исходя из его рыночных характеристик применительно к наилучшему и наиболее эффективному использованию территории. При этом применяются общепризнанные в мире подходы и методы оценки: рыночный (сопоставление цен продажи подобных земельных участков), затратный (учет затрат на земельные улучшения) и доходный (капитализация чистого дохода).

Проведение денежной оценки земель населенных пунктов и отдельных земельных участков, осуществление экономико-географического и градостроительного анализа их результатов, выявление общих закономерностей результатов денежной оценки на нынешнем этапе невозможно без использования современных ГИС-технологий.

Выделяются следующие главные прикладные задачи, в которых применение геоинформационных технологий значительно повышает качество выполнения оценки:

1. Автоматизированный сбор, обработка и систематизация исходных данных (как картографических, так и семантических).
2. Пространственный анализ полученной информации.
3. Поиск, сортировка и выборка результатов денежной оценки отдельных земельных участков.
4. Подготовка и тиражирование результатов денежной оценки посредством использования периферийных устройств (принтера, плоттера).

В публикациях специалистов на тему использования ГИС в оценке земель преобладающее внимание уделяется как раз прикладным (главным образом технологическим) аспектам проблемы. Это вполне объяснимо, поскольку на первых фазах внедрения ГИС-технологий в денежную оценку актуальными являются вопросы разработки программного обеспечения, использования той или иной

технической базы, создания и пополнения электронных карт. Вместе с тем остаются практически вне поля зрения методологические и методические аспекты применения ГИС-технологий. В публикациях ряда авторов [5; 6;7] сделаны первые попытки осмысления места и роли ГИС в денежной оценке не только как метода получения и обработки пространственных данных, но и как инструментария для принятия решений в области регулирования земельнооценочной деятельности.

Накопленный за прошедший период фактический материал, в том числе и полученный средствами ГИС, дает возможность перейти к экономико-географическому анализу полученных результатов в разрезе отдельных населенных пунктов и регионов Украины с целью выработки общих закономерностей формирования дифференциальной земельной ренты, стоимости территорий населенных пунктов и их денежной оценки. Попытки классификации населенных пунктов по рентным составляющим их оценки уже делались отдельными авторами [8], однако при этом не анализировались фактически полученные результаты выполненных денежных оценок, не выявлялись роль и место ГИС-технологий в этом процессе.

В связи с этим весьма актуальным представляется изучение особенностей использования ГИС-технологий в оценке территорий населенных пунктов Украины, что и является целью данной статьи.

Денежная оценка земель населенных пунктов начала разрабатываться с 1995 года. Предшественником денежной оценки в 1988-1994 гг. была комплексная экономическая оценка территории населенных пунктов (КЭОТ). Практически одновременно разработчики КЭОТ различных проектных организаций (Діпромiсто, КиевНИИП градостроительства, Киевпроект) пришли к выводу о необходимости использования компьютерных технологий при обработке картографических и семантических данных, а также для подготовки иллюстративного материала. Позже возникла необходимость в создании систем автоматизированного расчета стоимости земельного участка. Это стало основой внедрения в КЭОТ ГИС-технологий. Авторы в основном использовали собственные разработки (МИСТО в Діпромiсте, Land Value и Infopolis в КиевНИИП градостроительства). Именно активная разработка оценки земель населенных пунктов на базе ГИС создало в первой половине 90-х годов позитивный резонанс использования этих технологий в решении вопросов регулирования и управления городскими территориями.

С появлением на украинском рынке продуктов зарубежных фирм-производителей ГИС, предпочтение стало отдаваться программам, созданным на основе использования этих продуктов, среди которых ведущую роль стали играть ГИС-продукты от компании ESRI.

Начало работ по денежной оценке ускорила внедрение современных ГИС-технологий. За период 1995-2000 гг. в Украине было выполнено более 15000 проектов денежной оценки городов, поселков и сел, часть которых выполнялась с применением технологии ГИС. У специалистов нет единого мнения относительно масштаба внедрения геоинформационных технологий в оценку земель населенных пунктов. Ю. Карпинский и А. Лященко, анализируя ситуацию с денежной оценкой



земель, отмечают, что лишь в 7 % проектов используются сквозные ГИС-технологии [8, с.53-55]. Большинство организаций выполняет проекты денежной оценки по традиционным технологиям, используя компьютеры только для проведения отдельных расчетов и оформления технической документации. Это, по мнению авторов, обусловлено многими факторами, в том числе: отсутствием необходимой программно-технической базы в организациях, разрабатывающих проекты денежной оценки земель населенных пунктов, недостаточными объемами финансирования работ заказчиками и, возможно, низким уровнем геоинформационной культуры в целом. В результате региональные и местные органы управления земельными ресурсами получают большинство проектов в традиционном исполнении бумажных карт экономико-планировочных зон и зон влияния локальных факторов. Это значительно усложняет (если не делает невозможным вообще) проведение денежной оценки земельных участков тысяч и десятков тысяч землепользователей в средних и больших городах. Мнение авторов весьма интересно, хотя и не бесспорно. По нашему мнению, применение ГИС в проектах денежной оценки играет положительную роль уже в том, что постепенно приучает пользователей к новой технологии обработки данных, а затем, – и к новой культуре мышления.

Последние проекты денежной оценки крупнейших городов Украины представляют собой полноценные многофункциональные ГИС, выполняющие все основные функции ГИС в денежной оценке (табл. 1).

Таблица 1  
Использование ГИС в денежной оценки крупнейших городов Украины

№ пп	Город	Год выполнения	Разработчик	Программное обеспечение для ГИС
1	Киев	1999	Киевпроект	MapInfo, Autodesk
2	Харьков	1999	ВостокГИИНТИЗ, НТЦ ЗИС, Академия городского управления (г.Харьков), Діпромiсто (г.Киев), др. организации	ESRI
3	Днепропетровск	2000	Діпромiсто	ESRI
4	Донецк	2001	Управление генплана города Донецка при участии Діпромiста	MapInfo, ESRI
5	Одесса	1999	Діпромiсто	ESRI
6	Львов	1998	Мiстопроект (г.Львов), НИИАСС	Терен
7	Запорожье	2000	Діпромiсто	ESRI
8	Николаев	1999	Діпромiсто	ESRI
9	Мариуполь	1999	Діпромiсто	ESRI

Как видно из приведенной таблицы, доминирующее положение среди разработчиков программного обеспечения занимает компания ESRI. В 7 проектах денежной оценки крупнейших городов Украины использовались ГИС-технологии от ESRI. Если же отразить на карте населенные пункты, в которых технологии от ESRI были задействованы на разных стадиях денежной оценки, включая только обработку исходного материала и печатание тематических карт, то картина получится еще более впечатляющая (рис.1). В оценке почти 100 городов Украины из трех сотен, в которых выполнялась денежная оценка применялись ГИС этой компании.



*Рис.1 Применение в денежной оценке городов Украины ГИС-технологий от компании ESRI (города выделены пунсонами)*

Фирма ESRI является известнейшей в Украине среди зарубежных производителей ГИС благодаря активной деятельности ее уполномоченного дистрибьютера - фирмы ECOMM. Характерным признаком работы ESRI является разработка ГИС всех уровней: многофункциональные ГИС типа ArcINFO 8.2/8.3 (Full GIS), "настольные" ГИС (ArcView 3.0/3.1/3.2), средства создания собственных ГИС-приложений с помощью встроенного языка (MapObject), специализированные ГИС-продукты для решения вопросов пространственного, сетевого анализа, работы в трехмерном пространстве (Spatial Analysis, Network Analysis, 3D Analysis).

Целью настоящей статьи не является рассмотрение технологических особенностей применяемых в денежной оценке населенных пунктов программных продуктов фирмы ESRI. Для нас гораздо важнее исследовать процесс использования ГИС в пространственном анализе территории населенных пунктов с целью получения объективных характеристик их денежной оценки, а также проанализировать средствами ГИС результаты уже выполненных работ по оценке земель в различных регионах Украины.

В литературе уже описаны особенности применения ГИС-технологий при решении основных прикладных задач денежной оценки земель населенных пунктов [5, с.62-66]. В контексте экономико-географического анализа населенного пункта для определения стоимости его территории для нас наиболее важной представляется задача применения методов пространственного анализа. Например,

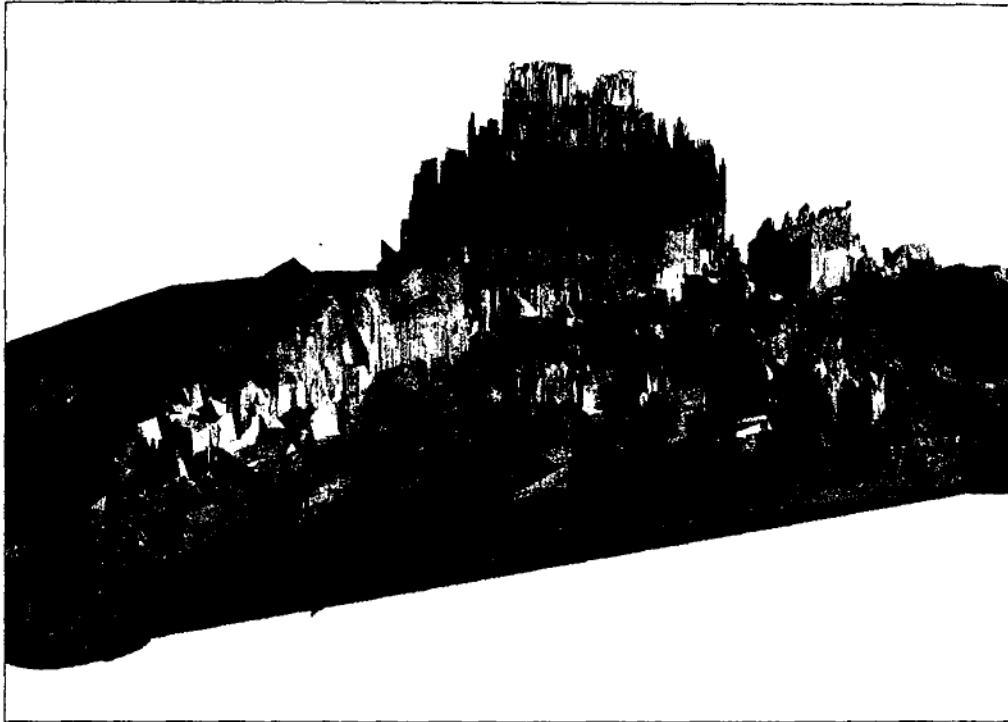
при выполнении денежной оценки г. Днепропетровска (Діпромiсто, 2000 г.) было выполнено 9 тематических карт, охватывающих распространение всех процессов, влияющих на ценность (стоимость) земель в городе. Интегральной картой, отражающей влияние на стоимость территории всех остальных факторов стала карта экономико-планировочного зонирования территории города, отражающая распределение стоимости 1 м<sup>2</sup> земель города в зависимости от интегрального зонального коэффициента Км<sup>2</sup> (интегрирует влияние транспортного удобства, экологического состояния, инженерно-инфраструктурного обеспечения, социально-градостроительных параметров). Именно применение ГИС позволило провести такой многофакторный анализ территории крупнейшего города в достаточно короткие сроки. Подобные задачи решались и в процессе выполнения денежной оценки городов Киева, Харькова, Львова, Запорожья и др.

Особое место среди этих проектов занимает денежная оценка г. Харькова, в которой впервые полномасштабно исследованы возможности ГИС при проведении экономико-планировочного зонирования территории. Полученные результаты дали возможность оценить не только территориальное распределение отдельных факторов, влияющих на интегральную денежную оценку территории города, но и получить трехмерную стоимостную модель города с применением программного комплекса 3D Analysis [9, с.48-49]. Использование метода построения изолиний, соединяющих точки с одинаковой стоимостью не является новым (см., например "эквипотенциальные линии" у Е.С.Куця). Однако именно в оценке г. Харькова этот метод получил логическое завершение, представив стоимость 1 м<sup>2</sup> городских земель в виде рельефа (автор В.Д.Шипулин). Наглядность такого подхода вполне очевидна (рис.2). Представление стоимости территории города и его денежной оценки в виде трехмерной модели важно и для тех оценщиков, которые выполняют экспертную денежную оценку земельных участков. Ведь при анализе возможной стоимости участка, либо целостного имущественного комплекса, важно иметь возможность сравнить стоимость уже оцененных объектов.

Анализ выполненных за последние 8 лет работ по денежной оценке городов Украины свидетельствует о высоком уровне внедрения в них ГИС-технологий. Применение ГИС позволяет не только существенно сократить сроки выполнения оценки, но и значительно повысить ее научный уровень.

В последние годы увеличилось количество предприятий и организаций, недовольных результатами денежной оценки их земельных участков. Возросли случаи судебного обращения в связи с неоправданно высокими, по мнению предприятий и организаций, ставками налога на землю, рассчитанного на основе денежной оценки. Это подрывает значимость выполненных работ и может способствовать созданию в населенных пунктах негативного общественного мнения как о методических основах оценки так и об объективности ее расчета.

В связи с тем актуальным становится вопрос анализа полученных результатов оценки в различных городах Украины, в первую очередь сравнение географической и инфраструктурной составляющей дифференциальной земельной ренты. Помочь в этом могут опять же ГИС-технологии.



*Рис.2 Построение трехмерной модели стоимости 1м<sup>2</sup> территории г.Харькова с помощью ГИС 3D Analysis (по В.Д.Шипулину)*

В институте Діпромiсто создан банк данных результатов денежной оценки многих населенных пунктов Украины. Представление этих результатов в виде картодиаграмм в разрезе всей Украины и отдельных ее регионов дает возможность сопоставить как суммарную величину базовой стоимости земель населенных пунктов (грн/м<sup>2</sup>), так и отдельных ее составляющих. Некоторые результаты проделанной работы представлялись в печати [3,с.60]. Так, стало очевидным, что величина инфраструктурной составляющей земельной ренты некоторых населенных пунктов (Львов, Трускавец, Новая Каховка) не соразмерна их административному статусу, численности населения и географическому положению; в свою очередь величина географической составляющей ренты для многих населенных пунктов Крыма и некоторых других регионов значительно выше показателей для городов и поселков с аналогичной численностью населения. В некоторых случаях такие несоответствия вызваны объективными причинами (например высокой удельной концентрацией основных фондов инженерной инфраструктуры), а в некоторых – обусловлена ошибками при выполнении самих работ. Представление результатов денежной оценки в виде картодиаграмм, построенных средствами ГИС-технологий повышает их доказуемость и выявляет возможные ошибки.

Таким образом, проведенный ретроспективный анализ использования ГИС-технологий в оценке территорий населенных пунктов Украины свидетельствует о высокой научно-практической значимости этого методического подхода в анализе общественно-географических, градостроительных и экономических факторов, влияющих на формирования стоимости территории населенных пунктов и их денежной оценки. Как средство получения результата, пространственного анализа территории, подготовки и тиражирования тематических карт ГИС не имеют себе равных среди других методических приемов, в связи с чем повышается значимость изучения всех аспектов их внедрения в оценку земель Украины.

#### Литература

1. Земельний кодекс України, 2001.
2. Закон України "Про плату за землю"// Земельні відносини в Україні.К.:Урожай, 1998. С.197-207.
3. Палеха Ю.Н. Географические особенности формирования региональной земельной ренты в городах Украины//Ученые записки Таврического национального университета им.В.И.Вернадского. География, 2002. 15(54). С.57-62.
4. Еталон технічної документації грошової оцінки земель. м.Бровари Київської області //Земельні відносини в Україні.К.:Урожай, 1998. С.473-523.
5. Дехтяренко Ю.Ф., Лихогруд М.Г., Манцевич Ю.М., Палеха Ю.М. Методичні основи грошової оцінки земель в Україні.К.:ПРОФІ, 2002. 256 с.
6. Палеха Ю.Н. Градостроительство и ГИС в Украине на рубеже веков (ретроспективный анализ)//ГИС обозрение. Москва, 2001. №2. С.XII-XVII.
7. Лященко А.А., Карпінський Ю.О.Геоінформаційні технології грошової оцінки земель населених пунктів// Геоінформаційні системи і муніципальне управління. Миколаїв. Миколаївське відділення Києво-Могилянської Академії, 2000. С.53-60.
8. Драпівський О.І.,Іванова І.Б. Особливості ціноутворення на первинному ринку міських земель //Власність в Україні, 2001.1(2). С.61-83.
9. Палеха Ю.Н. Суспільно-географічні закономірності зонування території населених пунктів України для грошової оцінки їх земель//Український географічний журнал, 2002. №3. С.45-49.

Статья поступила в редакцию 23 апреля 2003 г.

УДК. 502. 504

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ АВТОТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ Г. СИМФЕРОПОЛЯ

*Петроградский Ю. П.*

Оценка воздействия автотранспорта на окружающую природную среду города Симферополя имеет важное значение. Это связано с тем, что автотранспорт дает более 90% выбросов загрязняющих веществ в атмосферу города. В пределах локальных территорий - пересечений интенсивных транспортных магистралей, развязок и т.д., степень негативного воздействия автотранспорта резко возрастает.

В этом плане, ГИС - технологии являются чрезвычайно эффективным средством для моделирования пространственно-неоднородного воздействия автотранспорта на городскую среду.

Оценка воздействия автотранспорта на окружающую городскую среду требует поэтапного решения следующих вопросов:

- выявления и количественной характеристики воздействия различных типов транспортных средств на окружающую среду (на уровне удельных выбросов загрязняющих веществ на единицу пробега или времени, уровня шума на различных скоростных режимах и т.д.);
- оценки пространственной структуры автотранспортных магистралей и особенностей их конфигурации в пределах рассматриваемой территории;
- обоснования структуры, видов и регламента инструментальных наблюдений, включающих изучение состояния параметров окружающей среды в непосредственной близости от автострад, а также интенсивности автотранспортных потоков;
- обоснования и выделения элементарных операционных территориальных единиц для учета характера экологического воздействия транспортных потоков на состояние городской среды;
- расчета пространственного распределения загрязняющих веществ по методикам Минэкоресурсов Украины [1] и выявления зон превышения нормативного уровня негативного воздействия на состояние окружающей среды и здоровье населения;
- зонирования территории города по степени (уровню) воздействия на окружающую среду.

Расчет влияния автотранспорта на состояние окружающей среды города Симферополя происходил по следующей схеме:

1. Обоснование структуры наблюдения за автотранспортными потоками (авторская методика наблюдений за интенсивностью и структурой движения, включающая 11 категорий транспортных средств, а также обоснование структуры

сети наблюдений на основе выделенных с помощью ГИС-технологий элементарных операционных территориальных единиц);

2. Изучение особенностей пространственной конфигурации и функционирования дорожной сети города;

3. Сбор данных непосредственных одновременных наблюдений более, чем в 60 пунктах о структуре и характере автотранспортных потоков в городе;

4. Создание геоинформационной базы данных о количестве и составе транспортных потоков на улицах города в разрезе элементарных операционных территориальных единиц (на базе Arc View 3.0.);

5. Обработка базы данных в соответствии со стандартами расчета уровня воздействия автотранспорта Минэкоресурсов Украины и оценка уровня загрязнения примагистральных территорий;

6. Составление оперативных карт экологического состояния воздушного бассейна города с помощью ГИС-технологий (на основе автоматического расчета уровня загрязнения воздушной среды и буферизации зон влияния автомагистралей);

Для обоснования сети наблюдений за интенсивностью движения автотранспорта в городе Симферополе были выделены «элементарные операционные территориальные единицы» (ЭОТЕ), представляющие собой участки дорог с одинаковой интенсивностью движения автотранспорта, имеющие однородные физико-географическими условия и не имеющие пересечений с интенсивными магистралями, которые значительно влияли бы на изменение количества транспорта на данном участке дороги. Количество точек наблюдательной сети соответствовало числу ЭОТЕ.

Замеры интенсивности транспортного потока производились одновременно во всех точках согласно разработанной схеме наблюдений (рис.1). Измерение интенсивности движения производилось в течение дня в часы максимальной транспортной нагрузки (в 9-00, 12-00, 15-00, 17-00) в 60 точках, согласно методике [2]. Как правило, замеры интенсивности планировалось с максимальным приближением к часам пиковых нагрузок.

На основе полученных данных была создана геоинформационная база данных в Arc View 3.0. В базу данных была включена информация о интенсивности автотранспорта по различным категориям городских автомагистралей. По этим данным была построена карта интенсивности автотранспортных потоков (рис.1).

Максимальная интенсивность установлена для центральной части города и транспортных магистралей в направлении гг. – Феодосия, Севастополь, Москва, ЮБК (около 2500 автомобилей в час). В центральной части города наиболее нагружены транспортом улицы – пр. Кирова, пр. Победы, ул. Севастопольская, Гагарина.

Картографической основой для оценки воздействия автотранспорта на городскую среду явилась векторная электронная карта, созданная на основе бумажной карты города в М 1: 10 000.

Автомобильные дороги были разбиты на классы в зависимости от удельных выбросов окислов азота, т.к. именно они дают наибольшие превышения ПДК.

Оценка количества вредных веществ, выбрасываемых автомобилями, была проведена по методике [3].

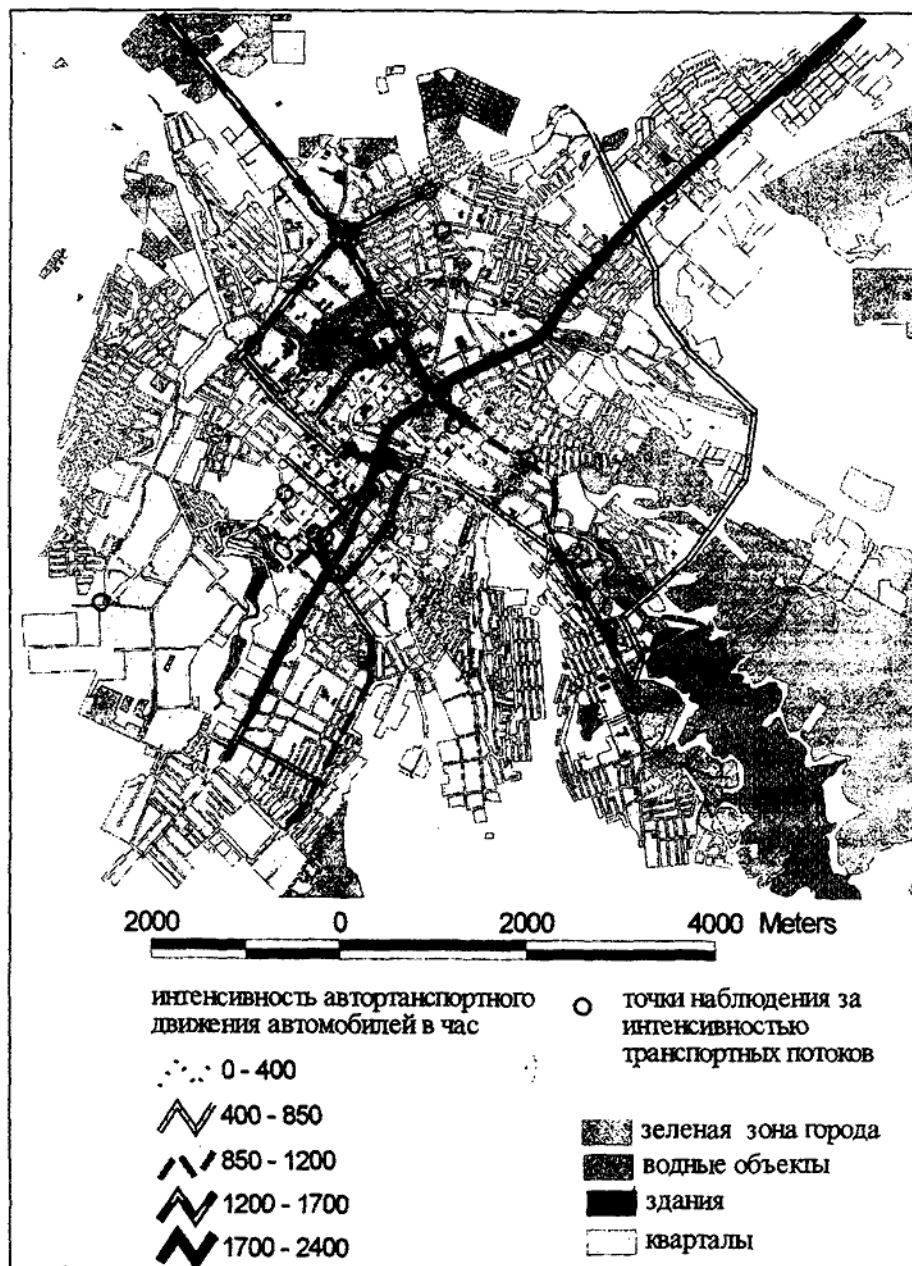


Рис. 1. Интенсивность автотранспортных потоков (авт./час) в г. Симферополе



Выбросы рассчитывались исходя из затрат топлива по формуле:

$$M = m \cdot G \cdot \Pi$$

где,  $M$  – масса выброшенного за расчетный период вещества (г);  $m$  – удельный выброс вредного вещества автомобилем данной группы (г/кг) (для городских условий);  $G$  – расход топлива (кг);  $\Pi$  – коэффициент уровня технического состояния, взятые из [4].

Зная расходы топлива  $B$  (кг/км) для каждой группы автомобилей, находилась масса выбрасываемого вредного вещества за 1 секунду автомагистралью длиной 1 километр.

$$M = \frac{1}{3600} \sum^n B \cdot m \cdot N \cdot \Pi$$

где,  $N$  – количество автомобилей данной группы.

По этой формуле автомагистраль длиной 1 км, по которой проехало за час 1000 легковых автомобилей со скоростью 30 км/час выбрасывает  $CO$  – 7,8 г/сек,  $NO_x$  – 0,33 г/сек. Подставляя эти данные в программу расчета рассеивания «ЭОЛ» [1] получим значения ПДК на обочине по  $CO$  – 2,18 ПДК,  $NO_2$  – 4,32 ПДК и значения в 1 ПДК по  $CO$  на расстоянии 50 метров, а  $NO_2$  – 100 метров. Основными вкладчиками в выбросы оксидов углерода являются автомобили с двигателями внутреннего сгорания, работающие на бензине, а в выбросы окислов азота – с дизельными двигателями.

Нами был проведен расчет зон влияния загрязняющих веществ от автотранспорта (таблица 1).

Таблица 1

Расчет зоны влияния выбросов оксидов азота и углерода от автомобильных трасс в соответствии с Методикой, приведенной [4]

Загрязняющие вещества	Место определения интенсивности транспортных потоков	Количество авт./час	n ПДК на обочине	N ПДК на расстоянии 100 м	Расстояние от оси автотрассы, м
1	2	3	4	5	6
$NO_2$	пр. Кирова	2600	12,1	2,5	450
$CO$	пр. Кирова	2600	4	0,8	75
$NO_2$	ул. Гагарина	2600	10	2,0	300
$CO$	ул. Гагарина	2600	5	1,99	120
$NO_2$	г. Москва (МКАД, 7 км)	4500	45,61	9,5	780
$CO$	г. Москва (МКАД, 7 км)	4500	5,03	1,06	95

В таблице также приведены примеры аналогичных исследований московских ученых [5]

Значительный разброс данных по содержанию загрязняющих веществ и расстоянию, на которое рассеиваются газы при одинаковой интенсивности автомобильного потока объясняется отличиями в структуре транспортных потоков на тех или иных магистральных улицах. Наличие значительного количества автотранспорта с дизельными двигателями существенно расширяет зону влияния азотосодержащих загрязняющих веществ.

Расчеты приведены для наиболее неблагоприятных климатических условий ( $t = 0 + 2^\circ \text{C}$ ,  $V = < 3 \text{ м/сек}$ , влажностью  $> 80\%$ ) без учета городской застройки.

Согласно расчетным данным масштабы зон влияния отработанных газов вдоль улиц, границей которых является  $C_{\text{NO}} = 1$  ПДК, очень значительны (до 450 м без учета застройки) – пр. Кирова, ул. Севастопольская, Гагарина, пл. Хана-Султана. Для улиц Киевская, Ялтинская, Русская, Феодосийское шоссе зоны влияния отработанных газов достигает 250 м..

Использование ГИС технологий позволяет эффективно и оперативно оценивать воздействие автотранспорта на окружающую среду городских территорий.

Следующим этапом работы является создание информационного слоя муниципальной ГИС, включающего не только данные о интенсивности и составе транспортных потоков, количестве выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ, но и данные об объектах инженерной инфраструктуры связанные с обслуживанием автотранспорта.

#### Литература

1. ОНД-86, Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Л.: Гидрометиздат, 1987. 94с.
2. Теоретические основы и практические рекомендации по определению интенсивности и состава движения на сети дорог общего пользования первого УПРДОРА. Киев: УГДНИИ «УКРДОРСТРОЙ», 1994. 36 с.
3. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта // Минэкоресурсов Украины.: К., 1995.
4. Отчет по ХД теме №2084, Оценка воздействия автотранспорта на окружающую среду г. Симферополя и разработка оптимальной схемы дорожного движения. Крымская академия природоохранного и курортного строительства. Симферополь. 2001. 72 с.
5. Кавтарадзе Д. Н., Николаева Л. Ф., Поршнева Е. Б., Флорова Н. Б. Автомобильные дороги в экологических системах (проблемы взаимодействия). М.: ЧеРо, 1999. 240 с.

УДК 528.74+551.482.215.3

**ВІД СТВОРЕННЯ ЦВК СТЕРЕОФОТОГРАММЕТРИЧНИМ  
МЕТОДОМ ДО МОДЕЛЮВАННЯ ПАВОДКІВ В ARCVIEW  
(НА ПРИКЛАДІ ЗАКАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ)**

*Плиска Л.В., Примак О.В.*

Одним з основних методів створення ЦВК на території великої площі є стереофотограмметричний метод. Важливою сферою застосування аерокосмічної компоненти фотограмметрії є дистанційний моніторинг екологічної ситуації та безпеки життєдіяльності в окремих регіонах чи районах [1].

Всім відомо про трагічні наслідки небувалих за всю історію краю паводків, що спіткали Закарпаття у 1998 та 2000рр. – було підтоплено сотні населених пунктів, зруйновано тисячі будівель, загинули люди... Показники рівня води в річках в деяких місцях перевищили історичні максимуми. І хоча передбачити стихію стовідсотково не можливо, фотограмметричні методи знімання разом з ГІС-технологіями дозволяють виконувати моделювання зон затоплення, що створились або очікуються в наслідок розвитку реальної паводкової ситуації.

**СТВОРЕННЯ ЦВК**

Одним з найпоширеніших цифрових фотограмметричних комплексів в Україні, в якому програмно реалізовано стереофотограмметричний метод створення ЦВК, є ЦФК „Дельта”; розробник – ДНВП „Геосистема” (м. Вінниця). Вхідною інформацією для створення ЦВК є аерофотознімки, параметри знімальної камери, каталог опорних точок чи координат центрів проєкцій знімків. За растровими зображеннями знімків в програмному блоці Triada ЦФК „Дельта” виконуються вимірювання координат точок мережі фототріангуляції з подальшою побудовою та урівнюванням в інтегрованому модулі BlockMSG (ДГТУ, м. Донецьк).

ЦВК включає цифрову модель рельєфу (ЦМР) та місцевості(ЦММ). Регулярна ЦМР створюється з певним кроком, обумовленим рельєфом місцевості та вимірюється в стерео режимі (корегується по координаті Z) в програмному модулі Digitals. За даною ЦМР виконується ортофототрансформування знімків. Контурна частина ЦВК (ЦММ) збирається по ортофотозображенню, висоти об'єктів при цьому присвоюються з ЦМР. На Мал.1 зображено типовий приклад ЦВК на територію м. Рахів Закарпатської області. Digitals підтримує прямий експорт ЦВК в форматі \*.dmf в внутрішній формат ArcView – Shape.



*Мал.1. ЦВК та ортофотоплан*

#### МОДЕЛЮВАННЯ ПАВОДКУ ЗАСОБАМИ ГІС ARCVIEW

Можливість інтеграції ГІС з проблемно-орієнтованими моделюючими комплексами суттєво розширюють діапазон їх застосування [2]. Сьогодні по такому шляху у всьому світі йде розробка моделей міграції забруднювачів в геологічному середовищі, атмосфері та гідросфері; повнених ситуацій, розвитку екзогенних процесів – карсту, зсувів, підтоплення, тощо [3]. Саме з метою відображення зон затоплення [4] і реалізовано інтеграцію ГІС ArcView з модулем FloodArea, розробником якого є німецька компанія Geomer.

Для моделювання повені в середовищі ГІС ArcView необхідні такі дані у внутрішньому форматі програми (\*.dbf, \*.prj, \*.shp, \*.shx) – рельєф території (підмети, горизонталі, ЦМР-сітка тощо) та інформація про русло річки. Можливий також імпорт цих даних з MapInfo, Digitals (як в нашому прикладі), AutoCad та ін. Типовий приклад представлення таких даних на територію м. Рахів Закарпатської області у вигляді 3D моделі зображено на мал.2.



*Мал.2. 3D модель території*

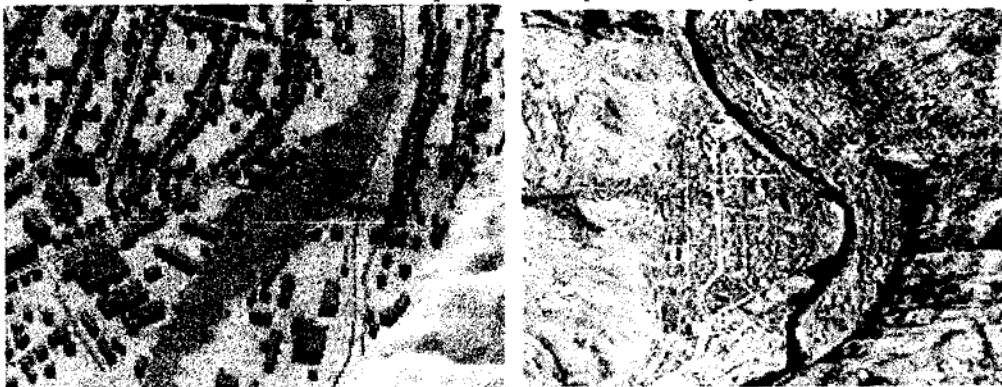
Якщо дані про річку мають векторне представлення, виникає необхідність конвертувати їх у растр, що виконується безпосередньо в ArcView. Для імітації

паводку рівень річки над рівнем моря повинен бути послідовно збільшений на величину прибування води. Отримання полігону зони затоплення проводиться засобами просторового аналізу ГІС шляхом порівняння моделі поверхні рельєфу з моделлю вільної поверхні ріки [5], що обчислюється із залученням модуля FloodArea.



*Мал.3. Візуалізація повені на ЦВК*

Типовий результат розливання річки може бути такий:



*Мал.4. Візуалізація повені на 3D моделі місцевості та з використанням ортофото*

Для більшої наглядності можна також використати ортофотоплан, створений на дану територію. Можливість отримання якісної та вчасної вихідної інформації

для прогнозування НС природного походження цілком залежить від рівня розвитку мереж спостережень за природним середовищем та оновлення ЦВК.

Маючи дані моделювання можна розробити план заходів по застереженню населення та інфраструктур від можливого реального паводку.

#### Література

1. Дорожинський О.Л., Аналітична та цифрова фотограмметрія. Львів: Видавництво Національного університету. Львівська політехніка", 2002. 164 с..
2. Ішук О.О., Ободовський О.Г., Коноваленко О.С. Взаємодія ГІС та проблемно-орієнтованих моделюючих комплексів в системах прогнозування та оцінки наслідків надзвичайних ситуацій, пов'язаних з паводками // Науковий збірник КГУ «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія», 3т, 2002 р. С.53-59.
3. GIS Hydro'99 / Introduction to GIS Hydrology. ESRI International User Conference (CD-R), 1999. <http://www.crrw.utexas.edu/gis/gishyd99/GisHyd99.html>
4. FloodArea ArcView-Extension for simulating flooded areas <http://www.geomer.de/engl/products/software/floodarea.html>
5. Ишук А.А., Козлитин В.Е., Сенченко А.Д., Швайко В.Г. Прогнозно-моделирующие комплексы для Правительственной информационно-аналитической системы по чрезвычайным ситуациям., [http://www.dataplus.ru/WIN/ARCREV/Number\\_21/14\\_model.html](http://www.dataplus.ru/WIN/ARCREV/Number_21/14_model.html).

Статья поступила в редакцию 12 мая 2003 г.

УДК 502:330.15

**ПІДХІД ДО КЛАСИФІКАЦІЇ СТАНУ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ ПО  
БАГАТОСПЕКТРАЛЬНИХ КОСМІЧНИХ ЗОБРАЖЕННЯХ  
НА ОСНОВІ ПРИНЦИПУ ЗЛИТТЯ ДАНИХ ТА ВИКОРИСТАННЯ  
ЕЛЕМЕНТІВ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ**

*Попов М.О., Рябоконеко О.Д., Петроченко О.Ю.*

**Передмова**

Сьогодні, як ніколи раніше, зрозуміло, що екологічна та техногенна безпека України напряму залежить від стану лісових покривів. Дійсно, ліса грають величезну роль в процесі стабілізації екологічного стану регіонів, локалізації токсикантів, зберіганні водного балансу і т.д. Про це йде мова, зокрема, у Законі України “Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру”, а також у державній “Програмі запобігання та реагування на надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру на 2000-2005 роки”. Тому моніторинг стану лісів, проведення об’єктивних та оперативних оцінок їх стану конче необхідні для контролю за сталим розвитком територій.

Як відомо, одним з найбільш ефективних методів дослідження лісів є метод, оснований на використанні матеріалів багатоспектральної зйомки поверхні Землі з космосу, причому сучасні космічні засоби дозволяють проводити контроль стану лісів в режимі моніторингу як на локальному, так й на регіональному рівнях. Особливо ефективно застосування космічних знімків в районах стихійних лих, екологічних катастроф, що охоплюють величезні площі, де присутність людини з різних причин неможлива чи небажана (наприклад, внаслідок високого радіаційного фону).

Використання багатоспектральних знімків для вивчення рослинності базується на аналізі варіацій параметрів відбитого сонячного випромінювання в різних діапазонах спектру електромагнітних хвиль в результаті його взаємодії з рослинами [1]. Спектри відбиття в різних спектральних діапазонах надають принципово різну інформацію щодо рослинності, тому доцільно їх сумісне використання для дослідження стану рослинних покривів Землі та їх класифікації. З цієї точки зору бажано збільшення кількості робочих спектральних діапазонів. І дійсно, кількість робочих спектральних діапазонів у сучасних іконічних системах космічного дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) обчислюється десятками і навіть сотнями. Але при цьому виникає низка проблем, серед яких найбільш актуальними є такі: як відібрати найбільш корисні (найбільш інформативні) спектральні канали і яким чином переробити з мінімумом помилок величезні масиви іконічної інформації.

Існує багато різноманітних підходів до оцінки інформативності спектральних каналів іконічних засобів ДЗЗ [2], але переважає прагматичний підхід, за яким канал

вважається тим інформативніше, чим більше інформація, яку він надає, сприяє вирішенню поставленої конкретної тематичної задачі.

Для оброблення величезних масивів іконічної інформації (зображень) в останні часи залучають спеціальні прикладні програми, серед яких найбільш відомі програмні системи ERDAS Imagine, PCI Geomatic, ErMapper, ArcView, MapInfo, SPANS MAP [3].

Досвід показує, що вищеназвані або інші подібні прикладні програмні системи надають унікальні можливості для роботи з даними ДЗЗ як при проведенні наукових досліджень, так і при вирішенні широкої гами практичних задач. Але разом з тим існують деякі обмеження. По-перше, кожна така прикладна програмна система є високотехнологічним продуктом, повноцінне використання якого неможливо без наявності потужної апаратної (технічної) бази і високої кваліфікації користувача. По-друге, широкому розповсюдженню таких високотехнологічних продуктів заважає їх відповідно висока ціна.

Тому актуальною залишається проблема створення спеціалізованих алгоритмів та програм, орієнтованих на вирішення тематичних задач, які можуть бути реалізовані на ПЕОМ типової конфігурації, і робота з якими потребує мінімальної комп'ютерної підготовленості користувача. Підхід до вирішення однієї з таких задач, а саме - до класифікації стану лісових ресурсів по багатоспектральним космічним зображенням розглядається в даній статті. Підхід у своїй теоретичній частині базується на синергетичній концепції злиття даних [4].

#### Постановка задачі

Нехай  $S$  – область земної поверхні з лісами, стан яких підлягає вивченню. Область  $S$  розкладається на сукупність (множину) елементарних однакових за формою та розміром ділянок місцевості  $\{S_i / S_i \in S; i = 1, 2, \dots\}$ ; при цьому

$$S_i \cap S_k = \emptyset, \quad (i \neq k); \quad \bigcup_{i=1,2,\dots} S_i = S.$$

Передбачається, що кожна ділянка місцевості  $S_i$

може належати до того чи іншого класу  $K_m$ ,  $m = 1, 2, \dots, M$ , де  $M$  – загальна кількість класів. Метою вивчення кожної окремої ділянки є її класифікація, тобто визначення, до якого класу вона належить.

При використанні аерокосмічної іконічної системи ДЗЗ, що має  $N$  спектральних каналів, для кожної ділянки  $s_i$  земної поверхні може бути отримано до  $N$  зональних зображень. Якщо прийняти, що елементарній ділянці місцевості  $s_i$  відповідає один піксел на зображенні, то задача вивчення ділянок зводиться до класифікації пікселів, або піксельних об'єктів (їх також будемо позначати як  $s_i$ )

При заданій геометричній формі піксела повний опис складається з набору таких даних, як ім'я багатоспектрального зображення, місцеположення у площини зображення, амплітуда (або інтенсивність чи оптична щільність). Кожному багатоспектральному зображенню відповідає сукупність його складових спектральних зображень, кожне зі своїм номером. Місцеположення піксела визначається в прямокутній системі координат з початком координат у головній



точці знімку. Амплітуда є тою кількісною ознакою, яка саме використовується при класифікації піксельних об'єктів.

Таким чином, на багатоспектральному зображенні кожний піксел буде мати повний опис у вигляді кортежу  $\langle \#, X, Y, \pi_1, \pi_2, \dots, \pi_N \rangle$ , (1)

де  $\#$  - номер багатоспектрального зображення;  $x, y$  - координати піксела;  $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_N$  - амплітуди ідентичних (за координатами) пікселів на відповідних спектральних зображеннях загальною кількістю  $N$ , що разом складають багатоспектральне зображення з номером  $\#$ .

Задача класифікації піксельних об'єктів ставиться таким чином. Кожний піксел  $s_i$  належить одному з  $K_m$  класів,  $m=1,2,\dots,M$ . Для кожного класу  $K_m$  ( $m=1,2,\dots,M$ ) надана інформація  $I_m$  у вигляді навчальної вибірки  $\langle v_m^+ \rangle$  множини позитивних прикладів  $\langle v_m^+ \rangle \subseteq K_m$ , загалом утворюючих загальну навчальну вибірку  $I$  таку, що

$$I = I_1 \cup I_2 \cup \dots \cup I_M, \quad (2)$$

Необхідно:

- 1) сформулювати критерій інформативності спектральних каналів;
- 2) розробити класифікаційне правило, яке дозволить алгоритмічно визначати для будь-якого об'єкта  $s_i \in S$  ( $i=1,2,\dots$ ) достовірність  $\mu_m$  його належності до класу  $K_m$ , тобто отримувати пару  $\langle K_m, \mu_m \rangle$ ;
- 3) застосувати сформоване класифікаційне правило до конкретних об'єктів.

**Критеріальна функція інформативності спектральних каналів**

При оцінці інформативності спектральних каналів будемо вважати, що нам відома навчальна вибірка для кожного з  $K_m$  класів,  $m=1,2,\dots,M$ .

Кожна кількісна ознака  $\pi_n$  ( $n=1,2,\dots,N$ ) в відповідному спектральному каналі має певний діапазон значень; позначимо його  $d_{\pi_n}$ . У межах загальної навчальної вибірки  $I$  діапазон значень  $n$ -ї ознаки розраховується як

$$d_{\pi_n} = \max_I (\pi_n) - \min_I (\pi_n), \quad (3)$$

де  $\max_I (\pi_n)$  та  $\min_I (\pi_n)$  - відповідно найбільше та найменше значення цієї ознаки.

Для дослідження кореляції значень ознаки  $\pi_n$  з класами  $K_1, K_2, \dots, K_M$  розподілимо діапазон значень ознаки на однакові за шириною інтервали. Ширина інтервалу визначається як

$$\Delta d_{\pi_n} = \frac{d_{\pi_n}}{|I|}, \quad (4)$$

де  $|I|$  - потужність загальної навчальної вибірки у теоретико-множинному розумінні.

Клас  $K_m$  будемо називати зіставленим певному інтервалу ознаки  $\pi_m$ , яка розглядається, якщо в навчальній вибірці  $I_m$  позитивних прикладів по класу  $K_m$  матимемо приклад об'єкта, значення ознаки якого потрапляє до цього інтервалу.

Якщо кількісна ознака для об'єктів різних класів в кожній з  $N$  спектральних зон розподілена на відповідні інтервали, то, використовуючи загальну навчальну вибірку, для будь-якої спектральної зони можна визначитися, в якій інтервал попали конкретні представники різних класів з цієї вибірки, а потім підрахувати кількість попадань класів у відповідні інтервали. Зрозуміло, розподіл попадань класів по інтервалах буде відрізнятися для різних спектральних каналів, а це означає, що різні спектральні канали неоднаково ефективні при класифікації об'єктів.

Ефективність класифікації об'єктів може бути платформою для визначення й порівняння інформативних властивостей різних спектральних каналів.

Впровадимо функцію  $F$ , яку будемо далі називати критеріальною функцією інформативності спектрального каналу:

$$F = 1 - \frac{1}{M(M-1)} \cdot \sum_{m=1}^M \frac{\sum_{j=1}^{nz} \left( l_{mj} \cdot \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq m}}^M l_{kj} \right)}{\sum_{j=1}^{nz} l_{mj}}, \quad (5)$$

де  $M$  - кількість класів;  $nz$  - число інтервалів для ознаки спектрального каналу, що розглядається;  $l_{mj}$  - індикатор зіставлення,

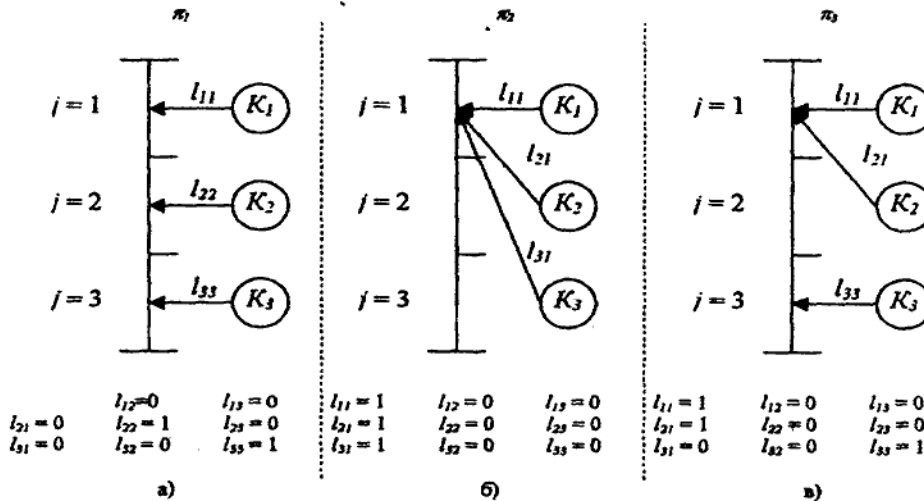
$$l_{mj} = \begin{cases} 1, & \text{якщо клас } K_m \text{ зіставлений з інтервалом } j, \\ 0, & \text{в іншому випадку.} \end{cases}$$

Можна показати, що функція інформативності (5) має значення в діапазоні від 0 до 1, а її конкретна величина залежить від того, як зіставлені між собою класи та ознаки. Серед спектральних каналів той буде характеризуватися найбільшим значенням функції  $F$ , для ознаки якого число класів, одночасно зіставлених кожному інтервалу, мінімально. Будемо далі користуватися гіпотезою, що саме той спектральний канал і є найбільш інформативним; тоді формула (5) надає можливість кількісно порівнювати інформативності спектральних каналів та відбирати серед них найбільш ефективні для класифікації об'єктів.

Проілюструємо існування такої можливості на прикладі, коли навчальна вибірка складається з трьох об'єктів, причому кожний об'єкт відноситься до свого окремого класу. Тобто маємо три класи ( $M=3$ ), і, у відповідності з формулою (4), у кожному спектральному каналі інтервал значень ознак буде розбитий на три інтервали (мал.1).

Припустимо, що існує три спектральних канали ( $N=3$ ), в яких відомі значення ознак  $\langle \pi_1, \pi_2, \pi_3 \rangle$  об'єктів навчальної вибірки. Оцінимо інформативність кожного з цих каналів. У даному випадку формулу (5) можна переписати як

$$F = 1 - \frac{1}{6} \left[ \frac{l_{11}(V_{21} + l_{31}) + l_{12}(V_{22} + l_{32}) + l_{13}(V_{23} + l_{33})}{l_{11} + l_{12} + l_{13}} + \frac{l_{21}(V_{11} + l_{31}) + l_{22}(V_{12} + l_{32}) + l_{23}(V_{13} + l_{33})}{l_{21} + l_{22} + l_{23}} + \frac{l_{31}(V_{11} + l_{31}) + l_{32}(V_{12} + l_{32}) + l_{33}(V_{13} + l_{33})}{l_{31} + l_{32} + l_{33}} \right]$$



Мал. 1. Визначення інформативності спектральних каналів

Результати обчислень за цією формулою з використанням значень індикаторів зіставлення  $l_{mj}$  для кожного спектрального каналу наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Розподіл інформативності спектральних каналів

Номер спектрального каналу	1-й ( $\pi_1$ )	2-й ( $\pi_2$ )	3-й ( $\pi_3$ )
$F$	1	0	2/3

Звідси видно, що найбільшу інформативність має 1-й канал, найменшу – 2-й канал.

#### Правила розрахунків достовірностей належності об'єкта класу

З вищевикладеного ясно, що не виключаються ситуації, коли по кожній ознаці  $\pi_n$  ( $n=1,2,\dots,N$ ) одному інтервалу буде зіставлено декілька класів. Для кількісної характеристики подібних ситуацій введемо оцінку  $\mu$ , яку далі будемо називати достовірністю належності об'єкта класу.

Оцінки  $\mu$  обчислюються для кожного інтервалу кожної ознаки по усіх класах за таким правилом:

*Крок 1.* Для кожного класу  $K_m$ , зіставленого інтервалу (поточної ознаки), береться відношення числа прикладів з відповідної підмножини  $I_m$  загальної навчальної вибірки, для яких значення даної ознаки потрапляє до цієї зони, до числа всіх прикладів зі складу підмножини, для яких значення даної ознаки взагалі відомо (визначено). Це відношення помножується на 100 і виражається відсотковими значеннями (в %).

*Крок 2.* Отримані відсоткові значення для усіх класів, які зіставляються даному інтервалові, підсумовуються.

*Крок 3.* Для кожного зіставленого інтервалу класу  $K_m$  значення, яке отримане на першому кроці, ділиться на сумарне значення, яке отримане на другому кроці. Результат ділення є величина достовірності  $\mu$ .

За такою трьохкроковою процедурою для кожного об'єкта, що класифікується, отримується до  $M$  достовірностей  $\langle \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_M \rangle$  його вірогідної належності відповідному класу  $K_m$  ( $m=1, 2, \dots, M$ ).

#### Структура класифікаційного правила

Класифікаційне правило  $R$  містить по-інтервальне подання кожної зі спектральних ознак  $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_N$ , при цьому для кожної ознаки вказуються номер  $n$  спектрального каналу ( $n=1, 2, \dots, N$ ) та інформація про розподіл класів по усіх інтервалах ознаки.

Для кожного інтервалу вказуються:

- 1) його верхня та нижня границі;
- 2) кількість прикладів із загальної навчальної вибірки, які потрапили до даного інтервалу по кожному класу  $K_m$  ( $m=1, 2, \dots, M$ );
- 3) достовірності належності об'єкта кожному з класів.

Вся перелічені дані формуються шляхом обробки навчальної вибірки і розміщуються в спеціальній інформаційній базі.

Розглянемо, використовуючи цю базу, механізм застосування класифікаційного правила  $R$  до конкретного піксельного об'єкту  $s_i$ . Об'єкт на багатоспектральному зображенні за номером  $\#$  може бути заданий деякими значеннями ознак по спектральних каналах, які заносяться до окремої таблиці.

При класифікації здійснюється накладання значень ознак об'єкта, що наведені в окремій таблиці на інтервальне подання ознак в інформаційній базі. Аналіз починається з розгляду найбільш суттєвої, з точки зору визначення належності об'єкта класу, ознаки, тобто з аналізу значень об'єкта у найбільш інформативному за формулою (5) спектральному каналі. У середині області значень цієї ознаки розшукується інтервал, до якого потрапляє значення ознаки об'єкта, що розглядається. З отриманого таким чином інтервалу береться інформація щодо достовірності зіставлених класів. Ця інформація заноситься до списку  $L_1$ . Це - первинний список класів, до яких може належати об'єкт, та їх достовірностей. Інформація по наступному за своєю інформативністю спектральному каналу заноситься до списку  $L_2$ .

З тих двох списків формується новий список  $L_3$  за спеціальним правилом, яке надається нижче. В основу правила покладено відомий в синергетиці принцип злиття даних [4, 5] Далі список  $L_3$  розглядається в ролі списку  $L_1$  і т.д.

Процес продовжується із залученням чергового спектрального каналу до тих пір, поки в остаточному списку не залишиться один клас або не буде проаналізована інформація про ознаки даного об'єкта по всіх спектральних каналах.

Таким чином, у ході послідовного аналізу спектральних ознак об'єкта має місце злиття даних з відсічкою зайвих класів і корегуванням величин достовірності для класів, що залишаються у списку.

Розглянемо тепер правило, за яким з двох попередніх списків  $L_1$  та  $L_2$  формується новий список  $L_3$ . Це правило передбачає виконання наступної послідовності умовно-логічних операцій.

1. Якщо у списку  $L_2$  є зіставлені класи, номери яких не співпадають з номерами зіставлених класів списку  $L_1$ , тоді:

1.1. Ці класи до списку  $L_3$  не залучати, але підсумувати їх достовірності;

1.2. Отриману величину достовірності розподілити між зіставленими класами списку  $L_2$  пропорційно їх достовірностям.

2. Якщо до списку  $L_2$  не потрапили деякі із зіставлених класів списку  $L_1$ , тоді:

2.1. Ці класи до списку  $L_3$  не залучати, однак їх достовірності розподілити між зіставленими класами списку  $L_1$ , тими, що залишилися, пропорційно їх достовірностям.;

2.2. Зіставлені класи списку  $L_1$ , які одночасно зіставлені до списку  $L_2$ , залучити до списку  $L_3$  з усередненими (по списках  $L_1$  та  $L_2$ ) величинами достовірностей.

Таким чином в результаті отримується новий список  $L_3$ . Відмітимо, що урахування синергізму спектральних каналів дає можливість підвищити достовірність результатів.

#### Алгоритм оцінки інформативності спектральних каналів та класифікації об'єктів на спектральних зображеннях

Для практичного застосування сформованого класифікаційного правила до конкретних об'єктів з використанням запропонованого вище критерію інформативності спектральних каналів і інформаційної бази розроблено алгоритм, який складається з наступної послідовності операцій-кроків.

1. По даним навчальної вибірки створити інформаційну базу.

2. По даним навчальної вибірки встановити інформативність кожного спектрального каналу, для чого розрахувати по формулі (5) значення функції інформативності  $F$  кожного  $n$ -го спектрального каналу,  $n=1,2,\dots, N$ , а також проранжувати значення функції інформативності  $F$  різних спектральних каналів.

3.  $n=0$ .

4. Перейти до поточного об'єкта та його спектральних ознак.

5. Перейти до найбільш інформативного спектрального каналу (ознаки).

6.  $n=n+1$ .

7. В інформаційній базі, де міститься вирішальне правило, розшукати інтервал, до якої потрапляє значення спектральної ознаки, яка аналізується.
8. Якщо  $n=1$ , тоді перехід до п. 12.
9. Сформувати список  $L_1$ , для чого виписати з розшукуваного інтервалу зіставлені класи з відповідними ним величинами достовірностей.
10. Переписати до списку  $L_3$  інформацію зі списку  $L_1$ .
11. Перехід до п. 16.
12. Сформувати список  $L_2$  аналогічно списку  $L_1$ .
13. Зі списків  $L_1$  та  $L_2$  сформувати список  $L_3$  (за правилом, викладеним вище).
14.  $n = n - 1$ .
15. Переписати до списку  $L_1$  інформацію зі списку  $L_3$ .
16. Якщо в списку  $L_3$  міститься один клас з ненульовим значенням достовірності, тоді перехід до п. 18.
17. Якщо проаналізовані ознаки не по всіх спектральних каналах, то перехід до п. 5. Інакше – перехід до п. 18 (Стоп).

Таким чином класифікується кожний піксельний об'єкт, причому одному об'єкту за результатами класифікації можуть бути зіставлені декілька класів з різними величинами достовірності.

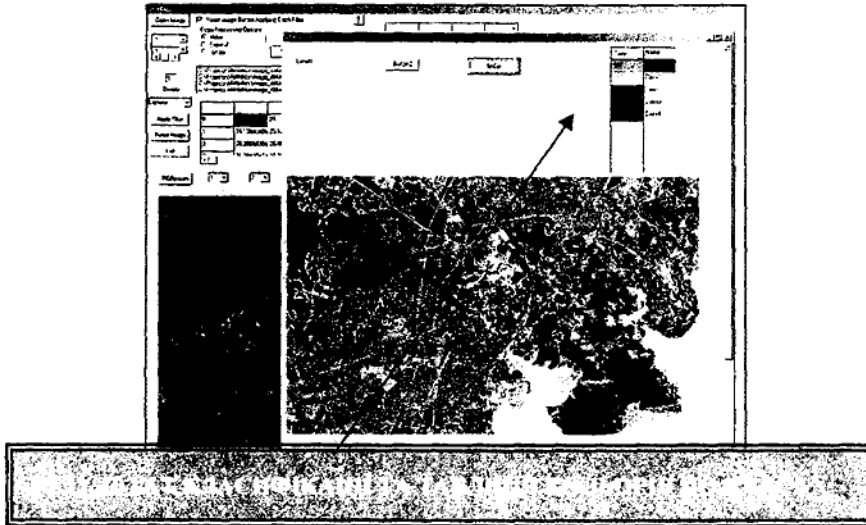
На базі запропонованого алгоритму було розроблено програмний модуль для класифікації багатоспектральних космічних зображень в програмному середовищі Delphi Enterprise, версія 6.0.

Розроблений інтерфейс використовує елементи ГІС-технологій і дозволяє:

- 1) Обирати канали багатоспектрального зображення, з якими планується працювати;
- 2) Відобразити багатоспектральне зображення у RGB форматі по обраних каналах;
- 3) Вводити за допомогою маніпулятора "mouse" навчальну інформацію по пікселям тестових ділянок;
- 4) Проводити оцінювання величини інформативності для кожного спектрального каналу, базуючись на даних навчальної вибірки;
- 5) Керувати кількістю каналів при проведенні класифікації;
- 6) Проводити класифікацію на базі створеної інформаційної бази.

Програмний модуль підтримує формат зображень BMP, далі планується підтримка формату TIFF та інших форматів.

На мал. 2 показаний розроблений інтерфейс для візуального відображення вихідних даних та результатів обчислювань, а також результатів класифікації об'єктів чотирьох класів при використанні двох спектральних каналів.



*Мал. 2. Інтерфейс для візуального відображення вихідних даних та результатів обчислювань та результатів класифікації*

## ВИСНОВКИ

Таким чином, у статті запропоновано новий підхід до класифікації стану лісових ресурсів по багатоспектральним космічним зображенням. Підхід базується на синергетичній концепції злиття даних.

Розроблено алгоритм класифікації, який базується на запропонованих критеріях інформативності спектральних каналів і класифікаційному правилі визначення належності об'єкта до класу.

На базі описаного алгоритму розроблено з використанням елементів ГІС-технологій програмний модуль для класифікації багатоспектральних космічних зображень. Для програмної реалізації обрано середовище програмування Delphi Enterprise, версія 6.0.

## Література

1. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли: Основы и методы дистанционных исследований в геологии. М.: Мир, 1988. 343 с.
2. Многозональные аэрокосмические съемки Земли. М.: Наука, 1981. 303 с.
3. Бугаевский Л.М., Цветков В.Я. Геоинформационные системы. М.: Златоуст, 2000. 214 с.
4. Попов М.О. Сучасні погляди на інтерпретацію даних аерокосмічного дистанційного зондування Землі // Космічна наука і технологія, 2002, т. 8, №2/3, с. 110-115.
5. Эбелинг В., Энгель А., Файстель Р. Физика процессов эволюции. М.: Эдиториал УРСС, 2001. 328 с.

Статья поступила в редакцию 25 апреля 2003 г.

УДК. 911.9(477.63)+502.5(477.63)

**ЗАСТОСУВАННЯ ДАНИХ ДЗЗ (LANDSAT 7 ETM+, Terra ASTER) ДЛЯ  
СТАРТОВОГО ОЦІНЮВАННЯ МАСШТАБІВ ОСТРОВІЗАЦІЇ ТА ВІДНОВЛЕННЯ  
ПРИРОДНИХ ТЕРИТОРІЙ КРИМСЬКОГО ПІВОСТРОВА**

*Придатко В.І., Карпенко С.О., Личак О.І., Вацет О.Є., Пархісенко Я.В.*

**ВСТУП**

Згідно з Законом України “Про Загальнодержавну програму формування національної екомережі України на 2000-2015 роки”<sup>1</sup> в Україні має бути створено до шести десятків нових заповідних об’єктів (ЗО) і суттєво збільшено загальну площу природоохоронних територій. У свою чергу, стало майже традицією розглядати заповідники у якості майбутніх ядер екомережі, а фрагменти залишків природних територій - в якості своєрідних екологічних мостів.

В той же час, на думку авторів статті, має місце суттєве недооцінювання реалій щодо геометрії цих залишків, або “островів” природних територій, кількість яких після 1992 року, певне, почала збільшуватись, зокрема, з причин зменшення активності цілого ряду господарств. За різними оцінками сумарна площа земель, які могли би бути стали резервом для природно-заповідного могла би скласти в масштабах України близько 6-8 млн.га. В той же час, відповідні тематичні карти, побудовані на основі сучасних даних ДЗЗ, нам не відомі.

Звідси, по відношенню до екомережі теоретично існує суттєве недооцінювання справжніх масштабів мозаїчності природних територій і, одночасно, має місце використання лише вторинної, супутньої картографічної інформації. Змінити ситуацію на краще могло би використання даних дистанційного зондування Землі та ГІС-аналіз [1,2,5,7].

Нові заповідники, як правило засновуються шляхом підвищення охоронного статусу вже існуючих об’єктів. Наприклад, від рівня заказника - до статусу регіонального ландшафтного парку. Однак, проблема в тому, що існуючі ЗО нерівномірно розподілені за географічними провінціями по території України, тобто незбалансовано репрезентують ландшафтне і біологічне різноманіття. Так, дуже багато об’єктів у Західній Україні (Карпати, Передкарпаття) та зовсім мало у центральних степових провінціях, степовому Криму [3,9].

Подібне спостереження не нове і було поштовхом до закріплення тої точки зору, що заснування нових об’єктів має відбуватись, перш за все, на малозабезпечених заповідним фондом територіях. Новий аналіз ситуації дає нам можливість не тільки запропонувати концептуально інший підхід щодо вибору місць першочергового заснування ЗО – на їх сухопутних та водних ділянках, що

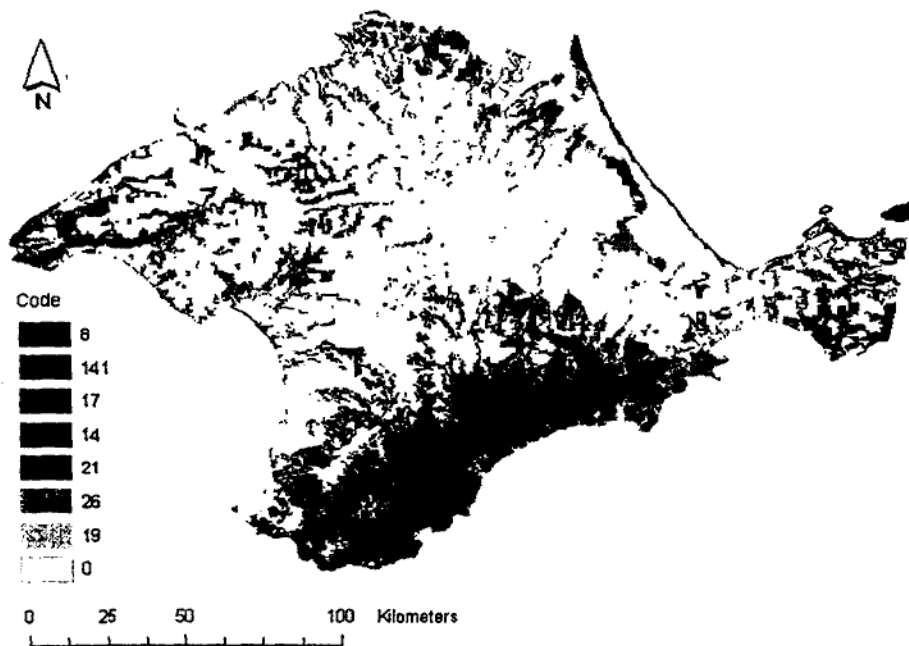
<sup>1</sup> Постанова Верховної Ради України №1989-III, від 21.09.2000.



майже не зазнали антропогенних втручань (ділянки степу, яри, закинуті сільгоспугіддя і військові бази, полігони, піски, тощо) – а й обґрунтувати відповідної картографічної моделі, яка б доповнювала існуючі в Криму потужні географічні та геоботанічні напрацювання і сприяла пришвидшенню розширення природно-заповідної мережі.

Такі ділянки та їх аналоги в даному дослідженні ми надалі називатимемо островами природних територій (ОсПТ) - мал. 1

Найзначніші за площею ОсПТ об'єктивно існують на землях, що з різних причин не використовувалися у сільському господарстві, промислових цілях або для забудови. В степовій частині це поди, солонці та солончаки, ділянки вздовж



**Мал. 1. Фрагмент тематичної карти "Острови природних територій в Криму" за результатами обробки космознімків Landsat 7 ETM+ 1999, 2000**

берегів водних об'єктів, діючі та колишні військові полігони, схили та обриви, тощо. На фоні давно антропогенно зміненого українського степу усі ці ОсПТ є справжніми природними островами біорізноманіття. Але як вже зазначалось, ні Державна служба заповідної справи, ні місцеві громади - ініціатори заснування нових ЗО, сьогодні не володіють тематичним картографічним матеріалом щодо контурів ОсПТ. В той же час, активні роботи із виділення ОсПТ у масштабі України через польові дослідження, певне, майже не можливі, з причин їх високої коштовності.

Зважаючи на викладене, на прикладі Кримського півострова, нами продемонстровано наскільки суттєвим може бути сьогодні просування вперед, в напрямку до зменшення зазначеної інформаційно-картографічної відстані, якщо використовувати напрацювання з ДЗЗ та ГІС, накопичені за останні декілька років, тим більше, що буквально в 2000-2001 рр. УЦМЗР було отримано нову повну мозаїку поверхні Кримського півострова, побудовану на основі космознімків Landsat 7 ETM+ за 1999 та 2000 рр. та космознімків Terra ASTER за 2001 р. [9].

Зважаючи на попередній досвід УЦМЗР, до роботи було залучено партнера УЦМЗР в Криму – це НДЦ Технологій сталого розвитку при Таврійському національному університеті ім. В.І. Вернадського (надалі ТНУ).

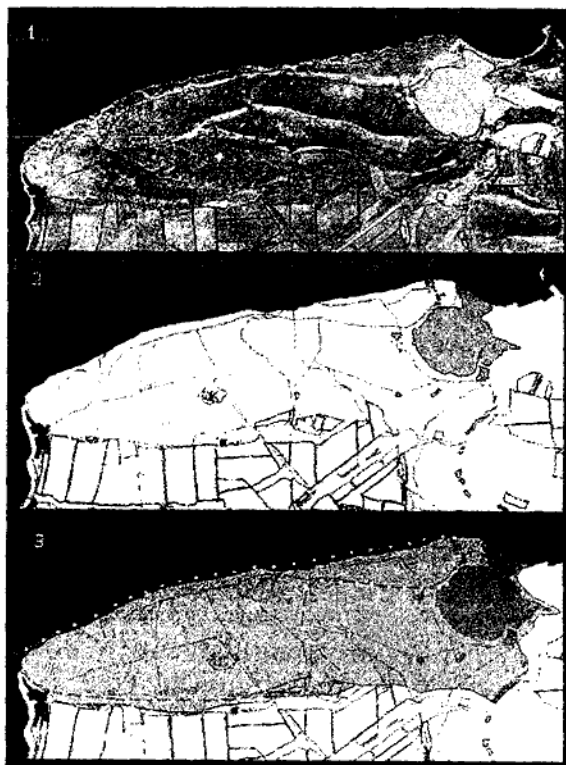
## МЕТОДОЛОГІЯ

Завданням роботи було виділення ОсПТ в межах Кримського півострова з використанням даних ДЗЗ 1999-2001 рр.

За картографічну основу нами взято векторну карту 1:200000 на базі продукту ArcGIS. Для роботи використовувалась мозаїка території Криму, отримана УЦМЗР на основі чотирьох знімків Landsat 7 ETM+ із наступними просторово-тимчасовими параметрами: 12 серпня 1999 р. (Path 177 Row 28); 21 серпня 2000 р. (Path 178 Row 28); 12 серпня 1999 р. (Path 177 Row 29); 21 серпня 2000 р. (Path 178 Row 29). Оскільки зазначена космозйомка не накриває територію Керченського півострова, УЦМЗР використовувався космознімок Terra ASTER від 19 листопада 2001 р. із архіву УЦМЗР. Для цієї території був проведений порівняльний аналіз змін поверхні району Караларського степу (мал. 2). Роботи по визначенню островів природних територій на Керченському півострові іще не завершено, але можна передбачити, що їх загальна площа може бути значною.

За основу програмного забезпечення в УЦМЗР взято ERDAS Imagine 8.4, ArcView 3.2., ArcView 8.1 Частина запланованої роботи із визначення ОсПТ та оцінювання їх стану, зокрема, щодо лісовкритих територій, нами була виконана в 2002 році, в ході цільового change-analyse за визнаними методиками [8].

Це було потрібно для пошуку змінених лісовкритих площ, або “островів” серед “островів”. Слід зазначити, що тут, на лісовкритих територіях (та на морському узбережжі), зосереджені основні заповідні об’єкти Криму. В цьому випадку усі процедури й алгоритми були орієнтовані на використання ERDAS Imagine 8.4. Просторова прив’язка точок маршрутів наземного обстеження проводилася нами в 2002 р. із використанням GPS Holux GM-100.



Мал. 2. Макет карти-схеми Караларського степу (Керченський півострів, Крим), укладеної за результатами порівняння зображення Landsat 4, 1988 [1] та Terra ASTER, 2001 [2]. Показано, що степовий «острів» природної території, який майже не зазнав суттєвих змін з 1988 по 2001 роки, значно перевищує площу заснованого в 1988 року Караларського ландшафтного заказника [3]. Звідси, розширення території. Та підвищення її статусу до рівня регіонального парку мало б під собою нові підстави (Джерела картографічної інформації: УЦМЗР, Головне управління геодезії, картографії і кадастру Мінекоресурсів України, Рескомприроди Криму, ТНУ).

Принцип визначення ОсПТ полягав у обробці космічних знімків для комп'ютеризованого пошуку характерних ділянок, що мають однотипний, заздалегідь визначений фототон, у різних каналах космічної зйомки. Зразки фототонів різних ОсПТ були нами виділені за архівними даними та за результатами власних польових досліджень. Наприклад, в квітні 2002 було здійснено спеціальні виїзди, зокрема, в район с. Біла Скеля, та в район Караларського степу.

Для кожного класу ділянок застосовувалась окрема класифікація. Безпосереднє виділення «островів» природних територій здійснювалось оператором-ландшафтознавцем. Оскільки дана робота носила початковий характер, масштаб кінцевого продукту мав актуальність приблизно на рівні 1:200 000.

Зазначимо, що для більшості островів природних територій сьогоднішня описова інформація є далеко неповною. Наприклад, у авторів до цього часу багато питань викликають два значних за розміром контури, площею в декілька квадратних кілометрів, візуально помітні на космознімках на місці сільськогосподарських ландшафтів біля с. Біла Скеля.

Можливо, вони є результатом тимчасового зменшення інтенсивності сільськогосподарського виробництва, і де залишки посівів сільгоспкультур продовжують відчувати вплив природного зволоження, що, у свою чергу, призвело до помітної зміни спектральних характеристик даної поверхні на космознімку Landsat..

## ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Зважаючи на попередні наші дослідження, виділення островів природних територій відбувалось для регіону, в якому вже було виділено якнайменше 28 класів земної поверхні [9]. Нами також було уточнено, що це 9 основних типів ландшафтів, які можна описати наступним чином (таблиця 1). Із таблиці видно, що деякі з них є суто місцевими, характерними тільки для конкретної території (Тарханкутський та Керченський півострови).

ГІС-продукт розроблено як тематичний шар у ГІС, для якого масштаб від 1:200000 до 1:300000 є найбільш задовільним. Причини цього в тому, що дані дистанційного зондування 1999-2000 рр. продовжують уточнюватись, в тому числі, за рахунок отримання нової наземної інформації.

Таблиця 1

Витяг із російсько-англійської атрибутивної таблиці пілот-ГІС, створеної УЦМЗР та ТНУ для картування островів природних територій («Landkod»)

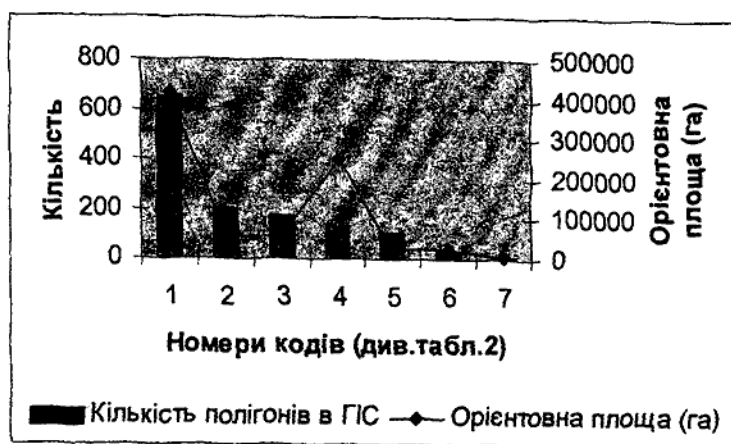
1	Coastal areas and slopes of the Tarkhankut Hills with non-fruitful stony and rubbly soils covered with the steppe and petrophytous assemblages with little fragments of farmlands.	Приморские территории и склоны Тарханкутской возвышенности на малопродуктивных каменисто-щебнистых почвах под степными и петрофитными сообществами, с незначительными фрагментами сельхозугодий
2	Coastal plains, beaches and spits with halophytic meadows and psammophyte assemblages on alkali soils impacted by recreational activities and transport.	Прибрежные низменности, пляжи и косы с галофитными лугами и псаммофитными сообществами на солончаках, испытывающие рекреационную и транспортную нагрузку
3	Coastal and estuarial plains with alkali soils covered with fescue, feather-grass and halophytic assemblages	Прибрежные, прилиманные низменности на солончаках под типчакково-ковыльными и галофитными сообществами
4	Plains of Kerch Hills covered with sagebrush and fescue assemblages	Равнины Керченской возвышенности с полынно-типчakovыми сообществами
5	Near-lowland and near-riverbed areas with light-chestnut, meadow-and-chernozem-like soils covered with motley grass, sagebrush-and-fescue steppe assemblages occasionally used as pastures and feed crop fields.	Придолинные и прирусловые территории на светло-каштановых и лугово-черноземновидных солонцеватых почвах под лугово-разнотравными, полынно-типчakovыми степными сообществами, периодически используемых в качестве пастбищ и под посевы кормовых культур

Продовження таблиці 1

6	Wastelands around settlements trampled by cattle and transport, pyrogenically and ruderalily affected and partially used as pastures.	Приселетбные пустоши, выбитые скотом, транспортом, испытывающие антропогенную нагрузку в виде пирогенного и рудерального воздействия, частично используемых под выпас.
7	Central steppe areas with chernozem and chestnut soil covered with sagebrush-and-fescue assemblages with fragments of non-fruitful lands used for agricultural needs.	Центрально-степные территории на черноземах южных и каштановых почвах под типчаково-ковыльными сообществами с фрагментами малопродуктивных земель, используемых в сельском хозяйстве.
8	Near-lowland and near-riverbed areas with chernozem, southern and dark-chestnut soils covered with meadow and motley grass assemblages with fragments of gallery and bush forests.	Придолинные и прирусловые территории на черноземах южных и темно-каштановых почвах под лугово-разнотравными сообществами с фрагментами галерейных лесов и кустарниковых зарослей.
9	Near-watershed and watershed areas with motley grass, grain and sagebrush steppes with fragments of <i>shibliak</i> undergrowth and forest plantations partially used as pastures and hayfields.	Приводораздельные и водораздельные территории с разнотравно-злаковыми и ковыльными степями с фрагментами шибляковых зарослей и искусственных лесопосадок, частично используемых в качестве пастбищ и сенокосов.

Оскільки побудова тематичної карти щодо островів природних територій здійснювалась нами вперше, ми не вважали за можливе проаналізувати в які із запропонованих типів чи класів поверхонь потрапляє кожний із знайдених "островів" (окрім лісів). В той же час ми вважали, що на цьому етапі досліджень можна кожному із полігонів в пілот-ГІС можна знайти відповідний аналог у скороченому списку типів екосистем чи їх аналогів, яких ми виділили 7 (табл.2, мал.1).

Всього на основній робочій поверхні нами було виділено 1314 полігонів або "островів" із яких найбільшими за площею та за частотою зустрічі у вибірці були "Пасовища" (мал.3). Цей приклад підкреслює, що сьогодні агроландшафти є найбільш динамічними щодо відновлення природних властивостей і, одночасно, найбільш перспективними для цілей розширення природно-заповідної мережі в Криму. Разом з тим, території сільськогосподарського використання наближені до



Мал.3. Ілюстрація представленості полігонів, які маркують "острови" природних територій в Криму у відповідній пілот-ГІС (окрім коду "0")

населених пунктів. ГІС-аналіз довів, що кількість мікро-полігонів, вирізаних нами із островів природних територій із-за того, що вони частково наповзали на шейпи населених пунктів, склала 1854.

Другими за представленістю в нашому аналізі були "Розріджені лісові масиви". Слід зазначити, що такі зосереджені, в основному, в гірському Криму. В

той же час, значення островів лісу в агроландшафтах важко переоцінити. Наведеній нами тематичній карті ця інформація в даному масштабі не відображена, хоча і є доступною в основній пілот-ГІС із огляду на можливості Landsat 7. Тобто, якщо ці острови мали розмір менше, ніж 900 м<sup>2</sup>, то в поле нашого зору вони не потрапляли.

Загальна площа території, обраної нами для ГІС-аналізу щодо лісовкритих територій Криму, склала близько 319 тисяч гектарів, тобто майже весь гірський Крим. Із них, 24 тис. гектарів були закриті хмарами, тому дистанційні виміри тут не проводили. У результаті комп'ютерної обробки космознімків було виявлено, що сумарна площа територій, де лісова рослинність відновилася або стала більш зімкнутою, густою, склала близько 0,4%. Там, де вона зменшилася істотно або зникла – 0,4%, а там де істотно змінився її колір – 0,2%.

Таким чином, у відношенні лісових екосистем островізація в Криму за 10 останніх років мала незначний точковий характер. З точки зору теорії заповідної справи можна зазначити що дійсно, гірська лісовкрита площа є єдиним великим островом, який заслуговує на те, щоб управлятись комплексно, можливо, в статусі національного природного парку. (Подібні приклади мажуть місце, наприклад, в

Болгарії – це національний природний парк “Центральні Балкани”, в склад якого входить 12 заповідників інших категорій).

В той же час, поза межами нашого дистанційного аналізу залишилися приморські рідколісся, розташовані на берегових обривах. Ми можемо лише передбачити, що їх роль в екомережі є досить суттєвою, і що дослідження таких (у відношенні островізації) та належне картування відбуватиметься із застосування горизонтальної фотозйомки і із укладання фото планів, і нам відомо, що такі дослідження вже розпочато.

Таблиця 2

Фрагмент атрибутивної таблиці пілот-ГІС:  
коди і короткий опис основних екосистем і їх аналогів

Код території в пілот-ГІС	Кількість полігонів в пілот-ГІС, віднесених до даного коду	Легенда (англ.)	Легенда (укр.)
8	652	Pastures	Пасовище
141 <sup>2</sup>	206	Sparse forest area	Розріджений лісовий масив
17	172	Mountain meadow and forest-steppe assemblages	Гірсько-лукові та гірсько-лісостепові асоціації
14 <sup>2</sup>	134	Forest area	Ліс
21	107	Forest-steppe assemblages	Лісо-степові асоціації
26	36	Spits	Пересипи, коси та ін.
19	7	Water-logged ground	Заболочені поверхні
0	Не визначалось	No islands of the natural areas	Острови природних територій відсутні

## ОБГОВОРЕННЯ

Таким чином, вперше для України нами проведено цільову масштабну класифікацію форм земної поверхні за функціональними ознаками з побудовою в ГІС полігонів – залишків (“островів”) природних територій, які б могли слугувати

<sup>2</sup> Детальна оцінка ступеню антропогенної змінності лісних територій у зв’язку зі складним характером лісо-меліоративного впливу на даний тип об’єктів не проводилася

надалі основою для створення заповідних об'єктів чи бути мостами між заповідними об'єктами.

Подальша робота щодо деталізації такої карти в ГІС має безперечні перспективи, адже подібна карта дозволить використовувати найрізноманітніші властивості ГІС для отримання нових даних щодо значення тих чи інших форм на великих ділянках (наприклад, через визначення їх периметрів, площ полігонів складної геометрії, відстаней, тощо). Більше того, великій кількості полігональних об'єктів присвоєно адміністративну адресу (тобто визначено, на землях якого землевласника знаходиться даний "острів"). Перевагою даного продукту є також те, що атрибутивні таблиці містять інформацію про основного землевласника (райраду). Це означає, що при розширенні заповідної території чи під час проектуванні нових заповідних територій робота із землевласниками може бути більш аргументованою і буде спиратись на сучасний картографічний матеріал.

Спостереження за островізацією екосистем та за станом "островів" має індикативне значення для багатьох цілей. За останніми висновками експертів Конвенції про біологічне різноманіття [UNEP/CBD/SBSTTA/7/12], для цілей моніторингу агробіорізноманіття із 52 країн 32 використовують як індикатор стану біорізноманіття "зміни щодо використання агроландшафтів (в напрямку "до" або "від" аграрної практики)"<sup>3</sup>. В той же час, 29 країн, відповідно, "інтенсивність використання агроландшафтів (інтенсивне, напів-інтенсивне, неінтенсивне)"<sup>4</sup>. Тобто, для моніторингу біорізноманіття використовується не тільки пряма інформація про кількість видів рослин чи тварин, але й опосередкована інформація, щодо інтенсивності використання земель, яка допомагає приймати рішення.

У випадку із Кримським півостровом, для якого є характерним високе господарське і рекреаційне навантаження у поєднанні із високим рівнем ендемізму, дослідження щодо стану островізації екосистем є надзвичайно актуальними. Безперечно також, що вони можуть суттєво допомогти при розбудові українського сегменту Все-європейської екомережі в рамках програми "Натура-2000", яка передбачає пошук та включення в мережу територій, що підпадають під директиви щодо птахів та щодо середовищ існування – SPAs, SACs<sup>5</sup>.

В кінцевому варіанті, карту ОсПТ нами було розроблено як тематичний шар у ГІС. Робочий масштаб, у якому надалі рекомендується працювати фахівцям заповідної справи із цим продуктом для ситуаційного планування - це 1:100000, що є задовільним для рівня регіону. Однак, ми визнаємо, що для створення конкретних карт та проектування територій майбутніх ЗО доцільно працювати у крупнішому масштабі – це 1:25000 – 1:50 000.

Для того, щоб вийти на такий масштабний ряд необхідні знімки кращої роздільної здатності – типу ASTER (15 м) та SPOT (10м). Сьогодні в архіві УЦМЗР є космознімки ASTER на територію всієї України.

<sup>3</sup> В оригінальній версії "Change in area of agricultural land (conversion to or from agriculture)".

<sup>4</sup> В оригінальній версії "Agricultural area (intensively farmed, semi-intensively farmed and uncultivated)".

<sup>5</sup> В оригінальній версії – це *Special Protection Areas - SPAs*, та *Special Areas of Conservation- SACs*.



У випадку замовлення роботи із уточнення ОсПТ Криму, існуюча карта може бути уточнена, а досвід створення карт ОсПТ може бути поширений на всю територію України.

### Література

1. Бобра Т.В. Ландшафтныя границы: подходы к анализу и картографированию. Симферополь: Таврия-плюс, 2001, с. 57-81
2. Брусак В.П. Географічні аспекти оптимізації функціонування заповідників (на прикладі природного заповідника "Розточчя" і Карпатського біосферного заповідника). Рукопис дисертації на здобуття ступеня кандидата географічних наук. Львів, 1997. 150с.
3. Леоненко В.Б., Стеценко М.П., Возний Ю.М. Атлас об'єктів природно-заповідного фонду України. К.: Видавничо-поліграфічний центр „Київський університет”, 2003. 72с.
4. Національна екологічна мережа: пріоритети розвитку. Київ, 2001.
5. Пархісенко Я.В., Придатко В.І., Ішук О.А., Штепа Ю.М., Петроченко О.Ю., Кобець М.І. "Приклади актуалізації тематичних карт для ГІС із застосуванням зображень, отриманих із супутників Landsat 4, Landsat 7 та SPOT".// Матеріали міжнародної науково-практичної конференції ГІС-форум України, 18-20 грудня 2001р. Київ, с. 166-174.
6. Пархісенко Я.В. Нормативно-правові аспекти геоекологічного менеджменту заповідних територій.// Географічна наука та освіта в Україні. Збірник наукових праць. К.: Київський університет, 2000. с. 40-41.
7. Придатко В.І., Ішук А.А., Потапенко Л.С., Штепа Ю.Н. Результаты выполнения проекта по созданию пилот-ГИС для целей мониторинга экосистем и сохранения биоразнообразия в Азово-Причерноморье (версия 2) // IV Международной конференции « Геоинформационные технологии в управлении территориальным развитием ». Ялта. 28 мая – 1 июня, 2001 г. ECOMM, 2001 (CD).
8. Придатко В.І., Штепа Ю.Н., Ішук А.А. Опыт применения ERDAS Imagine для анализа изменений лесов горного Крыма в 1988-2001 гг. с использованием снимков Landsat // Матеріали П'ятої Міжнародної Конференції "Геоінформаційні технології в управлінні територіальним розвитком", 27-31 травня 2002 року, Партеніт (АР Крим). CD – ECOMM, 2002. [http://www/publication/envmanag\\_ua.html](http://www/publication/envmanag_ua.html) .
9. Придатко В.І., Штепа Ю.М. Принципово нові можливості для формування екомережі в Україні у зв'язку з появою досвіду цільової обробки та інкорпорації космоснімків в ГІС // ISSN 1561-8889. Космічна наука і технологія. 2002. Т.8. № 2/3. С.59-65. [http://www/publication/envmanag\\_ua.html](http://www/publication/envmanag_ua.html)

Статья поступила в редакцию 8 мая 2003 г.

УДК 519.687:528

## АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ ОПОРНИХ ТОЧОК ГЕОГРАФІЧНОЇ ПРИВ'ЯЗКИ ЗОБРАЖЕНЬ ПО ПРОТЯЖНИМ ОБ'ЄКТАМ

*Присяжний В.І., Клюфас С.І., Маковейчук О. М., Бутко І.М.*

### ВСТУП

Одним із методів географічної прив'язки космічних фотознімків є пошук і ідентифікація опорних точок на зображенні і на карті у проекції (довгота, широта).

Для визначення опорних точок застосовуються методи, що базуються на виділенні високочастотної компоненти зображення – обчислення локальної дисперсії, ентропії або середніх локальних значень градієнта зображення [1, 2]. Далі виділяються границі і окремі точки на них, використовуючи локальні екстремуми кривої контуру [2] або алгоритм пошуку кутів [3].

Основні недоліки описаного методу:

- необхідність використання високодетальних зображень;
- низька точність визначення точок;
- проблема ідентифікації знайдених точок;
- висока обчислювальна вартість.

Пропонується алгоритм, який вільний від вказаних недоліків.

### Опис алгоритму

- 1) Проводиться сегментація вихідного знімка – перехід до бінарного зображення, де 0 відповідає суходолу, 1 – воді.
- 2) Знаходиться декілька характерних об'єктів, таких як острова і моря (назви є дещо умовними). Визначимо острів як 4-зв'язний масив точок, кожна з яких відповідає суходолу, аналогічно, море – зв'язний масив точок, що відповідають воді.
- 3) Зв'язні масиви виділяються за допомогою хвильового алгоритму [1].
- 4) Кожному знайденому об'єкту ставиться у відповідність точка – центр мас його бінарного зображення.
- 5) Кроки 1) – 4) застосовуються для карти, при чому порядок задання відповідних об'єктів повинен співпадати.

Отримані набори опорних точок використовуються для визначення параметрів географічної прив'язки – знаходженні залежності між географічними координатами довільної точки поверхні Землі і відповідного пікселя зображення вихідного зображення [4].

### Результати моделювання

Для демонстрації роботи описаного алгоритму використовувався реальний знімок району Егейського моря (Рис. 1).

Чисельне моделювання проводилось у MathCAD 2001 [5].



Рис. 1 Вихідне зображення

Сегментація проводилася пороговим методом – всі точки, інтенсивність яких менша певного порогу вважалися належними воді, інакше – суходолу

$$D_{x,y} = \begin{cases} 0, & F_{x,y} < p \\ 1 & otherwise \end{cases}, \quad (1)$$

$D_{x,y}$  – матриця бінарного зображення;  
 $F_{x,y}$  – матриця яскравості вихідного зображення;  
 $p = 170$  – поріг бінаризації.

Пороговий метод сегментації є найпростішим, але не завжди дозволяє отримати необхідні результати. Доцільно використовувати розклад зображення не на 2 (бінаризація), а на більшу кількість класів (вода, суходіл, хмари тощо). Зробити це можна, розкладаючи гістограму на окремі гаусіани або використовуючи статистичні методи, такі як метод максимальної правдоподібності [2].

Для опорної карти взято зображення, побудоване за даними висот рельєфу (Digital Elevation Models) NOAA [6]. Роздільна здатність карти –  $30'' \times 30''$ . Бінаризація проводилася аналогічно до (1):

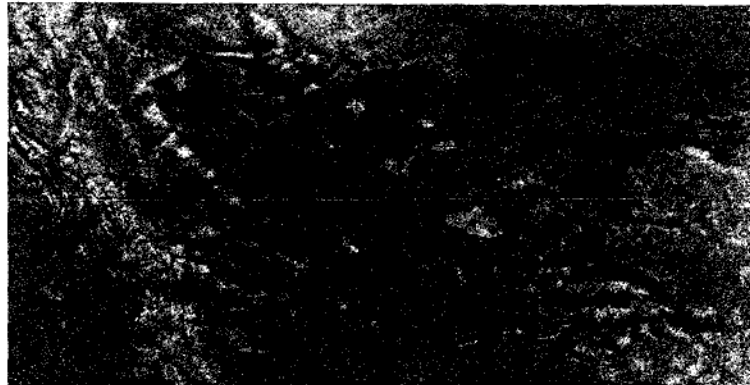
$$D'_{x,y} = \begin{cases} 0, & DEM_{x,y} \leq 0 \\ 1, & otherwise \end{cases}, \quad (2)$$

где  $D'_{x,y}$  – матриця бінарного зображення;

$DEM_{(x,y)}$  – матриця висот рельєфу.



*Мал. 2. Синтезоване псевдокольорове зображення  
(хрестами відмічено знайдені опорні точки)*



*Мал. 3 Псевдокольорове зображення карти  
(хрестами відмічено відповідні опорні точки)*

Для більшої інформативності синтезовано псевдокольорові зображення (мал. 2, 3) з компонентами

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = 255 \cdot \begin{pmatrix} Obj \\ c(F, p) \\ D \end{pmatrix} \quad (3)$$

$$Obj_{x,y} = \begin{cases} 1, & F_{x,y} \in \text{виділеним об'єктам} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

введено функцію контрастування

$$c(F, p) = \begin{cases} \frac{F-p}{\max(F)-p}, & F > p \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

В якості моделі прив'язки використовувалось перетворення

$$\begin{aligned} x_{\phi\theta} &= a_0 + a_1 \cdot X_{\phi\theta} + a_2 \cdot Y_{\phi\theta} + a_3 \cdot Z_{\phi\theta} \\ y_{\phi\theta} &= b_0 + b_1 \cdot X_{\phi\theta} + b_2 \cdot Y_{\phi\theta} + b_3 \cdot Z_{\phi\theta} \end{aligned} \quad (6)$$

де  $(\phi \ \theta)$  – географічні довгота, широта;

$a, b$  – підгоночні параметри, які знаходяться методом найменших квадратів [7];

$X, Y, Z$  – визначаються як

$$X_{\phi\theta} = \cos(\phi) \cos(\theta)$$

$$Y_{\phi\theta} = \sin(\phi) \cos(\theta)$$

$$Z_{\phi\theta} = \sin(\theta)$$

Знайдені опорні точки наведено у таблиці 1.

Обчислені значення коефіцієнтів  $a, b$ :

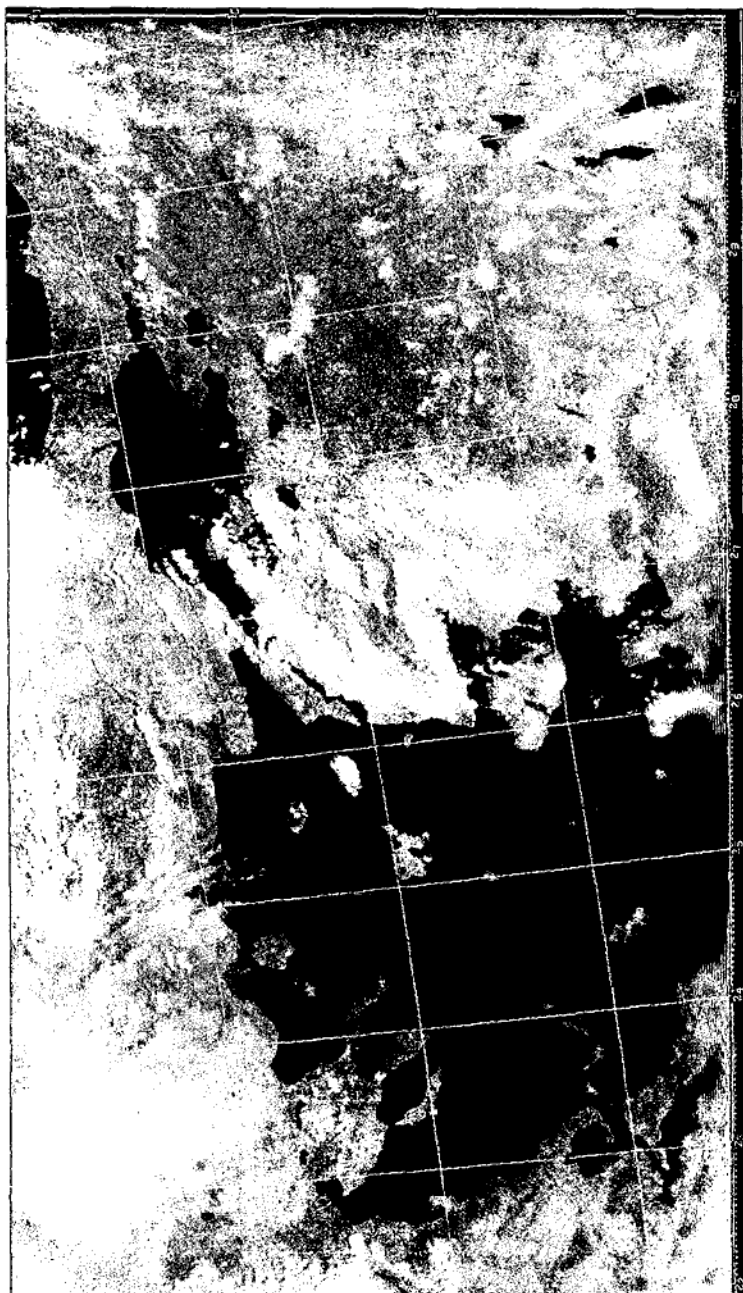
$$a = (5.377 \times 10^3 \quad -7.312 \times 10^3 \quad 8.598 \times 10^3 \quad -4.144 \times 10^3)$$

$$b = (-0.010 \times 10^3 \quad 7.821 \times 10^3 \quad 1.764 \times 10^3 \quad -8.544 \times 10^3)$$

Таблиця

Вихідне зображення, піксели		Карта, градуси. десяти долі градусів	
x	Y	$\phi$	$\theta$
379.7	644.6	24.553	38.871
354.7	272.8	24.652	40.697
539.5	352.7	25.839	40.170
494.6	299.2	25.581	40.469
622.7	541.2	26.242	39.178
538.5	680.6	25.580	38.581
455.2	417.3	25.226	39.921
213.1	605.8	23.455	39.179

Мал. 4 показано вихідне зображення з нанесеною координатною с



Мал. 4. Вихідне контрастзоване зображення з нанесеною координатною сіткою (повернуто на 90°)

## ВИСНОВКИ

Представлено простий ефективний алгоритм знаходження опорних точок по протяжним об'єктам.

Мінімальна кількість точок, що необхідно знайти, дорівнює половині кількості параметрів моделі – 4, для підвищення точності доцільно використовувати 12-16 точок.

Відносна похибка визначення координат – порядку  $1/\sqrt{S}$ , де  $S$  – площа об'єкта.

Головною особливістю даного алгоритму є можливість визначення параметрів моделі прив'язки по зображеннях низької роздільної здатності для визначення географічних координат на високодетальних зображеннях.

Розглядається можливість розробки методів автоматичної прив'язки на основі даного алгоритму, вважається перспективним перехід до конфігураційного 3-вимірного простору, де кожному об'єкту ставиться у відповідність точка

$$(x_c, y_c, \sqrt{S})$$

## Література

1. С.І. Клюфас, О.М. Маковейчук. Новий алгоритм визначення опорних точок прив'язки зображень. – матеріали 4-ї міжнародної науково-технічної конференції “Гідротехнологія, навігація, управління рухом та конструювання авіатехніки”, м. Київ, 2003.
2. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. - М.: Мир, 1982. Кн. 1 312 с.: Кн. 2 480 с.
3. Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен: Пер.с англ. М.: Мир, 1978. 510с.
4. Непомнящий П. В., Юрин Д. В. Поиск опорных точек на векторных изображениях путем детектирования угольковых структур с помощью статистической оценки гипотез: <http://graphicon2002.unn.ru/demo/2002/gis.html>
5. Эпштейн Ю. С., Гербек Э. Э. Метод точной географической привязки изображений AVHRR NOAA: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2001/041.pdf>
6. <http://www.mathsoft.com>
7. <http://www.ngdc.noaa.gov/ngdc.html>
8. Дэннис Дж., мл., Шнабель Р. Численные методы безусловной оптимизации и решения нелинейных уравнений: Пер. с англ. М.: Мир, 1988. 440 с.

Статья поступила в редакцию 15 мая 2003 г.

УДК 502.36: 595

**ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ХОРОЛОГИЧЕСКОМ  
АНАЛИЗЕ НАСЕКОМЫХ КРЫМА**

*Пышкин В.Б., Тарасов Ю.Э.*

Активное развитие экологических технологий геоинформационных систем (ЭГИС-технологий) как технологической базы интеграции пространственно-координационной информации позволяет обеспечить все виды операций по созданию, хранению и аналитической обработке пространственно-координированного представления ареалов насекомых, вводить их в картографические базы данных, объединенных общей системой классификации и кодирования.

Для хорологических исследований наиболее удобной ГИС является Arc View 3.x, которая представляет собой настольную геоинформационную систему и позволяет быстро отображать различные комбинации данных, проводить универсальный пространственный анализ. Выход на рынок нового поколения программных продуктов фирмы ESRI – модулей для Arc View, позволяет расширить возможность проведения ареологического анализа с целью выделения приоритетных территорий биоразнообразия, строительства сети микрозаповедников и экокоридоров связывающих их, поиска путей сохранения редких и исчезающих видов насекомых.

Наиболее интересными для создания цифровых моделей ареалов насекомых являются модули: ArcView Spatial - обеспечивающий растровое и векторное моделирование и включает в себя такие функции как определение расстояния и близости, моделирования поверхности и др., и ArcView 3D Analyst – который предназначен для создания трехмерных контуров, выполнения трехмерного пространственного анализа, создания поверхности и плотности распределения данных, а также моделирования пространственно-временной динамики ареалов насекомых.

Одним из важных этапов картирования ареалов насекомых является создание системы баз данных, которая является их информационной основой. В базах данных хранится информация о видовом составе насекомых различных физико-географических районов и областей региона, их систематика и таксономия, биология, морфология, экология, хорология - представленная в виде карт, таблиц, снимков, текста. Основной и уникальной единицей этой системы является определенный коллекционный экземпляр (или их серия) с систематической и географической этикеткой, с указанием места хранения.



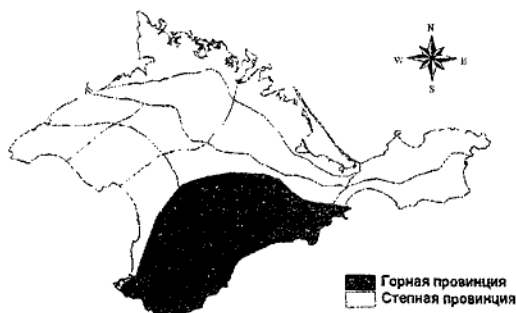


Рис. 1. Эколого-географическое районирование Крыма

наиболее характерные сведения о территории. Она логически организована как набор электронных слоев однородных объектов, т. е. серии компонентных электронных тематических карт - геологического строения, четвертичных отложений, рельефа, почв, климата, растительности и др. [2]. Исходным и наиболее простым способом моделирования ареала вида, рода, семейства или другого таксона, является цифрование по «подложке» или цифрование на



Рис. 3. Области встречаемости представителей семейства Acrididae

Основой в создании ареала и его структуры, является картографический блок системы баз данных. Он состоит из серии компьютерных карт, которые выполняют одновременно несколько функций: выступают как основа пространственной модели ареала и как средство оперативной передачи пространственно-временной информации [1]. Картографическая информация представлена в виде «базовой карты» - карты элементарных ландшафтов, которая содержит



Рис. 2. Места обнаружения представителей семейства Acrididae

экране (Рис. 1).

Точками и полигонами на оперативной карте показывают все известные места нахождения особей семейства (Рис. 2). Необходимо учитывать, что карта, на которой нанесены даже десятки точек находок, обычно дает довольно приблизительное представление о распространении семейства в регионе, но не дает никакой информации об ареале.

Некоторые разрывы

распространения на карте, отражают не реальную дизъюнкцию ареалов популяций в Крыму, а лишь слабую изученность его зоогеографической характеристики на полуострове (рис.3). Исходя из представленности семейства во всех эколого-географических районах, можно предполагать нахождение его представителей на всей территории полуострова.

На втором этапе на оперативную карту наносятся очертания районов с демонстрацией исходных точек местонахождения особей вида внутри этих районов (рис. 4). К сожалению, на большинстве (80%) географических этикеток особей видов не указаны точные координаты мест находок. Поэтому, необходимо использовать методы «мультипликации» - наложения или совмещения оперативной карты района нахождения вида и известными точками отлова его особей с тематическими картами: почвенного покрова,

Рис. 5 Районы возможного обитания *Aiolopus thalassinus*

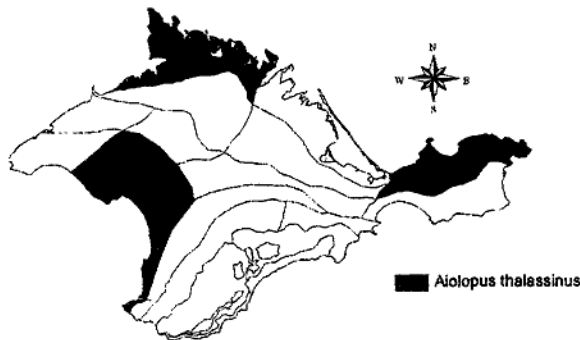


Рис. 5. Районы возможного обитания *Aiolonus thalassinus*

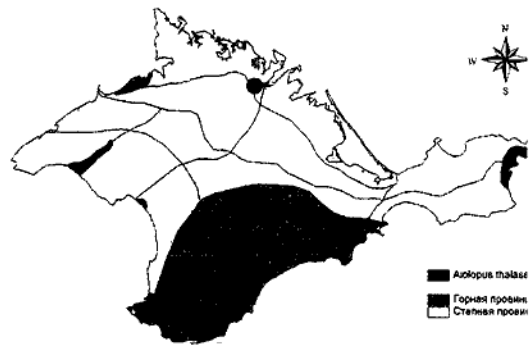


Рис. 4. Места обнаружения *Aiolonus thalassinus*

растительности, климата, рельефа и т.д.

Таким образом, получают дополнительную информацию о месте обитании вида в изучаемом районе. Границу ареала проводят по контурам элементарных районов электронной карты, в пределах которых лежат одно или несколько мест находений особей вида и мест обитания, установленных эмпирическим

путем (рис. 5).

Затем в пределах ареала выделяют его оптимум и его периферию, которые отличаются по уровню численности и широте биотопического распространения особей. Это позволяет отразить близкое к реальности размещение особей, а именно “кружево ареала” вида, то есть тот факт, что ареал, в действительности, “состоит из элементарных, более или менее многочисленных и территориально близких участков, на которых действительно присутствует рассматриваемая таксономическая единица” (Лем, 1976, с.21). Эти участки приурочены к биотопам или более обширным территориям, подходящим для обитания вида, хотя особи вида и не всегда населяют все подходящие для них места.

В настоящее время в хорологии наряду с ГИС-технологиями существуют и

другие информационные технологии, имеющие отношение к пространственной информации. Такими технологиями являются технические методы сбора информации с помощью построения универсальной базовой карты с сеткой квадратов от 5 до 100 км. Сущность сеточного метода сводится к наложению на определенную территорию фиксированной сетки с последующей маркировкой ячеек, если в их пределах есть хотя бы одно местонахождение особи вида. Новый международный стандарт - хорологическая сеточная справочная система - Chorological Grid Reference System, CGRS (Lampinen, 1998) позволяет получать воспроизводимые результаты и использовать сопоставимые данные по распределению обнаруженных особей вида на изучаемой территории. Используя CGRS, можно судить о границах распространения вида или любого таксона, но не о структуре ареала, если он не является однородным.

Из существующих способов составления мелкомасштабных карт ареалов на бумажных носителях, наибольшим распространением пользуются обзорные карты, на которых показывают границы распространения вида, то есть территорию, в пределах которой он встречается. При этом ареал таксона условно принимают как внутренне однородную в отношении населения вида территорию, что в большинстве случаев не отвечает действительности. В обоих случаях нельзя получить «кружево ареала» как на крупномасштабной базовой карте с большой степенью подробности изображения мест, населенных видом.

Используемый нами комбинированный подход в отображении ареала с использованием ГИС-технологий, основан на контурном методе с точечным указанием достоверно известных мест находений особей вида. Границы мест обитания наносятся на оперативные карты не только с учетом « географического паспорта » особи вида - этикетки, но и с указанием его функционального места в экосистеме - экологическую нишу. Это дает возможность выявить те районы, где он не обнаружен из-за недостатка сборов, или вследствие их полного отсутствия. Кроме этого, такой подход позволяет устранить неточности в оформлении географической этикетки или полное отсутствие точных координат нахождения особи.

Необходимо учитывать, что и создаваемые электронные карты ареалов популяций крымских видов насекомых составлялись на основе десятков, а не редко и сотен коллекционных экземпляров, сбор которых в поле, монтировку, определение и последующее хранение осуществляли многие поколения энтомологов на протяжении более 120 лет.

#### *Литература*

1. Коновалов Н.Я., Капралов В.Г., Введение в ГИС. Учебное пособие. Петрозаводск: ПГУ, 1995.
2. Кошкарёв А.В., Каракин В.П. Региональные геоинформационные системы. М.: Наука, 1987.
3. Lampinen R. Chorological Grid Reference System (CGRS), and its consequences for Atlas Florae Europaeae. (Helsinki: CMFE), 1998. 8p.

Статья поступила в редакцию 25 апреля 2003 г.

УДК. 553.911.98

## СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЛАНДШАФТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДИСТАНЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ

*С.А. Рябоконеко*

Космическое ландшафтоведение является одним из научных направлений, активно способствующих исследованию и решению различных природоохранных задач [7]. Исследуются различные информативные признаки ландшафтных структур, разрабатываются новые методы дешифрирования, определяются критерии оценки космических изображений природных ландшафтов (ПЛ) и т. д. В качестве информативных признаков широко используются такие оптические характеристики как спектры отражения и собственного излучения, коэффициент спектральной яркости и их производные [4].

Однако использование оптических признаков в виде отдельных спектральных диапазонов и разработанных на их основе критериев, в том числе регрессионных параметрических и непараметрических алгоритмов, не всегда дает положительные результаты. Это обусловлено тем, что перечисленные признаки не являются универсальными, а специфичны для конкретных ландшафтных структур, времени года, вегетационного периода и привязаны к географическому месту [1].

В отличие от методов, использующих для исследования геоэкологических характеристик ПЛ в качестве информативных признаков непосредственно оптические спектральные параметры, существует принципиально другой подход к распознаванию и классификации ПЛ. В основу последнего положен ландшафтно-системный метод [2, 4]. Суть его заключается в анализе ландшафтного комплекса как сложной системы - природной среды в целом на различных уровнях абстрактного описания с учетом иерархии подсистем - ландшафтных структур, их приоритетов в природной системе и формировании обобщенного критерия классификации ПЛ по типам. При морфолого-генетическом принципе классификации ПЛ обладают всеми чертами, присущими иерархическим системам. Здесь понятиями более низкого таксонометрического ранга выступают: местности, урочища, для урочищ - фации, для фаций - парцеллы [3]. По совокупности признаков, которые уверенно дешифрируются на аэрокосмических снимках, выделяются ландшафтные комплексы, которые классифицируются по типам. В свою очередь известно, что тип ПЛ с достаточной степенью достоверности определяет основные геоэкологические характеристики исследуемых регионов и на этой основе косвенными методами обнаруживаются те геоэкологические явления, которые не поддаются прямому дешифрированию [3, 4].

Для ландшафтных комплексов суши это уровень грунтовых вод, зоны интенсивного накопления загрязнений, участки возможного подтопления [5]. Для аквально-наземных ландшафтов (АНЛ) - гидрохимический и качественный состав водной среды, биопродуктивность, состояние нерестилищ и др. [7].

По совокупности перечисленных характеристик, полученных в результате дешифрирования космических изображений и заверенных наземными измерениями, производится классификация выделенных на снимке АНЛ по типам.

Рассмотрим принцип применения ландшафтно-системного метода на примере классификации АНЛ по распределению на его площади водных растительных ассоциаций. Представим исследуемый АНЛ\* (например, участок устья реки) как природную систему  $A^*$  с совокупностью входящих в нее  $n$  подсистем нижнего уровня (ассоциациями растений) в виде:

$$A^* = [a_1(s_1)^*, a_2(s_2)^*, \dots, a_i(s_i)^*, \dots, a_n(s_n)^*], \quad (1)$$

где  $a_i(s_i)^*$  - вид подсистемы (ассоциации растений -  $a_i^*$ ) с ее текущим параметром  $s_i^*$  (площадь, занимаемая ассоциацией растений в системе  $A^*$ ).

Обозначим содержащиеся в базе данных типы АНЛ<sub>j</sub> -  $A_j$ , где  $j = 1, 2 \dots k$ ;  $k$  - общее количество АНЛ<sub>j</sub> в базе данных.

Особенностью ПЛ является то, что в естественных условиях под действием различных факторов их структурный состав непрерывно изменяется, что приводит к переходу одного типа ПЛ в другой. В связи с этим точное совпадение параметров исследуемого в естественных условиях АНЛ\* с эталонными типами АНЛ<sub>j</sub> мало вероятно. Переменное состояние АНЛ\* учитывается путем установления в базе данных границ диапазонов параметров подсистем. В этом случае нижняя граница параметра  $s_i$  подсистемы  $a_i$  -  $\underline{s}_i(a_i, A_j)$  и верхняя граница -  $\bar{s}_i(a_i, A_j)$ . Для подсистем, отсутствующих в  $A_j$ , значения границ диапазона устанавливаются равными нулю.

Для поиска оптимального решения (определения типа АНЛ<sub>j</sub>) целесообразно использовать метод теории нечетких множеств, который позволяет заменить точную принадлежность исследуемого участка к какому-либо типу АНЛ<sub>j</sub> на непрерывную функцию принадлежности, определяющую степень соответствия исследуемого АНЛ\* каждому типу АНЛ<sub>j</sub>. Отнесение АНЛ\* к конкретному типу производится по максимальному значению функции принадлежности. При проведении классификации АНЛ\* задача решается в два этапа. На первом этапе определяется соответствие ассоциаций растений  $a_i(s_i)^*$ , произрастающих на исследуемом участке  $A^*$ , видовому составу ассоциаций растительности  $a_i(s_i)$  в базе данных для всех АНЛ<sub>j</sub> ( $A_j$ ).

На основе теории нечетких множеств функция соответствия  $f(a_i^*, A_j)$  подсистемы  $a_i(s_i)^*$  для системы  $A_j$  определяется по формуле:

$$f(a_i^*, A_j) = \rho_i(a_i, A_j) [\varphi(a_i^*, A_j) - \Delta S_j(a_i^*)/100], \quad (2)$$

где  $\Delta S_j(a_i^*)$  - функция штрафа за несоответствие значения параметра  $s_i^*$  подсистемы  $a_i^*$  в системе  $A^*$  диапазону значений в базе данных соответствующего параметра  $s_i$  подсистемы  $a_i(s_i)$  в системе  $A_j$ ;

$$\Delta S_j(a_i^*) = \begin{cases} \underline{s}(a_i, A_j) - s_i^*, & \text{при } s_i^* < \underline{s}(a_i, A_j), \\ 0 & \text{при } \underline{s}(a_i, A_j) = s_i^* = \bar{s}(a_i, A_j), \\ s_i^* - \bar{s}(a_i, A_j) & \text{при } s_i^* > \bar{s}(a_i, A_j), \\ s_i^* & \text{при } \underline{s}(a_i, A_j) = \bar{s}(a_i, A_j) = 0, \end{cases}$$

$\varphi(a_i^*, A_j) = 1$ , если подсистема  $a_i(s_i)^*$  присутствует в  $A_j$ , и в случае отсутствия таковой -  $\varphi(a_i^*, A_j) = 0$ ;  $\rho_i(a_i, A_j)$  - весовой коэффициент ассоциации  $a_i$  в  $A_j$ .

На втором этапе решается задача классификации исследуемого участка  $A^*$  (АНЛ<sup>\*</sup>) как задача многокритериальной оптимизации в пространстве  $n$  критериев [16], каждый из которых является функцией соответствия  $f(a_i^*, A_j)$  ассоциации  $a_i(s_j)^*$  каждому типу АНЛ<sub>*j*</sub>.

Решением исходной задачи многокритериальной оптимизации будет тип АНЛ<sub>*j*</sub><sup>\*</sup>, для которого обобщенный критерий оптимальности или функция принадлежности  $f(A, A_j^*)$  достигает наибольшего значения:

$$f(A, A_j^*) = \sum_{i=1}^n \rho_i^* f(a_i^*, A_j) - \sum \rho_i \underline{s}_i(a_i, A_j) / 100, \quad (3)$$

$$a_i^*(A^*) \notin A, a_i(A) \notin A^*,$$

где  $\rho_i^*$  - весовой коэффициент ассоциации  $a_i^*$  на участке  $A^*$  (АНЛ<sup>\*</sup>).

В формулах (2) и (3) весовые коэффициенты отражают приоритеты подсистем в зависимости от их роли в системе.

Первое слагаемое выражения (3) представляет собой характеристическую функцию принадлежности исследуемого участка  $A^*$  определенному типу АНЛ<sub>*j*</sub>. Когда распределение площадей, занятых ассоциациями  $a_i(s_j)^*$  на участке  $A^*$ , совпадает с распределением площадей соответствующих ассоциаций  $a_i(s_j)$  в  $A_j$ , то слагаемое  $\sum \rho_i^* f(a_i^*, A_j)$  равно единице. Чем больше различия в распределении площадей ассоциаций, тем меньше значение первого слагаемого в формуле (3). Если в  $A_j$  не присутствует ни одной подсистемы  $a_i(s_j)^*$ , характеристическая функция  $\sum \rho_i^* f(a_i^*, A_j)$  равна нулю. Второе слагаемое выражения (3) является функцией штрафа за то, что в системе  $A_j$  присутствуют подсистемы, не принадлежащие исследуемой системе  $A^*$ . Функция штрафа равна нулю, если в  $A_j$  присутствуют только те подсистемы, которые есть в  $A^*$ , и возрастает с увеличением количества и "веса" несовпадающих подсистем.

При ландшафтно-системном методе исследования изображений ПЛ важное значение приобретает распознавание структуры и текстуры элементов ПЛ. Уже в ранних работах по дешифрированию аэрокосмических изображений ПЛ наряду с оптическими спектральными признаками была показана значимость плановой структуры и текстуры изображений ПЛ [1, 4, 6]. В том числе размеров и формы контуров элементов ПЛ, их ориентации и взаимного расположения в изображении, а также их производных характеристик - пространственных спектров, гистограмм распределения, матриц смежности и др. [2].

Одними из наиболее информативных признаков пространственной структуры ПЛ являются пространственно-частотные спектры, которые позволяют уменьшить объем информации и в сжатой форме описать структурные особенности того или иного фрагмента изображения.

Под пространственно-частотным анализом в данном случае понимается представление двумерного распределения плотности фототона исследуемого фрагмента снимка в виде набора соответствующих пространственных гармоник, называемого пространственно - частотным спектром (ПЧС) [5].

Пространственными частотами  $N_x$  и  $N_y$  являются величины, обратные периоду  $T_x$  и  $T_y$  пространственных гармоник ( $N_x=1/T_x$ ,  $N_y=1/T_y$ ). Переход от пространственного распределения плотности фототона к распределению по пространственным частотам осуществляется с помощью преобразований Фурье.

Известны работы по исследованию ПЧС природных объектов, которые проводились на основе оптического когерентного спектрального анализа. Так, например, в работе [2] рассматривается структурно-зональный анализ (СЗА) как метод дешифрирования на космических снимках изображений геологических и других объектов. Идея СЗА состоит в преобразовании изображений и получении количественной оценки ПЧС по частотным и азимутальным зонам путем оптической фильтрации наиболее информативных признаков, характеризующих пространственную структуру изображения.

Проведенные исследования показали реальную возможность использования ПЧС, особенно при частичной автоматизации процесса дешифрирования изображений ПЛ. Наиболее эффективны комплексные методы, позволяющие реализовать все доступные информационные характеристики, т.е. оптические спектральные признаки необходимо анализировать в совокупности с ПЧС признаками изображений зондируемых природных объектов [3, 5].

Распознавание ландшафтных структур во многом зависит от качества изображений, которое непосредственно связано с параметрами космических снимков. При дешифрировании последних должна обеспечиваться максимальная вероятность обнаружения морфологических признаков ландшафтных структур, совокупность которых позволит распознать элементы ландшафта, а затем с учетом наземных наблюдений определить тип ПЛ и оценить его параметры.

#### Литература

1. Викторов А. С. Рисунок ландшафта. М. "Мысль", 1986. 178с.
2. Лялько В.И., Вульфсон Л.Д., Жарый В.Ю. и др. Аэрокосмические методы в геоэкологии. Киев, Наукова думка, 1992. 206с.
3. Лялько В.І., Маринич О.М., Федоровський О.Д. Аерокосмічні дослідження ландшафтних комплексів України. // Укр. Географ. Журнал, 1994. №4. С. 3-8.
4. Преображенский В.С., Александрова Т.Д., Куприянова Т.П. Основы ландшафтного анализа. М. "Наука", 1988. 189с.
5. Федоровский А.Д., Гриневецкий В. Т., Костюченко Ю. В., Кувшинов А. Ю. Ландшафтоведческий подход при дешифрировании космических снимков.// Космічна наука і технологія, 1998. Т. 4, №1.- С. 39-45.
6. Федоровский Ф. Д., Суханов К. Ю., Якимчук В.Г. К вопросу оценки космических снимков для дешифрирования природных ландшафтов // Космічна наука і технологія, 1999. Т. 5, №1/2.
7. Янутш Д. А. Дешифрирование аэрокосмических снимков. М: "Недра", 1991. 240 с.

Статья поступила в редакцию 14 мая 2003 г.

УДК 517.9+(519.7:556.5)

## ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА КАРПАТСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ

*Сапитон Я.М.\**

Одним з пріоритетів екологічної політики нашої держави є створення науково обґрунтованої мережі заповідних територій та забезпечення ефективного управління цими територіями. Відомо, що ефективність управління заповідними територіями значно покращується при використанні геоінформаційних систем (ГІС) [2,10].

Останнім часом в більшості розвинених країн світу поширюється масове застосування ГІС-технологій для вирішення різноманітних питань менеджменту як окремих заповідних об'єктів, так і значних природоохоронних територій, зокрема, для забезпечення потреб їх адміністрацій та органів виконавчої влади.

Україна вже має певні приклади успішного застосування ГІС-технологій для управління заповідними об'єктами (заповідник "Розточчя", Яворівський національний природний парк, Карпатський біосферний заповідник та ін.) [1,2,10]. На сучасному етапі використання ГІС-технологій для заповідних територій є досить перспективним при вирішенні проблем контролю за дотриманням природоохоронних функцій, функціонального зонування, ведення літописів природи тощо.

Проаналізувавши досвід зарубіжних країн та України в галузі використання ГІС-технологій для менеджменту заповідних територій нами, при науковій і матеріально-технічній підтримці Українського центру менеджменту землі та ресурсів (УЦМЗР), було створено пілотний проект ГІС Карпатського національного природного парку (ГІС-КНПП).

З цією метою зібрано з різних джерел дані щодо території Карпатського НПП, його природних ресурсів, тваринного та рослинного світу за період 1980-2002 рр. [3-9, 11-13]. Основна проблема полягала в тому, що не всі зібрані матеріали можна було безпосередньо використати для створення ГІС через невідповідність форм представлення цих даних, невизначеність часових параметрів спостережень, різних назв одного й того ж виду тварин чи рослин у різних авторів, не досить точна прив'язка до місцевості розташування окремих угруповань, видів та ін. Це призвело до певних неточностей і обмежень проекту, наприклад обмеженість масштабом 1:200 000.

В створенні пілоотної ГІС Карпатського НПП можна виділити наступні етапи:

- обробка та систематизація наукових та статистичних матеріалів;

---

\* Робота виконана під науковим керівництвом к.б.н. В.І. Придатка (УЦМЗР) і к.т.н. В.М. Боголобова (НаУКМА)



- формування атрибутивних таблиць в DBF-форматі (рослинний та тваринний класифікатори, щільність тварин);
- цифрування та геокодування даних;
- трансформування даних в одну проекцію;
- розробка тематичних шарів;
- реалізація створеного проекту пілотної ГІС-КНПП на платформі ArcView 3.2 та ArcGIS;
- групування картографічних шарів та створення їх легенд.

На сьогоднішній день геоінформаційна система Карпатського національного природного парку має наступну структуру:

**Розділ 1: Топографічна інформація:**

- межі Карпатського НПП (рис.1) на території Івано-Франківської області (за останніми даними сучасна площа парку складає 50 495 га);
- населені пункти (Яремча, Микуличин, Ворохта, Бистрець та ін.);
- головні дороги;
- одноколійна залізниця;
- річкова мережа (басейни річок Прут та Чорний Черемош, а також чисельні потоки – Прутець Чемигівський, Жонка, Кам'янка, Піги та ін.);
- екологічні стежки і маршрути (вказані координати 9402 точок, відзнятих студентами НаУКМА за допомогою GPS-приймача<sup>6</sup> фірми Trimble при проходженні цих маршрутів).

**Розділ 2: Лісовпорядкування:**

- план-схема лісовпорядкування;
- межі землі сільських та селищних рад (загальна площа – 12173 га);
- лісництва (рис. 2) та їх квартали (12 лісництв, які поділені десь на 280 кварталів);
- моніторингові площадки та постійні пробні площі (на території парку закладено 6 модельних ділянок та 45 постійних площ).

**Розділ 3: Природні ресурси:**

- щільність природних водних джерел на території парку (загальна кількість 449, з них 4 мінеральних).

**Розділ 4: Тваринний та рослинний світ:**

- щільність певних видів тварин на території парку (саламандра, видра, глухар – рис. 3);
- місця знахідок рідкісних видів рослин (сосна кедрова, гудайера повзуча, підсніжник білосніжний та ін. – рис. 4) та тварин (мідянка, підорлик малий, кіт лісовий та ін. – рис. 5);
- типи лісів (на першому етапі на прикладі Високогірного лісництва);
- монодомінантні лісові угруповання, визначені за даними GPS тощо.

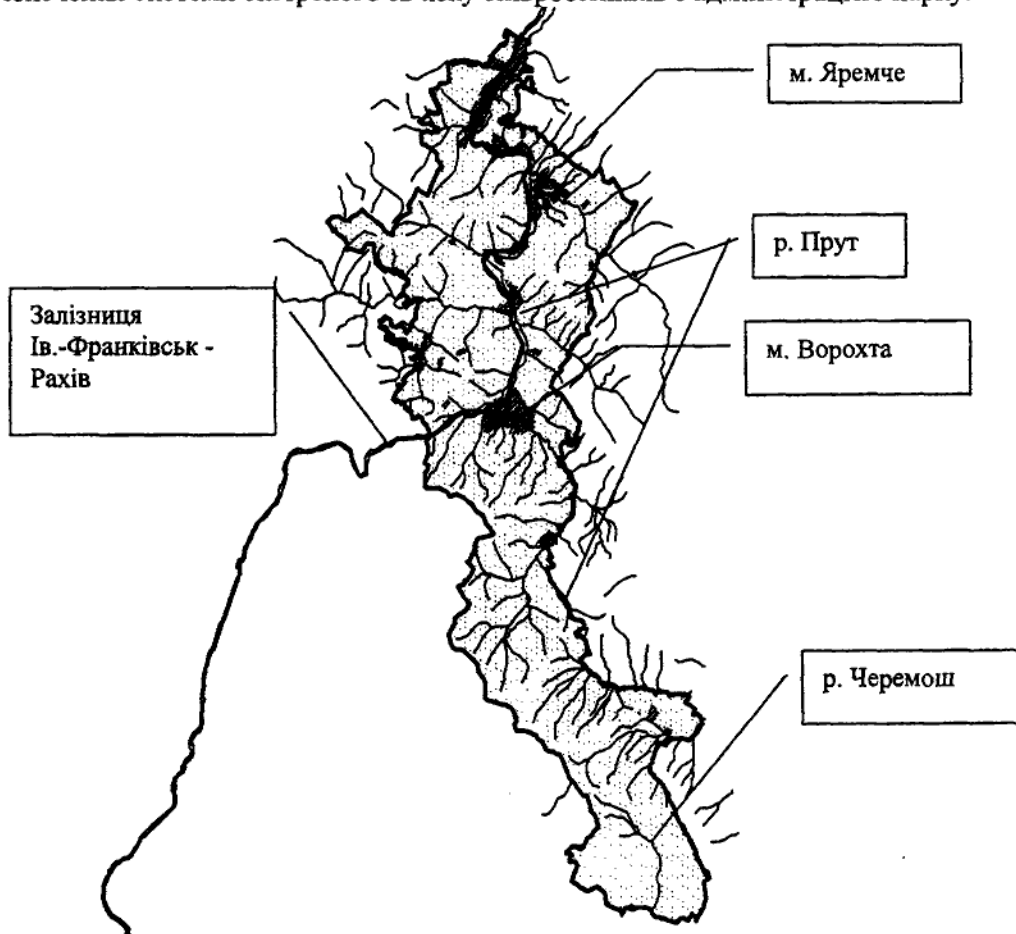
Проект створювався в основному в ArcView 3.2, але зараз також адаптується для роботи в ArcView 8.0, ArcGIS. Незабаром планується підготовка версії

<sup>6</sup> GPS-приймач фірми Trimble надано компанією ECOMM Co.

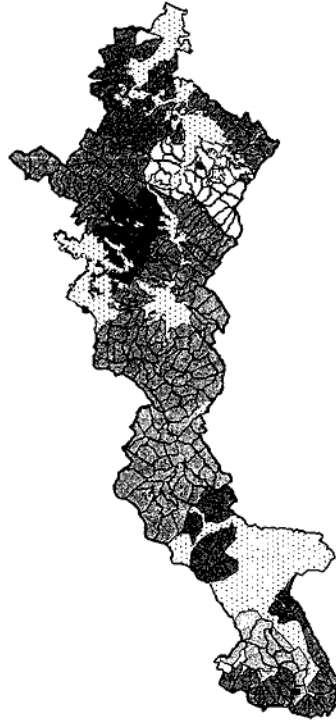
пілотного проекту, орієнтованої на користувачів ArcView та ArcGIS, на компакт-диску.

Для розробленої ГІС-КНПІ досить важливим в перспективі є використання даних на основі космічних знімків регіонального рівня генералізації для ведення дистанційного моніторингу, виявлення динаміки змін основних типів рослинності тощо. Також, з врахуванням ландшафтних характеристик місцевості, можна одержати контури територій, що є перспективними для заповідання і тим самим розширення меж парку і границь строгої заповідності.

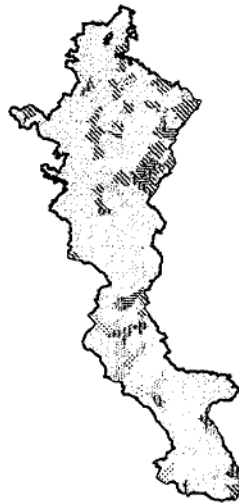
Робота по впровадженню нових комп'ютерних ГІС-технологій буде практично застосована в Карпатському національному природному парку, з метою оперативної оцінки екологічного стану водних, лісових та інших систем, а також для управління всіма екосистемами парку. ГІС-КНПІ може бути також використана для забезпечення системи екстреного зв'язку співробітників з адміністрацією парку.



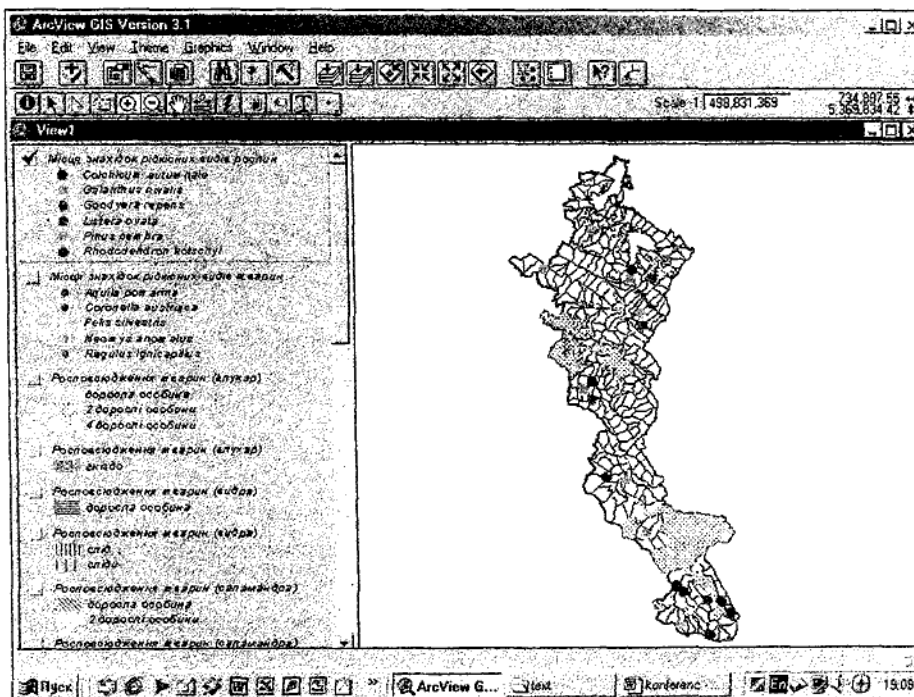
**Мал.1. Межі Карпатського національного природного парку, населені пункти, річкова мережа, залізниця**



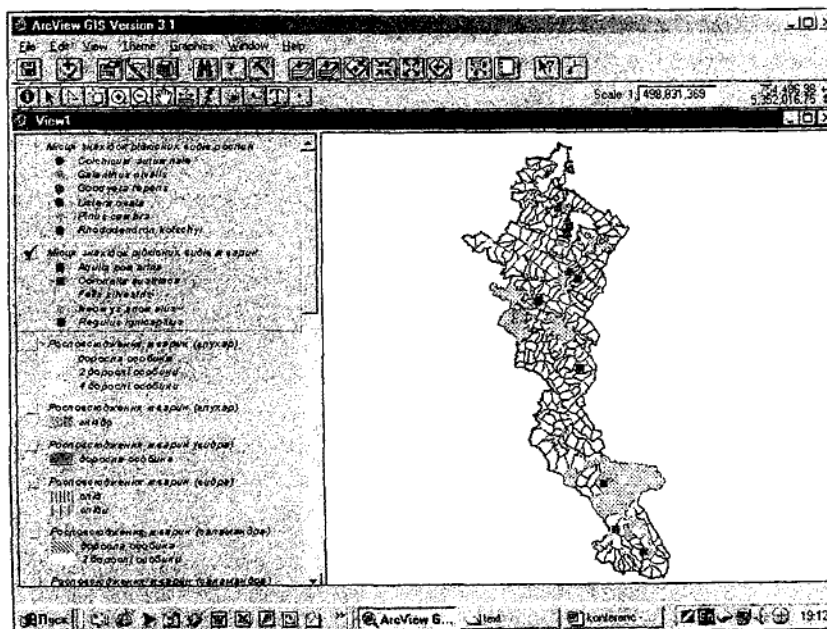
*2 Межі лісництв, межі сільських та селищних рад, ділянки л*



*Мал.3 Щільність саламандри, видри та глухаря на території*



Мал.4 Місця знахідок видів рослин, що занесені до Червоної книги України



Мал.5 Місця знахідок видів тварин, що занесені до Червоної книги України

---

### Література

1. Брусак В.П., Зінько Ю.В., Кравчук Я.С., Майданський М.А. Методичні підходи до зонування НПП "Яворівський" // Національні природні парки: проблеми становлення і розвитку. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 20-річчю Карпатського національного природного парку. Яремне, 2000. 40-44 с.
2. Горошко М., Миклуш С., Часковський О. Комп'ютеризований моніторинг довкілля (на прикладі заповідника "Розточчя") // Національні природні парки: проблеми становлення і розвитку. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 20-річчю Карпатського національного природного парку. Яремне, 2000. 76-83 с.
3. Заповідна перлина Карпат (путівник по Карпатському НПП)/Під. ред. Клапчук В.М. Коломия: Вид. – полігр. т-во "Вік", 2001. 80с.
4. Клапчук В.М. Ландшафти: фіз.-геогр. районування//Надвірянщина (іст.-геогр. нарис). Надвірна, 1999. С.70-73
5. Клапчук В.М. Природні умови і ресурси Делятинщини та їх охорона/КНПП. Яремне. 1995. 60с.
6. Літопис природи Карпатського національного природного парку за 1996 р. Книга ХІ. Яремне. 1997. 196с., 27рис., 90табл.
7. Літопис природи Карпатського національного природного парку за 2000 р. Книга ХУІ. Яремче, 2001. 240с., 17рис., 96 табл.
8. Мілкіна Л.І. Ботанічні резервати і пам'ятки природи Івано-Франківської області // Охорона природи Українських Карпат та прилеглих територій. К.: Наукова думка, 1980. 142-193с.
9. Природа Карпатського національного парку / Стойко С.М. та ін. К.: Наукова думка, 1993. 214с.
10. Розробка науково-технічної програми створення геоінформаційної системи і підготовки до впровадження деяких її елементів у Карпатському біосферному заповіднику та заповіднику «Дунайські плавні». Звіт по темі./ Під керівництвом Т.Л. Андрієнко, О.Ю. Дмитрука та ін. Ін-тут екології. К.: 1994. 65с.
11. Стойко С., Гайдач Е. та ін. Заповідні екосистеми Карпат. Л., 1991. 241с.
12. Стойко С.М., Мілкіна Л.І. Флора і рослинність Карпатського заповідника. К.: Наукова думка, 1982. 217с.
13. Сторінками Червоної книги / Кисельок О.І., Клапчук В.М., Тимчук О.В. Яремче, 2001. 138 с.

Статья поступила в редакцию 6 мая 2003 г.

УДК 528.002

## ПРИМЕНЕНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ПРИ РАЙОНИРОВАНИИ ОДЕССЫ

*Стадников В.В., Воронин А.В., Шпилевой А.А.*

НПП «Высокие технологии» по заказу городского совета выполнило работы по картографическому обеспечению проектирования нового административного деления города Одессы.

Подготовка к проектированию новых районов производилась по цифровой карте города М 1:5000 с данными по местоположению промышленных предприятий, учреждений, исторических памятников [1-2], с использованием методов пространственного геоинформационного анализа [3] по ряду критериев:

- максимально большая территория исторической части города «Порто Франко» должна быть выделена в отдельный район,
- все районы должны быть равноценны, с учетом численности населения, промышленного потенциала,
- здания районных администраций с их инфраструктурой должны быть оптимально расположены в проектируемых районах,
- новые районные администрации должны размещаться в зданиях предыдущих районных администраций,
- границы районов должны проходить по границам водоемов, железнодорожной дороге, крупным автомагистралям,
- границы районов не должны проходить по территории крупных предприятий, историческим местам,
- городские инженерные сети и коммуникации должны органически входить в новое территориальное деление районов.

В качестве дополнительных сведений использовались данные материалов переписи населения, данные избирательной комиссии, данные жилищно-коммунальных предприятий города и др.

В качестве программного обеспечения использовались программы компании ESRI ArcGIS 8.1, ArcView 3.2a с модулями расширения ArcView Spatial Analyst.

Работы выполнялись в следующем порядке:

- обработка аналитических данных, поступивших в электронном виде, с целью приведения ее в формат ввода данных программного комплекса ArcGIS,
- выполнение операции геокодирования по адресной части аналитических данных,
- определение границ исторической части города («Порто Франко») по картам XIX века.
- привязка и определение границ исторической части города по цифровой карте,

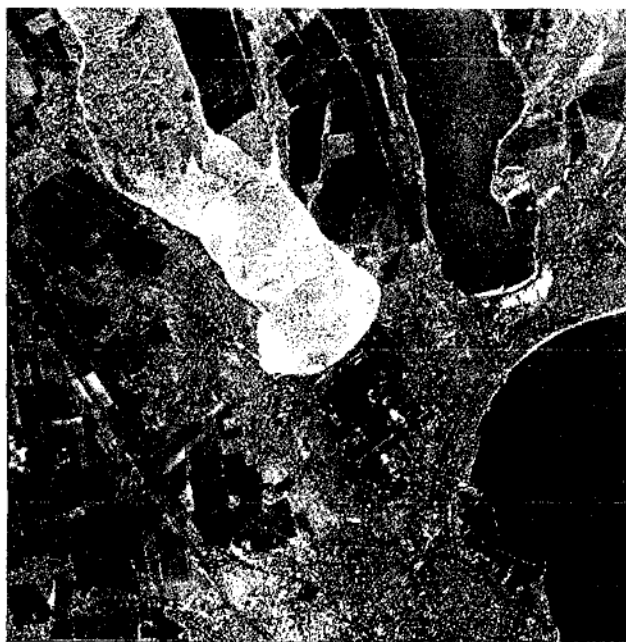
- определение численности населения, проживающего в настоящее время в исторической части города,  
- определение потенциальных границ районов,  
- выделение элементарных фрагментов городской территории, отвечающей требованиям к районным границам,  
- построение модели плотности проживания населения,  
- определение численности населения в элементарных фрагментах,  
- определение вариантов районирования,  
- оформление документации по каждому варианту районирования,  
- анализ результатов и, в случае необходимости, изменение критериев к процедуре районирования и повторение процедуры проектирования границ районов.

Полученные проектные варианты районирования были оформлены и представлены на рассмотрение депутатам городского совета. Выбран был вариант деления города на четыре района.

Самым сложным этапом работ стал этап согласования как внутренних, так и внешних границ города. Отсутствие актуальных и наглядных материалов сдерживало завершение работ.

Получение данных космической съемки высокого разрешения и приемлемой стоимости сняли большинство вопросов согласования, позволили провести корректуру картографических материалов и приблизить к завершению эту работу.

Фрагмент панорамной космической съемки приведен на рис. 1, детальной на рис.2.



*Рис. 1. Фрагмент панорамной космической съемки*



*Рис. 2. Фрагмент детальной космической съемки*

Обработка материалов космической съемки производилась в основном с использованием программного обеспечения компании ERDAS.

#### Литература

1. Стадников В.В., Воронин А.В., Крамаренко М.Ю... Картографическая информационно-поисковая система города Одесса. Материалы IV-й Международной конференции "Геоинформационные технологии в управлении территориальным развитием". Крым, Ялта, 2001г.
2. Стадников В.В., Рубан И.А. Картографическая информационно-поисковая система Одесской области. Материалы IV-й Международной конференции "Геоинформационные технологии в управлении территориальным развитием". Крым, Ялта, 2001г.
3. Энди Митчелл. Руководство по ГИС анализу. Часть 1: Пространственные модели и взаимосвязи.; Пер.с англ.-Киев, ЗАО ECOMM Co; Стилос, 2000. 198 с.

Статья поступила в редакцию 6 мая 2003 г.



УДК 550.7

**ОЦЕНИВАНИЕ ПРИРОДНОГО БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЗЕМЕЛЬ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ: ПЕРВЫЕ НАРАБОТКИ И  
ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕЛИ ГЛОБАЛЬНОГО БИОРАЗНООБРАЗИЯ,  
УЧИТЫВАЮЩЕЙ РАЗЛИЧНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ**

*А. Текеленбург, В. Придатко, Й. Алкемаде, Д. Шоб, Е. Лумани, Й. Мейер*

**ВСТУПЛЕНИЕ**

Биоразнообразие было одним из основных вопросов, которые рассматривались на Всемирном саммите по устойчивому развитию в Йоханнесбурге в 2002 году. Участники саммита поставили задачу глобального уровня – существенно снизить темп потери биоразнообразия к 2010 году. В то же время, на таких международных форумах, как конференции Сторон Конвенции по биологическому разнообразию (КБР), еще не удавалось достигнуть единого мнения, например, о том, как оценивать биоразнообразие, и каким должен быть набор ключевых индикаторов биоразнообразия.

В то же время, несмотря на все сложности, поджидающие нас при попытке спрогнозировать изменения в биоразнообразии в будущем – а оцениваются, в основном, наземные природные экосистемы и возможные воздействия на них политических решений – все же несколько стартовых рабочих инструментов, среди которых модель GLOBIO и Индекс природного капитала (Natural Capital Index (NCI)), уже разработаны и представлены, например, в Третьем Глобальном Экологическом Обзоре [13,15].

Экологическая ситуация в интенсифицирующемся сельскохозяйственном и животноводческом производстве – это практически «нетронутая целина», хотя она и считается важной темой. Поиск в Интернет, проведенный УЦМЗР, показал, что интерес к теме агробиоразнообразия набирает силу в Европе: количество ссылок на исследования и онлайн-дискуссии по данной теме возросли с 25 тыс. в 2001 году до 166 тыс. в 2003 году (по состоянию на апрель 2003 г.).

Несомненно, животноводство в антропогенных ландшафтах всегда наносило серьезный ущерб биоразнообразию (если продолжать рассматривать его в контексте первичных природных экосистем); но, не смотря на это, нельзя недооценивать и то биоразнообразие, которое еще осталось в антропогенных ландшафтах.

Чтобы показать необходимость оценки предпосылок для изменений и самих изменений в состоянии видов диких растений и животных в антропогенных ландшафтах, были выдвинуты четыре аргумента. *Первый* аргумент – это преобразование значительной доли наземных экосистем (около 50% всех европейских земель). *Второй* – существование в них многих видов, включая и

редкие виды, находящиеся под угрозой исчезновения, и что зависит от компетентности менеджмента антропогенных ландшафтов. Третий – это то, что социум достаточно высоко оценивает значения антропогенных ландшафтов (к примеру, это украинские поля зерновых культур и живые изгороди вокруг сельскохозяйственных угодий в Англии). Некоторые из таких уже находятся под защитой (места, относящиеся к культурному наследию UNESCO). И, наконец, четвертый аргумент – это изменения, недавно произошедшие в политике и инициировавшие преобразование стратегии защиты биоразнообразия в стратегию его устойчивого использования. Мы ожидаем, что оценивание биоразнообразия в антропогенных ландшафтах на постоянной основе даст возможность уменьшить отрицательное воздействие и поддержать значительную часть биоразнообразия, и, одновременно, продолжить его устойчивое<sup>1</sup> использование.

Национальный институт здравоохранения и окружающей среды (RIVM) сотрудничает с Центром мониторинга охраны природы UNEP (UNEP-WCMC) и UNEP GRID Agendal в решении проблем природных и антропогенных экосистем, а именно, наземных, пресноводных и морских. Основываясь на своем опыте в оценке биоразнообразия, этот международный консорциум был создан с целью разработки новых инструментов для оценки нынешнего состояния биоразнообразия и его будущих изменений. Украинский центр менеджмента земли и ресурсов (УЦМЗР) является одним из четырех пилот-партнеров национального уровня, принимающих участие в двухгодичном проекте UNEP-GEF «Биоразнообразии для национального использования». Целью проекта является оценка тенденций изменений агробиоразнообразия Украины.

Тема данной статьи – моделирование биоразнообразия видов диких растений и животных в ландшафтах, занятых под сельскохозяйственное и животноводческое использование. Сюда не входит генетическое разнообразие домашних животных и кормовых культур, или экосистемное (ландшафтное) разнообразие. Биоразнообразие, которое напрямую поддерживает продуктивность (например, виды, влияющие на качество почвы, насекомые-опылители, или насекомые, контролирующие количество вредителей), в данном случае считается неотъемлемым элементом природного биоразнообразия. По этой причине мы не применяли функциональный подход к изучению биоразнообразия, практикуемый для агробиоразнообразия в OECD (Agri Biodiversity Framework (ABF)), но применили другой подход, т.е. классификацию продуктивных систем по принципу «низкая интенсивность-высокая интенсивность» или «полуприродные экосистемы-полностью преобразованные экосистемы». По предложению группы *Millennium Ecosystem Assessment (MA)*, такая работа должна включать анализ на ландшафтном, национальном, региональном и глобальном уровнях.

В этой статье описываются самые первые исследования и инструменты, используемые при создании новой Модели глобального биоразнообразия

---

<sup>1</sup> В последнее время многие исследователи предпочитают использовать термин «неистощаемое использование» вместо «устойчивое использование».

(GLOBIO), которые также могут быть использованы для оценивания сельскохозяйственного землепользования и ландшафтов. Данная модель является первой попыткой скомбинировать информацию, стимулировать дискуссию, способствовать обмену знаниями и совместному обучению, а также усовершенствовать концептуальное мышление. Наша статья дает первое представление о применении модели и, как мы надеемся, будет являться стимулом для ученых и политиков, желающих сосредоточиться на поддержке биоразнообразия, как неотъемлемой части процесса производства продукции. Она также описывает ГИС-программу, которая будет использована для интерактивной связи на разных уровнях.

### ПРОЦЕСС СНИЖЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Скорость потерь биоразнообразия стремительно возросла, особенно в последнем столетии. UNEP и международные негосударственные природоохранные организации опубликовали данные, показывающие, что доля исчезнувших видов растений и животных в тысячу раз превышает показатель, устанавливаемый самой природой. Исчезновение вида – это последняя стадия длительного и сложного процесса деградации экосистемы, и для которой характерно снижение богатства и распространенности многих видов и, в то же время, повышение богатства и распространенности немногих других. Некоторые из распространенных видов становятся еще более распространенными, а многие редкие виды становятся еще более редкими. Этот процесс мы называем процессом движения к одинаковости [2,3,10].

Снижение биоразнообразия вызвано двумя основными причинами [12,8]: а) потерей ареалов (уменьшение размеров экосистемы), и б) потерей качества экосистем (уменьшение богатства многих, характерных для экосистемы видов). Территории природных экосистем чаще подвержены изменениям из-за риска преобразования в сельскохозяйственные угодья. Снижение качества экосистем вызывается, в основном, следующими факторами:

- изменение климата, загрязнение, фрагментация ареалов, а также чрезмерное использование природных и антропогенных экосистем;
- повышение интенсивности производства, использование синтетических добавок (пестициды и удобрения), специализация на производстве определенных продуктов на уровне фермы и региона, а также орошение.

В то же время, маргинализация природных ресурсов тоже относится к их разряду, например, водная эрозия почвы в исторических ландшафтах плоскогорных и горных экосистем. Европейское агентство окружающей среды (ЕЕА) и UNEP недавно предостерегали, что деградация жизненно важных почв Европы и опустынивание будут продолжаться и даже усиливаться, если не будут приняты срочные меры. **Количество** и **качество** стали двумя основными колоннами, на которых держится предложенная структура индикаторов, относящихся к Модели Глобального Биоразнообразия.

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ

Главной задачей было создание модели и индикаторов, которые смогли бы описать вышеупомянутый процесс снижения биоразнообразия так, чтобы это соответствовало политическим требованиям в разных географических масштабах (национальном и глобальном). Мы последовали рекомендации, выдвинутой в апреле 2003 года группой экспертов КБР относительно индикаторов биоразнообразия: «уделять внимание данным о распространенности видов и их богатстве, как оптимальным элементам для построения модели, классифицировать информацию по качеству и количеству, а также накапливать информацию о видах животных и растений в форме индексов изменений вида для конкретных видовых групп, а также в форме, подобной Индексу природного капитала (NCI) для условий и изменений экосистем» (рекомендация господина Бен-тен-Бринка, члена группы экспертов от Нидерландов). Эти рекомендации стали логической связью между созданием индикаторов и глобальным моделированием.

В Модели Глобального Биоразнообразия используется структура индекса, состоящая из прямых и не прямых отрицательных воздействий, состояния и реагирования (PSR) [8]. «Состояние» определяется как «абиотические условия, от которых зависят виды, виды растений и животных, которые живут и воспроизводятся, а также товары и услуги, получаемые с использованием биоразнообразия». В соответствии с информацией Европейского центра охраны природы [16], сельскохозяйственные работы (применение технологий) считаются прямым отрицательным воздействием на природу, изменяющим абиотическое состояние окружающей среды и, соответственно, биоразнообразие. К не прямому отрицательному влиянию принадлежат такие сельскохозяйственные процессы, как превращение земель в негодья, маргинализация, интенсификация, урбанизация, а также социально-экономические и политические процессы.

В сущности, модель представляет совокупность структур многих существующих моделей, например, IMAGE 2.2 [см. 1], с добавлением нескольких новых. Основной задачей Модели Глобального Биоразнообразия будет оценка биоразнообразия с точки зрения влияния на него изменений окружающей среды и ареалов. Модель будет взаимосвязана с моделями загрязнения, климатических изменений, демографических изменений, а также моделями земного покрова, землепользования и других факторов. Целью модели является оценка влияния изменений окружающей среды и других отрицательных влияний человека на виды, экосистемы, биоразнообразие и функции экосистем. Такая структура может быть полезной и для оценки возможных политических стратегий.

Структура модели основывается на подходе «с точки зрения процесса». Это групповая модель, которая применима к видам, видовым группам, экосистемам и ситуациям с отрицательным воздействием на биоразнообразие. В данном случае, *подход с точки зрения процесса* означает не экспериментальный подход, а, скорее, динамическое понимание взаимодействий элементов экосистемы и экологических процессов. Модель также связывает влияние на виды с влиянием на

биоразнообразии на уровне экосистемы, основываясь на наборах правил различных соотношений «воздействие – результат воздействия». Моделирование социально-экономической ситуации не входит в функции этой модели.

Основная тема этой статьи – это основанный на правилах ускоренный метод экстенсивно и интенсивно развивающихся сельскохозяйственных животноводческих ландшафтов. Мы выбрали основанный на правилах подход, поскольку ожидаем, что постоянно будет ощущаться недостаток данных глобального уровня в отношении многих видов растений и животных. Общие соотношения «доза-эффект», извлеченные из литературы, могут заполнить пробел, если будут использоваться в региональных оценках и оценках возможных вариантов. Этот ускоренный метод можно применять для быстрых оценок и для обмена информацией и результатами между национальным и международным уровнями. Поступление данных в Модель Глобального Биоразнообразия, основывающейся на учете различных воздействий, показана на Рис. 1.

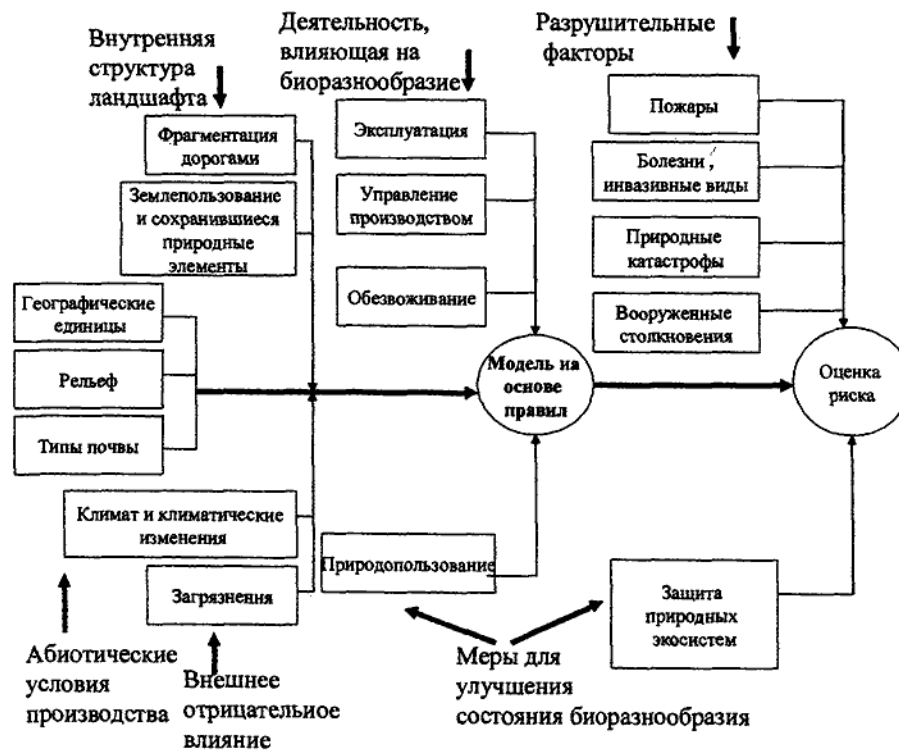


Рис. 1. Схема поступления данных в Модель Глобального Биоразнообразия, основывающейся на учете различных воздействий

## ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ К СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИМ ЛАНДШАФТАМ

Несколько типов отрицательных воздействий и схем природопользования в сочетании с производством и эксплуатацией, как показано на рис. 1, будут рассмотрены здесь с точки зрения их отношения к биоразнообразию. Вначале надо заметить, что соотношения «доза-эффект» пока что не найдены. Эта статья указывает не столько количественные показатели возможных воздействий соответствующих факторов на биоразнообразии, сколько на объем рассматриваемых факторов, и место, которое эти воздействия занимают среди факторов, а также доступность данных. Другие (дополнительные) факторы могут играть роль на местном уровне. Здесь представлены только важнейшие факторы глобального уровня.

Вся информация, относящаяся к оценке биоразнообразия в антропогенных ландшафтах с точки зрения отрицательных воздействий, может быть получена при помощи следующих вопросов:

1. Какие типы землепользования (на глобальном уровне), ландшафтов (на региональном и национальном уровнях) и продуктивных систем (на местном и национальном уровнях) можно выделить?
2. Каковы фактические абиотические условия продуктивности? Какова степень непригодности экологических условий для производства (почвенные и климатические условия)?
3. Какие виды природных компонентов (виды деревьев и типы водоемов) сохранились на антропогенных ландшафтах? Насколько ландшафт расчленен сетью дорог?
4. Какие внешние факторы влияют на продуктивность и биоразнообразие?
5. Какие технологии управления в продуктивных системах влияют на биоразнообразие на местном и региональном уровнях, и какие соотношения «доза-эффект» могут иметь место между сельскохозяйственными работами и биоразнообразием?
6. Каковы воздействия на биоразнообразие при разных уровнях ограничения применения технологий (традиционное сельское хозяйство, сельское хозяйство с централизованным управлением, органическое сельское хозяйство)?
7. Какие факторы разрушают продуктивную систему антропогенных ландшафтов и относящееся к ней биоразнообразие?
8. Как может выглядеть компромисс между территориями сельскохозяйственного использования и охраняемыми территориями?

Мы получили важную информацию о факторах, которые помогут нам понять соотношение между сельскохозяйственным животноводством и природным биоразнообразием от Организации по продовольствию и сельскому хозяйству (FAO), OECD [8] и ЕС [4]. Мы сгруппировали факторы по их отношению к биоразнообразию и добавили информацию из доступных баз данных и карт, охватывающих весь мир.

#### **Абиотические характеристики**

Невозможно провести глобальную оценку без общей географической классификации основных природных ресурсов. Абиотическими характеристиками земли могут быть: тип почвы, высота над уровнем моря и уклон. Эти характеристики говорят о качестве земли, что позволит предвидеть ее деградацию, а также установить ее пригодность для сельскохозяйственного и животноводческого производства (избранные карты и модели, например, карта почв мира FAO 1995; модель землепользования и климатических изменений IMAGE 2.2; GLOBE DEM с разрешающей способностью по высоте до 1 км).

#### **Типы земного покрова**

Значительные усилия прилагаются для классификации земной поверхности по типам землепользования и земного покрова. С целью определения месторасположения лесных, сельскохозяйственных, луговых и других природных экосистем (набор данных GLC 2000; экологические зоны в IMAGE 2.2) были задействованы представители нескольких отраслей науки. Нам необходимо знать размер территории, занятой под определенный вид землепользования, ландшафта и продуктивной системы на сегодняшний день, и то, до какой степени каждый из них влияет на природное биоразнообразие. Так же, как оценивается биоразнообразие в природных экосистемах, будут оценены и изменения в размере территорий и качестве систем для разных типов землепользования и ландшафтов [3].

#### **Природные элементы, сохранившиеся в антропогенных ландшафтах**

Качество ландшафта нельзя определить напрямую, исходя только из воздействий продуктивной системы. Ландшафты состоят из мозаики продуктивных полей, лугов и участков леса (сохранившихся «зеленых» природных элементов), естественных водных водоемов и мест с непригодными для производства условиями. Сохранившиеся элементы дикой природы обеспечивают дикие виды растений и животных едой, местом для проживания.

Поэтому многие типы земного покрова анализировались по различным типам землепользования (например, системы земледелия, по данным FAO), природным элементам (деревья, обработанные поля, пресноводные системы) и степени их фрагментации сетью дорог. Недавно УЦМЗР показал, что данные ДЗЗ могут быть полезными при детализации структур агроландшафтов и/или сохранившихся природных элементов на сельскохозяйственных территориях. Эти предварительные результаты хотя еще и не описаны до конца, но уже указывает на возможности применять в будущем относительно недорогие методы анализа изменения мозаичности земного покрова при помощи более частых наблюдений выстраивать временные ряды.

#### **Внешние отрицательные воздействия на агроэкосистемы**

Некоторые внешние отрицательные факторы, влияющие на сельскохозяйственную продуктивную систему извне, такие как климатические

изменения, загрязнения из городской зоны и промышленность, влияют и на биоразнообразие. Информация об основных (общих) причинах снижения биоразнообразия, таких как ВВП, технологии, бедность и/или плотность населения, также может быть использована с той целью, чтобы показать, что косвенные факторы оказывают отрицательное воздействие. Некоторые типы воздействий можно вычислить с помощью IMAGE 2.2.

#### **Управление землепользованием и производством**

Больше информации о прямых воздействиях, связанных с производством, можно получить из обзора сочетаний технологий на уровне отдельного хозяйства (урожай - животные), а также из общего обзора эксплуатации полуприродных экосистемах (охота, рыбная ловля, выпас скота) - IMAGE 2.2. Продуктивные системы по-разному влияют на биоразнообразие, поскольку в них применяются такие специфические виды управления как: использование пестицидов, удобрений; осушение, орошение и выравнивание земельных участков (база данных FAOSTAT, карта орошаемых земель мира, WATERGAP). Воздействие управления производством на биоразнообразие формируется суммой воздействий, зависящих от выбора или способа применения технологий.

#### **Природопользование**

В распоряжениях правительственного уровня всегда можно проследить последовательную природоохранную стратегию (на региональном, национальном и международном уровнях), целью которой является контроль за использованием природных и антропогенных экосистем. Примерами направления таких распоряжений являются, «закрытый сезон охоты» или ограничения на общую годовую добычу из природных экосистемах для охотников и рыболовов. Что касается агроэкосистем, то в Нидерландах это регулирование периода внесения органических удобрений и их объема (в пересчете на гектар).

Гражданское общество, и особенно, производственные объединения, всегда определяло нормы природопользования в продуктивных системах и накладывало ограничения на применение технологий (как в сельскохозяйственных, так и в природных экосистемах). Примерами стратегий производства являются традиционное сельское хозяйство с централизованным управлением и органическое сельское хозяйство [11]. Например, в рыбном хозяйстве нужно различать рыбную ловлю с применением (и влиянием) высоких бортовых технологий и рыбную ловлю местных рыбаков с их традиционными технологиями. В общем, стратегии производства отличаются по их воздействию на биоразнообразие. Такие отличия дают возможность получить положительные воздействия на биоразнообразие, когда внедряется политика перехода к более устойчивым продуктивным системам. Воздействие на биоразнообразие можно оценить с помощью анализа сценариев.

#### **Разрушающие факторы**

Сельскохозяйственное производство и эксплуатация природных экосистем подвержены непредвиденным происшествиям и природным катастрофам, которые не связаны с методами управления. Это внешние воздействия, способные повлиять



на антропогенные ландшафты, например, пожары (различаемые MODIS, NOAA), болезни, вредители, инвазионные виды, природные катаклизмы (см. [earthobservatory.nasa.gov](http://earthobservatory.nasa.gov) или WCMC) и вооруженные конфликты (UNEP-WCMC 2002). Эти факторы изменяют социально-экономические условия производства, а также количество и качество природных ресурсов внутри и вне продуктивной зоны. Вероятность возникновения таких разрушительных факторов и уровень их воздействия рассматриваются как мера риска нарушения устойчивости использования экосистемы с возможным снижением производства, сопровождаемым повышением потребности в земле и последующим преобразованием земли или увеличением производства. И то и другое может вызвать снижение биоразнообразия.

#### **Защита природных экосистем**

Агроэкосистемы граничат с природными экосистемами. Охраняемые территории могут располагаться в антропогенных ландшафтах или же сами ландшафты могут находиться под охраной. Необходимо определить, до какой степени сельскохозяйственные угодья могут повлиять на природоохранные практику в самом антропогенном ландшафте или в прилегающих природных экосистемах (примеры - UNESCO, территории, относящиеся к культурному наследию). Компромисс между производством и охраной также возможен. Некоторыми защитными мерами можно наложить ограничения на сельскохозяйственное производство, например, определяя буферные зоны, т.е. посредством территориального планирования,

#### **ЧТО ОЖИДАЕТСЯ ОТ МОДЕЛИ?**

Структура, описанная выше, показывает, как различные факторы могут быть включены в анализ. Начальный этап – это оценивание протяженности, распределения и состава антропогенных и природных элементов ландшафтов и систем землепользования. По *первой* гипотезе, чем больше природных элементов в антропогенном ландшафте, тем больше шансов для природного биоразнообразия и хорошей взаимосвязи между сохранившимися природными элементами, поддерживающими биоразнообразие (включая крупных травоядных и плотоядных животных). Результатом применения технологий в продуктивной системе является понижение биоразнообразия. Известно, что применение пестицидов и удобрений в системе и воздействие внешних отрицательных факторов вызывают снижение богатства видов и распространенности растений и насекомых, и косвенно влияет на животных в трофической цепи. Согласно *второй* гипотезе, увеличение капиталовложений в развитие сельского хозяйства понизит биоразнообразие. В то же время, более эффективное управление природопользованием может увеличить биоразнообразие в том случае, если, в общем, будет улучшена охрана окружающей среды или если будут иметь место конкретные природоохранные меры. Подобное соотношение причины и эффекта, оказываемого на продуктивность и

биоразнообразии в системе, а также воздействия сельского хозяйства на прилегающие природные экосистемы будет рассчитано и для факторов, действующих на систему извне. В общем, все факторы, описанные выше, имеют отношение к биоразнообразию, и отражают соотношение «доза-эффект», и получены из обзоров литературы, а также в результате использования результатов оценки экотоксикологического риска [9]. Факторы сгруппированы по их месту в модели, а эффекты, производимые этими группами факторов, вычисляются по индексам. Ожидается, что биоразнообразие видов диких растений и животных в сельскохозяйственных ландшафтах, в общем, будет низким, коррелирующим с интенсивностью использования продуктивной системы. Но, не смотря на это, могут произойти важные улучшения, если продуктивные системы в свой переходный период будут развиваться в сторону экологической устойчивости. Если будет проводиться продуманный менеджмент, а также охрана сохранившихся природных элементов в этих системах, то их устойчивость может увеличиться.

Основанный на правилах подход с точки зрения различных воздействий, использованный в Модели Глобального Биоразнообразия для сельскохозяйственных ландшафтов, является, по сути, ускоренным методом, основывающейся на учете состояния видов. Эта модель также включает природные наземные, пресноводные и морские экосистемы, и, что еще важнее, использует дополнительные методики моделирования с учетом видов [10,3]. Ожидается, что соотношения «отрицательное воздействие – результат воздействия» (в основанном на правилах подходе на уровне системы), может предоставить необходимые исходные данные для работы на уровне вида. Группа характерных видов диких растений и животных должна быть отобрана для всех важных сельскохозяйственных животноводческих ландшафтов. Экологические факторы, определяющие состояние вида (его богатство и распространенность) комбинируются для каждого вида. Если экологические условия меняются благодаря действиям человека, изменения в состоянии вида (богатство и распространенность) отображают меру снижения качества экосистемы и, таким образом, меру снижения биоразнообразия.

#### **ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ СВЯЗИ И ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ**

Модель Глобального Биоразнообразия будет создаваться международной группой. Сначала членам группы будет необходимо часто связываться друг с другом по поводу концепций, доставки данных, проведения расчетов и представления результата, и поэтому им понадобится поддержка через Интернет (например, защищенный паролем веб-сайт - только для членов группы). На второй стадии данные и опубликованные результаты моделирования могут быть выставлены в Интернет для общего использования. Основное требование к программному обеспечению – это расширенные возможности связи и возможность совместного обучения.

Опыт прошлых лет и современные разработки в сфере информационных технологий в институте RIVM стали основанием для решения использовать технологию веб-картирования ESRI ArcIMS для создания доступа к исходным

данным и запланированным результатам через Интернет. Посетителям (только члены группы) предлагаются простые онлайн-овые ГИС функции (как «зуммирование», выбор сцены, буферизация, добавление данных местного значения) для совмещения с глобальными данными и результатами. Предоставляется также возможность загружать данные/результаты для дальнейшего моделирования. Эта технология используется, к примеру, в WCMS для опубликования Интернет-карт, составляющих *Всемирный атлас биоразнообразия*.

Инфраструктура информационных технологий будет состоять из ArcIMS 4.01 Internet Map Server (на основе системы Windows 2000 Advanced Server) вместе с ArcSDE 8.3 (средство управления пространственными данными), а также СУБД Oracle 9.i (обе в UNIX). Анализы на местах, простые манипуляции с растром и совмещением слоев проводятся в RIVM с помощью ArcINFO / ArcGIS 8.3.

Чего действительно не хватает в этой конструкции для ГИС-программы, так это моделирующего устройства, при помощи которого пользователи могли бы комбинировать собственные (местные) наборы соответствующих воздействий или вводить переменные и вычислять собственные индексы отрицательных воздействий или влияния на биоразнообразии. Это особенно важно для членов будущего проекта на национальном уровне, таких как нынешний пилот-партнер GLOBIO в Украине – УЦМЗР (Киев). Ему необходимо будет скомбинировать оценки глобальных баз данных с оценками на основе данных по стране. Скорее всего, программа с полной структурой модели не будет выставлена в Интернет, поскольку каждая модель защищена авторским правом, а работа с моделями довольно сложна. Но все же Интернет и программа ArcIMS должны стать средствами эффективной связи и эффективного применения быстрых просмотров, используемых в подходе с точки зрения различных воздействий, как было предложено в этой статье.

#### **ПРИЗЫВ К ОБМЕНУ БАЗАМИ ДАННЫХ И СОВМЕСТНОМУ АНАЛИЗУ**

Сегодня члены группы по созданию Модели Глобального Биоразнообразия столкнулись с интеллектуальной и коммуникационной проблемой при создании модели и проведении оценок состояния биоразнообразия в природных и сельскохозяйственных экосистемах, используя как обычный рулльный подход (подход быстрого сканирования), так и подход, при котором учитывается особенность конкретного вида животного или растения.

Наиболее мощная модель в результате будет объединять в себе информацию национального уровня с элементами анализа глобального значения и наоборот. Оценивание биоразнообразия, в основном, проводится в конкретном пространственном, временном и организационном масштабе, в соответствии с пригодностью масштаба для изучаемого процесса или феномена. Однако, если мы сосредоточимся только на одном уровне, то в результате может недоучесть те или иные факторы воздействия, или невольно проигнорировать взаимодействия между уровнями, «важными для понимания детерминантов экосистемы и их влияния на жизнь человечества» [5 стр. 14]. Поэтому, мы призываем научное сообщество

поддержать эту работу, сообщать об усовершенствованиях и присоединяться к соответствующим базам данных на глобальном, региональном и национальном уровнях.

### Литература

1. Alcamo, J., E. Kreileman, M. Krol, R. Leemans, J. Bollen, J. van Minnen, M. Schaeffer, S. Toet and B. de Vries (1998). Global modelling of environmental change. An overview of IMAGE 2.1. In: Alcamo, J., R. Leemans and E. Kreileman. Global change scenarios of the 21<sup>st</sup> century. Results from the IMAGE 2.1 model. Oxford (UK); Elsevier Science (The Netherlands).
2. Brink B.J.E. ten (2000). Biodiversity indicators for the OECD Environmental Outlook and Strategy: a feasibility study. RIVM (Bilthoven, The Netherlands). RIVM report 402001014.
3. Brink B.J.E. ten et al. (2002). Technical design natural Capital Index (NIC) 1.0 and implementation in Nature Outlook 2. (RIVM Bilthoven, The Netherlands.) Technical report RIVM 40857007/2002.
4. Hoffmann L.B. (ed.) (2000). Stimulating positive linkages between agriculture and biodiversity. Recommendations for building blocks for the EC-Agricultural Action Plan on Biodiversity. (European Centre for Nature Conservation, Tilburg, The Netherlands). ECNC Technical report series).
5. MA (in press). Ecosystems and People: a Framework for Assessment. Millennium Ecosystem Assessment.
6. OECD (1999). Environmental Indicators for Agriculture, Volume 2. Issues and Design, The York Workshop. (Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris).
7. OECD (2001a). Environmental Indicators for Agriculture. Volume 3. Methods and Results. (Agriculture and Food. Organisation for Economic Co-operation and development, Paris).
8. OECD (2001b). OECD Expert meeting on Agri-Biodiversity Indicators: Summary and recommendations. Zurich, 5-8 November 2001.
9. Posthuma et al. (eds.) (2002). Species sensitivity distributions in ecotoxicology. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
10. RIVM (2002). Biodiversity: how much is left? The natural Capital Index framework (NCI). (The National Institute for Public Health and the Environment - RIVM, Bilthoven, The Netherlands).
11. Stolton S. (2002). Organic Agriculture and Biodiversity Dossier 2. (International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Tholey, Germany).
12. UNEP/CBD (1997). Recommendation for a core set of indicators of biological diversity. (Convention of Biological Diversity, Montreal). UNEP/CBD/SBSTTA/3/9 and inf. 13, inf. 14.
13. UNEP (2002). Global Environmental Outlook 3, United Nations Environmental Program, (Earthscan, London).
14. UNEP-WCMC (2002). Mountain Watch, Environmental Change and Sustainable development in Mountains. (UNEP-WCMC, Cambridge, UK).
15. UNEP (in press). Technical Background paper of the Global Environmental Outlook 3.
16. Wascher, D.W. (ed.) (2000). Agri-environmental indicators for sustainable agriculture in Europe. (European Centre for Nature Conservation, Tilburg, The Netherlands).

Статья поступила в редакцию 14 мая 2003 г.

УДК 528.8. 04: 551.4

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДЕШИФРИРОВАНИЯ ЛАНДШАФТНЫХ  
КОМПЛЕКСОВ ПО МАТЕРИАЛАМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ ЗАДАЧ  
МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

*А. Д. Федоровский, С. А. Рябоконеко, А. Д. Рябоконеко, Я. В. Пархисенко*

Классификация материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) представляет собой процесс сортировки пикселей в конечное число индивидуальных классов или категорий данных, которая основывается на их значениях в файле данных. Если пиксел удовлетворяет определенному набору условий, он приписывается к классу, который соответствует данному критерию. Данный процесс также называют сегментацией изображений.

В зависимости от типа информации, которую желательно получить из исходных данных, классы могут быть связаны с известными характеристиками земной поверхности или просто могут представлять области, которые "смотрятся различно" на компьютере. Примером классифицированного изображения является карта земельного покрова, отображающая растительность, пустыри, пастбища, городские территории и т.п.

Обычно, алгоритм классификации, при выполнении, располагает набором принимающих значения классов. Такой набор называется схемой классификации (или системой классификации). Цель такой схемы - обеспечить рамочную интегрированную систему организации и категоризации извлекаемой из данных информации. Соответствующая схема классификации включает классы, которые, с одной стороны, важны для исследования, а с другой, заметно отличаются от имеющихся в распоряжении данных.

Классификация ландшафтных комплексов (ЛК) по материалам ДЗЗ подразумевает распознавание природных образований или их индикаторов по тону, цвету, структуре рисунка, его размерам, спектральным характеристикам. Эти внешние характеристики присущи только фотофизиономичным компонентам ландшафта, имеющим непосредственное отражение на снимке, т. е. образующим отличающиеся по оптической плотности изображения благодаря различным спектральным яркостям. В связи с этим только незначительное число природных компонентов может быть дешифрировано по прямым признакам.

Принадлежность ландшафтных комплексов к тому или иному классификационному роду определяется главным образом текстурными чертами рисунка, размерами и конфигурацией контуров. Несмотря на изменчивость тона космического изображения, обусловленную сменой сезонных и погодных состояний ландшафта, особенности рисунка сравнительно долгое время могут сохраняться, отражая горизонтальную внутри ландшафтную дифференциацию природных

элементов. Текстуре ландшафтов, изучаемых по снимкам из космоса, можно дать не только качественную, но и количественную оценку. С этой целью используются разнообразные математико-статистические методы. Ландшафтная индикация позволяет разработать новые дешифровочные показатели, использование которых позволяет автоматизировать процесс дешифрирования ландшафтной информации по материалам космической съемки.

Ниже приведены несколько методик для дешифрирования космических снимков ландшафтных комплексов на основе структурно-текстурного анализа.

### ДЕШИФРИРОВАНИЕ ЛК НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ЧАСТОТНОГО АНАЛИЗА

Известно, что одним из информативных признаков структурно-текстурных параметров изображений ЛК является их пространственно-частотный спектр (ПЧС) [1]. Изменению яркости и координат точек в плоскости предмета или его изображения в терминах спектрального анализа соответствует изменение амплитуды и фазы по пространственным частотам. Таким образом, изображению ЛК, имеющему определенную структуру, соответствует ПЧС, характеризующийся суммой пространственных составляющих (гармоник) с соответствующими амплитудами и фазовыми сдвигами между этими составляющими. Значения амплитуд определяют вклад соответствующих пространственных частот в формирование изображения, а значения фазовых сдвигов определяют изменение координат отдельных точек в изображении относительно их положения в объекте. Неискаженному изображению соответствует область пространственных частот, в пределах которой характеристика фазового ПЧС равна нулю, т. е. в изображении сохраняются первоначальные координаты различных точек объекта. В качестве ПЧС наиболее часто используются двумерные спектры Фурье. Составляющие ПЧС -  $C(n,m)$  вычисляются по методу дискретного двумерного преобразования Фурье в соответствии с выражением [4]:

$$C(n,m) = \frac{1}{A \cdot B} \sum_{x=0}^{A-1} \sum_{y=0}^{B-1} L(x,y) \cdot \exp \left( - \left[ \left( nx / A \right) + \left( my / B \right) \right] \right) \quad (1)$$

где:  $n, m$  - номера пространственных гармоник по осям  $X, Y$ ;  $x, y$  - номера пикселей в пределах выделенного фрагмента по осям  $X, Y$ ;  $L(x,y)$  - распределение яркости в изображении;  $A, B$  - количество отсчетов по осям  $X, Y$ .

Предлагаемый подход был апробирован при анализе доминирующих направлений рукавов устьев рек, геологических разломных структур и лесопосадок. На рис. 1а изображен космический снимок участка устья Днепра, а на рис. 1б график азимутального распределения ПЧС изображения.

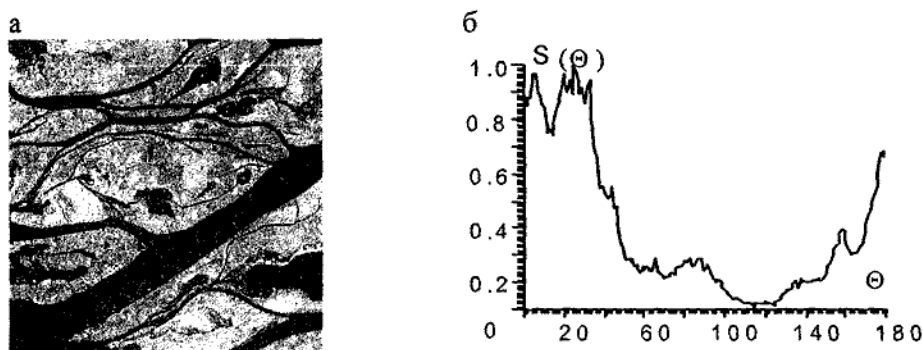


Рис. 1. Определение преимущественного направления водных потоков:  
 а - фрагмент космического снимка участка устья реки Днепр,  
 б график азимутального распределения ПЧС изображения

#### КЛАССИФИКАЦИЯ ЛК НА ОСНОВЕ ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА

На основе понятия фрактала (изломанный объект с дробной размерностью) и его приложения к описанию различных объектов рассмотрим возможность построения моделей классов случайных структур ЛК. В качестве объекта фрактального описания берется квадратный участок снимка  $a \times a$  пикселей, который преобразуется в двумерный массив яркостей. Для этого массива производится построение фрактального образа трехмерного объекта в соответствии с выражениями (4) в виде параметров фрактального преобразования  $F_{ij}$ ,  $\forall i \in \overline{0, m}$   $\forall j \in \overline{1, N_1}$ , где  $i$  - порядковый номер ПФП,  $j$  - номер значения параметра,  $m = (a - 1)^2$   $a_{ij}^p, d_{ij}^p, k_{ij}^p, l_{ij}^p, m_{ij}^p, e_{ij}^p, f_{ij}^p, g_{ij}^p$ . Значения ПФП предлагается использовать в качестве модели изображений ЛК.

$$\begin{aligned}
 a_{ij}^u &= \frac{x_{i+1} - x_i}{x_n - x_0}, & d_{ij}^u &= \frac{y_{j+1} - y_j}{y_m - y_0}, & (4) \\
 k_{ij}^u &= \frac{F_{i+1j} - F_{ij}}{x_n - x_0} - m_{ij}^u \frac{F_{n0} - F_{00}}{x_n - x_0}, \\
 l_{ij}^u &= \frac{F_{ij+1} - F_{ij}}{y_m - y_0} - m_{ij}^u \frac{F_{0n} - F_{00}}{y_m - y_0},
 \end{aligned}$$

$$m_{ij}^u = \left[ F_{ij} + x_0 \frac{F_{n0} - F_{00}}{x_n - x_0} + y_0 \frac{F_{0n} - F_{00}}{y_m - y_0} \right],$$

$$e_{ij}^u = x_i \frac{x_n}{x_n - x_0} - x_{i+1} \frac{x_n}{x_n - x_0},$$

$$f_{ij}^u = y_j \frac{y_m}{y_m - y_0} - y_{j+1} \frac{y_m}{y_m - y_0},$$

$$g_{ij}^u = F_{ij} - y_0 \frac{F_{ij+1} - F_{ij}}{y_m - y_0} - x_0 \frac{F_{i+1j} - F_{ij}}{x_n - x_0}.$$

Проверка возможности дешифрирования ЛК производилась экспериментальным путем. Для проведения эксперимента было разработано программное обеспечение, позволяющее работать с космическими снимками, получать из выбранных на снимке окон анализа яркости пикселей изображения, выполнять для них фрактальные преобразования, а также выполнять обработку и сравнение фрактальных моделей для разных ЛК.

Качество модели ЛК для задачи дешифрирования зависит от размера участка анализа в пределах исследуемого ЛК, но с увеличением участка возрастают требования к вычислительным ресурсам. Определение оптимального значения  $a$  производилось путем последовательного увеличения участка анализа. На космическом снимке выбирались квадратные участки анализа размера  $4 \times 4$ ,  $6 \times 6$  и  $8 \times 8$  пикселей в пределах анализируемых ЛК. По участкам определялись эталонные усредненные ПФП  $\overline{T_{ij}^l}$ . Отдельные участки использовались для создания контрольных ПФП  $T_{ij}^k$  ( $\forall l, k \in 1, 2, \dots$  и являются номерами ЛК). Оценка параметров фрактальных моделей производилось на основе разностей значений параметров отдельных контрольных участков и усредненных эталонных значений в соответствии с выражением

$$\Sigma_i^{kl} = \sum_{j=0}^{m-1} (T_{ij}^k - \overline{T_{ij}^l})^2 \quad (5)$$

и фрактальной модели в целом

$$\Sigma^{kl} = \sum_{i=1}^{N_l} \Sigma_i^{kl} \quad (6)$$

В качестве критерия оценки фрактальной модели для дешифрирования ЛК использовалось отношение значений (6), вычисленных для контрольного участка, не принадлежащего эталонному ЛК  $\Sigma^{kl}$  но принадлежащего -  $\Sigma^{ll}$

$$\mu^{kl} = \frac{\Sigma^{kl}}{\Sigma^{ll}} \quad (7)$$



Если  $\mu^{kl} \geq M^{kl} \cdot \mu^{ll}$  для  $\forall l, k \in 1, 2, \dots$ , ( $M^{kl}$  - пороговые значения, определяемые в процессе набора статистики по КС), то ПФП могут быть использованы для дешифрирования ЛК, а если  $\mu^{kl} < M^{kl} \cdot \mu^{ll}$ , то дешифрирование ЛК невозможно. С использованием критерия (7) в результате проведенного эксперимента было выбрано оптимальное в рамках обработанных КС значение стороны квадрата анализа  $a = 8$ . Некоторые результаты эксперимента по космическому снимку КС Житомирской области, сделанному с помощью спутника SPOT 30.04.1995 в диапазонах - 1 ~ 500 нм-590 нм, 2 ~ 610 нм-680 нм, 3 ~ 790 нм-890 нм приведены ниже. На снимке для эксперимента были выбраны три ЛК: лес, сельхозугодья и городская застройка и вычислены эталонные ПФП: для леса  $\overline{T_{ij}^1}$ , для сельхозугодий  $\overline{T_{ij}^2}$  и для городской застройки  $\overline{T_{ij}^3}$  ( $\forall i \in \overline{0, N} \quad \forall j \in \overline{0, m}; N = 12 \quad m = 48$ ). Затем вычислялись ПФП для контрольных участков  $T_{ij}^1, T_{ij}^2, T_{ij}^3$  и на основании полученных данных определялись  $\Sigma^{kl}$  в соответствии с (5). Полученные данные показывают, что трех слоев снимка суммы квадратов разностей ПФП (5) для контрольного участка и эталонных значений леса  $\Sigma_i^{11}$  значительно меньше сумм для контрольного участка сельхозугодий и эталонных значений леса  $\Sigma_i^{21}$ , а также городской застройки и эталонных значений леса  $\Sigma_i^{31}$ . Последнее показывает целесообразность использования параметров фрактального преобразования для дешифрирования ЛК.

#### Литература

1. Янутш Д. А. Дешифрирование аэрокосмических снимков. М: "Недра", 1991. 240 с.
2. Викторов А.С. Рисунок ландшафта. М.: "Мысль", 1986. 180с.
3. Николаев В.А. Проблемы регионального ландшафтоведения. М.: Издательство Моск. ун-та, 1979. 160 с.
4. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. М, 1978. 848 с.
5. Бондаренко В.А., Дольников В.М. Фрактальное сжатие изображений по Барнсли – Слоану // АиТ, 1994. № 5. С. 12 – 19.
6. Кроновер Р. Фракталы и теория хаоса в динамических системах. М.: Издательство Постмаркет, 2000. 350 с.

Статья поступила в редакцию 14 мая 2003 г.

## АННОТАЦИИ

**Барладин А.В., Городецкий Е.М., Нетреба А.В. Оптимизация структуры многоуровневых геоинформационных систем // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 3-8.**

Рассмотрены особенности созданных Институтом передовых технологий геоинформационных систем и разработанного к ним специализированного прикладного программного обеспечения. Изложены технологии формирования в ГИС слоев дорожной и гидрографической сети для успешного решения транспортных задач и задач, использующих модели рельефа местности. Отмечено, что применение специализированных программных модулей существенно повышает эффективность использования ГИС.

Ключевые слова: ГИС, модели рельефа, программные модули.

**Бобра Т.В. Изучение и картографирование геоэкотонов и экотонизации геопространства с использованием ГИС-технологий // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 9-16.**

Рассмотрен вопрос формирования геоэкотонов разного происхождения, их роли в географической оболочке. Выявлена сущность процесса геоэкотонизации. Предложен и рассчитан для территории Крыма коэффициент антропогенной геоэкотонизации, с использованием ГИС-технологий построена карта степени геоэкотонизации территории Крыма.

Ключевые слова: геоэкотон, геоэкотонизация, ГИС-технология.

**Боголюбов В.М. Концептуальные подходы к разработке ГИС для управления поверхностным стоком урбанизированных территорий // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 17-21.**

В статье описаны алгоритмические особенности разработки ГИС для оптимизации управления поверхностным стоком урбанизированных территорий.

Ключевые слова: поверхностный сток, управление, геоинформационная система (ГИС), урбанизированная территория, бассейн.

**Боков В.А. ГИС-технологии в территориальном планировании // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 22-26.**

В связи с переходом к устойчивому развитию и сменой социально-экономического курса в пространстве бывшего СССР необходимо переосмыслить роль и формы осуществления территориального планирования. Территориальное планирование должно стать тотальным, то есть охватывать все формы деятельности общества в рамках функционирования экологических систем при участии всех групп населения. Осуществление такого типа планирования невозможно без использования ГИС-технологий, позволяющих оперировать большими потоками информации в пространственно-временных координатах экосферы.

---

Ключевые слова: территориальное планирование, ГИС-технологии, управление, время, пространство, объекты, субъекты.

**Вахрушев И.Б.** Некоторые подходы к ГИС-картографированию опасных гравитационных явлений на ЮБК // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 27-30.

В работе рассмотрена проблема картирования опасных геоморфологических объектов с использованием GPS-приемника для целей создания цифровых карт с последующим применением их в геоинформационных системах оценки экологической ситуации.

Ключевые слова: GPS, геоинформационные системы, экологическая ситуация, гравитационные геоморфологические структуры.

**Горохов Е.В., Гримуд Г.И., Турбин С.В.** Методика оценки технического состояния ВЛ на основе геоинформационных систем // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 31-39.

В статье рассмотрены вопросы надежной эксплуатации воздушных линий электропередачи. Предложена методика ранжирования технического состояния ВЛ в зависимости от напряжений и климатических нагрузок.

Ключевые слова: воздушные линии, геоинформационные системы

**Даценко Л.Н.** Создание информационно-картографических систем для сферы просвещения: опыт разработки и апробации // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 40-44.

В статье освещены проблемы и опыт издания в Институте передовых технологий на CD для школы электронных учебных пособий с картами по географии и истории (для 5 кл. – Киев: история, география, культура; 7 кл. – Украина с древнейших времен до Киевской Руси; - География материков и океанов; 8 кл. – Новая история XVI – XVIII ст.; справочно-информационный атлас «Украина и её регионы»).

Ключевые слова: электронные учебные пособия, CD-диски, атласы.

**Дулицкий А.И., Коваленко И.С.** Анализ пространственно-временной структуры природного очага с помощью ГИС-технологии // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 45-49.

В работе предпринята попытка использовать ГИС-технологии для анализа пространственно-временной структуры очага природно-очаговой инфекции на примере туляремии в Крыму. Выявлена сезонная динамика активности эпизоотийных проявлений по положительным (или отрицательным) находкам при использовании различных лабораторных методов.

Ключевые слова: ГИС-технология, природный очаг.

**Епихин Д.В., Вахрушева Л.П.** Методика использования ГИС-технологий в картировании растительности населенных пунктов // Ученые записки ТНУ.

---

Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 50-55.

В статье описана методика применения ГИС в отношении растительности городов. Приводятся необходимые элементы баз данных для ведения кадастра зеленых насаждений и мониторинга растительности. Предложены подходы к классификации растительного покрова и оценке антропогенного воздействия.

Ключевые слова: ГИС, урбозкосистема, синантропная растительность, зеленые насаждения, классификация, база данных.

**Ищук А.А.** Концептуальные модели местности как инструмент комплексной оценки территории // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 56-63.

Целью данной работы является обобщение существующего опыта реализации средствами ГИС концептуальных моделей местности для решения задач комплексной оценки территории.

Ключевые слова: геоинформационные системы, пространственное моделирование, концептуальная модель местности.

**Карпенко С.А.** Географическое обеспечение региональных природно-хозяйственных баз данных // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 64-69.

Рассмотрены подходы к созданию региональных природно-хозяйственных баз данных, являющихся информационной основой для ведения территориальных банков данных и кадастров природных ресурсов. Показано, что “пространственным атомом” системы территориального управления являются элементарные операционные территориальные единицы, неделимые далее в природном и хозяйственном отношении. Охарактеризованы основные их типы и методика выделения.

Ключевые слова: элементарная операционная территориальная единица, региональный банк данных.

**Кирьякова Л.С., Хайтович А.Б., Коваленко И.С.** Использование географической информационной системы в проведении эпиднадзора за холерой и другими инфекционными заболеваниями // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 70-72.

Проведение эпидемиологического анализа с использованием географических информационных технологий (ГИС), позволило создать электронную карту мониторинга эпидемического процесса холеры в мире и Украине. На основе электронной карты мира воспроизведена динамика вовлечения стран и континентов в 7-ю пандемию холеры, что дает возможность научно обосновать периоды распространения холеры в мире. Созданная эпидемиолого-географическая карта распространения холеры в Украине показала территориальное распространение и динамику выделения культур холерных вибрионов, географическое преобладание по количеству выделенных культур в южных регионах, преимущественное выделение холерных вибрионов из открытых водоемов и сточных вод, что

---

позволяет определить приоритетные направления мониторинга и проводить многофакторный анализ.

Ключевые слова: холера, эпиднадзор, ГИС.

**Колесник В.И., Колесник К.В., Петренко В.П., Попов В.В., Смаглюк Д.В., Чех В.Ю.** Применение ДЗЗ и ГИС-технологий для прогнозирования урожайности зерновых // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 73-80.

Описана модель прогноза урожая зерновых на основе обработки данных скрининга и ДЗЗ, методы получения исходных данных и техническая реализация, включая оригинальные аппаратные и программные решения.

Ключевые слова: прогноз, скрининг, индекс вегетации.

**Куренков В.О.** Организация информационной поддержки ГИС «Вернадский-Антарктика» // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 81-84.

В статье рассматриваются вопросы организации информационной поддержки ГИС «Вернадский-Антарктика» в рамках государственной программы исследований Украины в Антарктике.

Ключевые слова: ГИС, Антарктика.

**Кузнецов М.М.** Геоинформационное обеспечение картирования локальных систем расселения // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 85-88.

Обосновывается целесообразность и основные параметры применения ГИС - технологий в исследованиях закономерностей развития локальных систем расселения, приводятся результаты апробации геоинформационного картирования локальных систем Крыма.

Ключевые слова: ГИС – технология, локальная система расселения.

**Лагодина С.Е.** Геоинформационное обеспечение выделения элементарных единиц территориального управления (на примере административного сельскохозяйственного района) // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 89-95.

В статье рассматриваются подходы к выделению операционных территориальных единиц (ОТЕ) как элементарных объектов территориального управления. На примере Вилинского поселкового совета выполнена классификация задач по управлению земельными ресурсами. Выделены задачи, при решении которых необходима географическая информация и операционные единицы.

Ключевые слова: природно-хозяйственные территориальные системы, операционные территориальные единицы, управленческие задачи.

**Лычак А.И., Глущенко И.В.** Теоретико-методологические основы

---

**геоинформационного моделирования экологических состояний геосистем (на примере анализа лесорастительных условий в горном Крыму) // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 96-100.**

В статье описываются теоретико-методологические основы геоинформационного моделирования экологических состояний геосистем. Приведены реализации некоторых методологических принципов пространственно-временного анализа лесорастительных условий в горном Крыму.

Ключевые слова: геоинформационное моделирование, пространственно-временной анализ, геосистема.

**Лычак А.И., Глущенко И.В. ГИС-моделирование экотопической структуры территории объектов природно-заповедного фонда (на примере Карларского ландшафтного заказника в Крыму) // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 101-105.**

В статье рассмотрены возможности использования геоинформационных технологий для выявления и моделирования экотопической структуры территории объектов природно-заповедного фонда.

Ключевые слова: ГИС-моделирование, экотопическая структура территории.

**Мазуркевич А.А., Серенко В.В., Рябоконеко А.Д., Рябоконеко С.А. Использование дистанционного зондирования Земли и ГИС-технологий для решения водоресурсных и водоохранных задач // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 106-109.**

Рассмотрена возможность использования дистанционных методов и ГИС-технологий для решения водоресурсных и водоохранных задач, возможность выявления мест обрушения берегов, образования мелей, источников загрязнения водных объектов.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, сравнительный анализ, спектральные характеристики, водоохрана.

**Ночвай В.И., Шаврина А.В., Дячук В.А., Сосонкин М.Г. Использование ГИС для моделирования концентраций приземного озона // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 110-114.**

В статье описывается опыт использования геоинформационных систем в решении экологических задач моделирования загрязнения атмосферы. Рассмотрен первый этап подготовки и анализа данных, с использованием ГИС, для трёхмерной математической модели расчёта приземных концентраций озона. Предоставлены растровые модели распределения загрязняющих веществ по моделируемой области (город Киев)

Ключевые слова: ГИС, загрязнение атмосферы, озон, эмиссия, распределение приземных концентраций.

**Олиферов А. Н., Огородник И. Н. Использование ГИС-технологий для информационного обеспечения природопользования на основе бассейново**

**ландшафтного метода** // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 115-124.

Разработана локальная геоинформационная система для целей информационного обеспечения природопользования на основе бассейново-ландшафтного метода. Использован комплекс вычислительной техники. Выбрано программное обеспечение. Разработана структура базы данных. Создана серия компьютерных карт, в том числе, карта микроводосборов и карта рационального природопользования.

Ключевые слова: геоинформационная система, база данных, картографический блок, бассейновый метод, природопользование.

**Палеха Ю.Н. Особенности ГИС-технологий в оценке территорий населенных пунктов Украины** // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 125-132.

В статье описаны особенности использования ГИС-технологий в оценке стоимости территорий населенных пунктов Украины и их денежной оценке. Рассмотрены вопросы применения ГИС на различных стадиях денежной оценки. Изучены экономико-географические особенности распределения стоимости городских территорий.

Ключевые слова: ГИС-технологии, стоимость территории, денежная оценка.

**Петроградский Ю.П. Использование ГИС - технологий для оценки воздействия автотранспорта на окружающую среду г. Симферополя** // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – с. 133-137.

В статье рассматриваются подходы к оценке экологического влияния автотранспорта на городскую среду с использованием ГИС – технологий. Приведены примеры конкретных расчетов выбросов загрязняющих веществ с помощью ГИС.

Ключевые слова: ГИС – технологии, автотранспорт, автотранспортный поток.

**Плиска Л.В., Примак А.В. От создания ЦВК стереофотограмметрическим методом к моделированию паводков в ArcView (на примере Закарпатского региона)** // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 138-141.

В статье описан один из методов создания ЦВК, а именно – стереофотограмметрический, с последующим использованием ЦВК для моделирования паводков в ArcView. Результаты моделирования могут комбинироваться с другой информацией для определения степени риска для населения и инфраструктур. Данная технология опробована на картах Закарпатья.

Ключевые слова: моделирование паводков, геоинформационные системы, стереофотограмметрический метод.

**Попов М.А., Рябоконеко А.Д., Петроченко А.Ю. Подход к классификации состояния лесных ресурсов по многоспектральным космическим изображениям на основе принципа слияния данных и использования**

**элементов ГИС-технологий // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 142-150.**

Предложен новый подход к классификации состояния лесных ресурсов по многоспектральным космическим изображениям, который в своей теоретической части базируется на синергетической концепции слияния данных. Разработан алгоритм классификации, основанный на предложенных критериях информативности спектральных каналов и классификационном правиле определения принадлежности объекта к классу. На базе описанного алгоритма разработан с использованием элементов ГИС-технологий программный модуль для классификации многоспектральных космических изображений.

Ключевые слова: многоспектральное изображение, информативность, классификация объектов, лесные ресурсы.

**Придатко В.И., Карпенко С.А., Лычак А.И., Вацет Е.Е., Пархисенко Я.В. Использование данных ДЗЗ (Landsat 7 ETM+, Terra ASTER) для стартовой оценки масштабов островизации и возобновления природных территорий Крымского полуострова // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 151-160.**

На основе новых данных ДЗЗ за 1999-2001 гг. (Landsat 7 ETM+, Terra ASTER) создан пилот-ГИС и обосновано создание тематических карт, касающихся островов природных территорий (ОсПТ) в Крыму 1:200000. Обнаружено до 1314 «островов» общей площадью до 0,8 млн. га, из которых преобладали ОсПТ на пастбищах (50%).

Ключевые слова: Крым, дистанционное зондирование Земли, островизация экосистем.

**Присяжный В.И., Ключас С.И., Маковейчук А. Н., Бутко И.Н. Алгоритм определения опорных точек географической привязки изображений по протяженным объектам // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 161-166.**

Разработан алгоритм определения опорных точек изображений по протяженным объектам. Приводится пример применения этого алгоритма для задачи географической привязки космических фотоснимков.

Ключевые слова: опорные точки, географическая привязка.

**Пышкин В.Б., Тарасов Ю.Э. Применение ГИС-технологий в хронологическом анализе насекомых Крыма // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 167-170.**

Создание систем многофункциональных картографических баз данных и хронологическое представление на обобщенной экологической карте.

Ключевые слова: картирование, ГИС, хронология, насекомые.

**Рябоконеко С.А. Системный подход при изучении ландшафтных комплексов дистанционными методами // Ученые записки ТНУ. Серия:**



География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 171-174.

Рассматриваются методические вопросы дешифрирования космических снимков природных ландшафтов на основе ландшафтно-системного подхода и комплексного использования оптических спектральных и пространственных признаков для оценки основных геоэкологических характеристик исследуемых регионов. Изложен принцип применения ландшафтно-системного подхода на примере классификации аквально-наземных ландшафтов (АНЛ).

Ключевые слова: системный подход, дистанционные методы, ландшафтные комплексы, классификация.

**Сапитон Я.М.** Геоинформационная система Карпатского национального природного парка // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 175-180.

В статье представлена структура пилотной ГИС Карпатского НПП.

Ключевые слова: ГИС, экологический менеджмент, заповедные территории.

**Стадников В.В., Воронин А.В., Шпилевой А.А.** Применение космической съёмки при районировании Одессы // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 181-183.

В статье описан опыт применения космической съёмки при районировании Одессы.

Ключевые слова: космическая съёмка, районирование.

**Текеленбург А., Придатко В., Алкемаде Й., Луманн Э., Мейер Й.** Оценивание природного биоразнообразия земель сельскохозяйственного использования: первые наработки и перспективы Модели Глобального Биоразнообразия, учитывающей различные воздействия. // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 184-195.

В этой статье описываются самые первые исследования и инструменты, используемые при создании новой Модели глобального биоразнообразия (GLOBIO), которые также могут быть использованы для исследования земель сельскохозяйственного использования и ландшафтов.

Ключевые слова: агробиоразнообразии, глобальные модели, ГИС.

**Федоровский А.Д., Рябоконеко С.А., Рябоконеко А.Д., Пархисенко Я.В.** Автоматизация процесса дешифрирования ландшафтных комплексов по материалам космической съёмки для задач моделирования экологических процессов // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2003. – Т. 16 (55). - № 2. – С. 196-200.

Рассмотрены вопросы автоматизации процесса дешифрирования ландшафтных комплексов по материалам космической съёмки с использованием методик структурно-текстурного анализа.

Ключевые слова: пространственно-частотный анализ, фрактальный анализ, ландшафтные комплексы, классификация.

## АНОТАЦІЇ

**Барладін О.В., Городецький Є.М., Нетреба А.В. Оптимізація структури багаторівневих геоінформаційних систем// Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 3-8.**

Розглянуті особливості створених Інститутом передових технологій геоінформаційних систем та розробленого для них спеціалізованого програмного забезпечення. Викладені технології формування в ГІС шарів мережі доріг та річок для успішного розв'язання транспортних задач та задач, які використовують моделі рельєфу. Відзначено, що застосування спеціалізованих програмних модулів суттєво підвищує ефективність використання ГІС.

Ключові слова: ГІС, моделі рельєфу, програмні модулі.

**Бобра Т.В. Вивчення і картографування геоекотонів і геоекотонізації з використанням GIS-технологій. // Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 9-16.**

Розглянуто питання формування геоекотонів різного походження, їхньої ролі в географічній оболонці. Виявлено сутність процесу геоекотонізації. Запропоновано і розраховано для території Криму коефіцієнт антропогенної геоекотонізації, з використанням GIS-технологій, побудована карта ступеня геоекотонізації території Криму.

Ключові слова: геоекотон, геоекотонізація, ГІС-технології

**Боголюбов В.М. Концептуальні підходи до розробки ГІС для управління поверхневим стоком урбанізованих територій. // Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 17-21.**

В статті описані алгоритмічні особливості розробки ГІС для оптимізації управління поверхневим стоком урбанізованих територій.

Ключові слова: поверхневий стік, управління, геоінформаційна система (ГІС), урбанізована територія, басейн.

**Боков В.А. ГІС-технології в територіальному плануванні. // Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 22-26.**

У зв'язку з переходом до сталого розвитку і зміною соціально-економічного курсу в просторі колишнього СРСР необхідно переосмислити роль і форми здійснення територіального планування. Територіальне планування повинне стати тотальним, тобто охоплювати усі форми діяльності суспільства в рамках функціонування екологічних систем при участі всіх груп населення. Здійснення такого типу планування неможливо без використання ГІС-технологій, що дозволяють оперувати великими потоками інформації в просторово-тимчасових координатах екосфери.

**Вахрушев І.Б.** Деякі підходи до ГІС-картографування небезпечних гравітаційних явищ на південному узбережжі Криму // Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 27-30.

У роботі розглянута проблема картування небезпечних геоморфологічних об'єктів з використанням GPS-приймача до цілей створення цифрових карт із наступним застосуванням їх у геоінформаційних системах оцінки екологічної ситуації.

Ключові слова: GPS, геоінформаційні системи, екологічна ситуація, гравітаційні геоморфологічні структури.

**Горохов Є.В., Грімуд Г.І., Турбін С.В.** Методика оцінки технічного стану ПЛІ на основі геоінформаційних систем.// Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 31-39.

В статті розглянути питання надійної експлуатації повітряних ліній електропередачі. Запропонована методика ранжирування технічного стану ПЛІ в належності від ступеня недоліків та діючих кліматичних навантажень.

Ключові слова: повітряні лінії електропередачі, геоінформаційні системи.

**Даценко Л.Н.** Створення інформаційно-картографічних систем для сфери освіти: досвід розробки та апробації.// Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 40-44.

У статті висвітлені проблеми та досвід видання в Інституті передових технологій на CD для школи електронних навчальних посібників з картами по географії та історії (для 5 кл. – Київ: історія, географія, культура; 7 кл. – Україна з найдавніших часів до Київської Русі; - Географія материків і океанів; 8 кл. – Нова історія XVI – XVIII ст.; довідково-інформаційний атлас «Україна та її регіони»).

Ключові слова: електронні навчальні посібники, CD-диски, атласи .

**Дулицький А.І., Коваленко І.С.** Аналіз просторово-часової структури природного вогнища за допомогою ГІС-технологій.// Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 45-49.

Зроблено спробу використати ГІС-технологію для аналізу просторово-часової структури осередку природно-вогнищевої інфекції на прикладі туляремії в Криму. Виявлено сезону динаміку активності епізоотійних осередків по позитивних (або негативних) знахідках при користуванні різними лабораторними методами.

Ключові слова: ГІС-технологія, природне вогнище.

**Єпіхін Д.В., Вахрушева Л.П.** Методика застосування ГІС-технологій в картуванні рослинності населених пунктів// Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 50-55.

В статті описано методику застосування засобів ГІС відносно рослинності міст. Наведені необхідні елементи баз даних щодо ведення кадастру зелених насаджень та моніторингу рослинності. Надані підходи до класифікації рослинного покриву та оцінці антропогенного впливу.

---

Ключові слова: ГІС, урбоєкосистема, синантропна рослинність, зелені насадження, класифікація, база даних.

**Ишук О.О.** Концептуальні моделі місцевості як інструмент комплексної оцінки території. // Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). – № 2. – С. 56-63.

Метою цієї роботи є узагальнення існуючого досвіду реалізації засобами ГІС концептуальних моделей місцевості щодо вирішення проблем комплексної оцінки території.

Ключові слова: геоінформаційні системи, просторове моделювання, концептуальна модель місцевості.

**Карпенко С.О.** Географічне забезпечення регіональних природно-господарських баз даних // Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). – № 2. – С. 64-69.

Розглянуті підходи до створення регіональних природно-господарських баз даних, що вони є інформаційною базою для ведення територіальних банків даних та кадастров природних ресурсів. Показано, що “просторовим атомом” системи територіального управління є елементарні операційні територіальні одиниці, що їх неможливо розділити у природному та господарчому відношенні. Охарактеризовані головні їх типи та методика виділення.

Ключові слова: елементарна операційна територіальна одиниця, регіональний банк даних.

**Кір'якова Л.С., Хайтович О.Б., Коваленко І.С.** Використання географічної інформаційної системи в проведенні епідеміологічного нагляду за холерою та іншими інфекційними захворюваннями. // Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). – № 2. – С. 70-72.

Проведення епідеміологічного аналізу з використанням географічних інформаційних технологій (ГІС), дозволило створити електронну карту моніторингу епідемічного процесу холери у світі та Україні. На основі електронної карти світу відтворена динаміка охоплення країн і континентів у 7-у пандемію холери, що дає можливість науково обґрунтувати періоди розповсюдження холери у світі. Створена епідеміолого-географічна карта розповсюдження холери в Україні показала територіальне розповсюдження і динаміку виділення культур холерних вібріонів, географічне переваження за кількістю виділених культур у південних регіонах, переважне виділення холерних вібріонів з відкритих водоймищ і стічних вод, що дозволяє визначити пріоритетні напрямки моніторингу та проводити багатofакторний аналіз.

Ключові слова: холера, епідеміологічний нагляд, ГІС.

**Колесник В.І., Колесник К.В., Петренко В.П., Попов В.В., Смаглюк Д.В., Чех В.Ю.** Використання ДЗЗ і ГІС -технологій для прогнозування врожайності

зернових. // Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 73-80.

Описана модель прогнозу врожаю зернових на основі обробки даних скринінгу та ДЗЗ, методи одержання вихідних даних і технічна реалізація, включаючи оригінальні апаратні та програмні рішення.

Ключові слова: прогноз, скринінг, індекс вегетації.

**Куренков В.О. Організація інформаційної підтримки ГІС “Вернадський – Антарктика”**

// Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 81-84.

В статті розглядається питання організації інформаційної підтримки ГІС “Вернадський – Антарктика” в рамках Державної програми досліджень України в Антарктиці.

Ключові слова: ГІС, Антарктика.

**Кузнецов М.М. Геоінформаційне забезпечення картографування локальних систем розселення.**// Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 85-88.

Обґрунтовується доцільність і головні параметри використання ГІС – технологій в дослідженнях закономірностей розвитку локальних систем розселення, наводяться результати апробації геоінформаційного картографування локальних систем Криму

Ключові слова: ГІС – технологія, локальна система розселення.

**Лагодіна С.Є. Геоінформаційне забезпечення виділення елементарних одиниць територіального врядування (на прикладі адміністративного сільськогосподарського району)** // Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 89-95.

В статті розглядаються підходи до виділення операційних територіальних одиниць (ОТО) як елементарних об’єктів територіального врядування. На прикладі Вілінської селищної ради виконана класифікація завдань з врядування земельними ресурсами, потребуючих географічної інформації з прив’язкою до операційних територіальних одиниць.

Ключові слова: природно-господарські територіальні системи, операційні територіальні одиниці, управлінські завдання.

**Личак О.І., Глущенко І.В. Теоретико-методологічні основи геоінформаційного моделювання екологічних станів геосистем (на прикладі аналізу лісорослинних умов в горському Криму).**// Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 96-100.

В статті обґрунтовуються теоретико-методологічні основи геоінформаційного моделювання екологічного стану геосистем. Приведена реалізація деяких методологічних принципів просторово-часового аналізу лісорослинних умов в горському Криму.

---

Ключові слова: геоінформаційне моделювання, просторово-часовий аналіз, геосистема.

**Личак О.І., Глущенко І.В.** ГІС- моделювання екотопічної структури території об'єктів природно-заповідного фонду (на прикладі Караларського ландшафтного заказника в Криму)// Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 101-105.

В статті розглядаються можливості використання геоінформаційних технологій для виявлення і моделювання екотопічної структури території об'єктів природно-заповідного фонду.

Ключові слова: ГІС-моделювання, екотопічна структура території.

**Мазуркевич О. О, Серенко В. В., Рябоконеко О. Д., Рябоконеко С. О.** Використання дистанційного зондування землі та ГІС-технологій для вирішення водоресурсних та водоохоронних завдань // Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 106-109.

В статті розглянуті можливості використання дистанційних методів та ГІС технологій для вирішення водоресурсних та водоохоронних завдань, можливості визначення місць обрушення берегів, утворення мілей, джерел забруднення водних об'єктів.

Ключові слова: дистанційне зондування Землі, порівняльний аналіз, спектральні характеристики , водоохорона.

**Ночвай В.І., Шавріна А.В., Дячук В.А., Сосонкін М.Г.** Використання ГІС для моделювання концентрацій приземного озону. // Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 110-114.

В статті описується досвід використання геоінформаційних систем в вирішенні екологічних задач моделювання забруднення атмосфери. Розглянуто етап підготовки і аналізу даних, з використанням ГІС, для тривимірної математичної моделі розрахунку приземних концентрацій озону. Наведено підготовлені растрові моделі розподілу емісій і розрахованих приземних концентрацій забруднюючих речовин в області моделювання (місто Київ).

Ключові слова: ГІС, забруднення атмосфери, озон, емісія, розподіл приземних концентрацій.

**Оліферов А. М., Огородник И. М.** Використання ГІС-технологій для інформаційного забезпечення природокористування на основі басейново-ландшафтного методу. // Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 115-124.

В статті розроблена локальна геоінформаційна система для цілей інформаційного забезпечення природокористування на основі басейново-ландшафтного методу. Використано комплекс обчислювальної техніки. Обрано програмне забезпечення. Розроблено структуру бази даних. Створено серію

комп'ютерних карт, у тому числі, карта мікрководозборів і карта раціонального природокористування.

Ключові слова: геоінформаційна система, база даних, картографічний блок, басейновий метод, природокористування.

**Палеха Ю.М. Особливості використання ГІС-технологій в оцінці територій населених пунктів.** //Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 125-132.

В статті описані особливості використання ГІС-технологій в оцінці вартості територій населених пунктів України та їх грошової оцінки. Розглянуті застосування ГІС на різних стадіях грошової оцінки. Вивчені економіко-географічні особливості розподілу вартості міських територій.

Ключові слова: ГІС-технології, вартість території, грошова оцінка.

**Петроградський Ю. П. Використання ГІС – технологій при оцінці вплива автотранспорту на міське середовище м. Сімферополь** //Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 133-137.

В статті розглядаються підходи до оцінки екологічного вплива автотранспорту на міське середовище з використанням ГІС – технологій. Наведені приклади розрахунків викидів забруднюючих речовин за допомогою ГІС.

Ключові слова: ГІС – технології, автотранспорт, автотранспортний потік.

**Плиска Л.В.,Примак О.В. Від створення ЦВК стереофотограмметричним методом до моделювання паводків в ArcView (на прикладі Закарпатського регіону).**// Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 138-141.

В статті описаний один з методів створення ЦВК, а саме стереофотограмметричний, з подальшим використанням створеної ЦВК для моделювання паводків в ArcView. Результати моделювання можуть бути поєднані з іншими даними для визначення ступені ризику для населення та інфраструктур. Технологія випробування на картах Закарпаття..

Ключові слова: моделювання паводків, геоінформаційні системи, стереофотограмметричний метод.

**Попов М.О., Рябоконеко О.Д., Петроченко О.Ю. Підхід до класифікації стану лісових ресурсів по багатоспектральних космічних зображеннях на основі принципу злиття даних та використання елементів ГІС-технологій** // Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 142-150.

Запропоновано новий підхід до класифікації стану лісових ресурсів по багатоспектральним космічним зображенням, який у своїй теоретичній частині базується на синергетичній концепції злиття даних. Розроблено алгоритм класифікації, який оснований на запропонованих критерію інформативності спектральних каналів і класифікаційному правилу визначення належності об'єкта до класу. На базі описаного алгоритму розроблено з використанням елементів ГІС-

технологій програмний модуль для класифікації багатоспектральних космічних зображень.

Ключові слова: багатоспектральне зображення, інформативність, класифікація об'єктів, лісові ресурси.

**Придатко В.І., Карпенко С.О., Личак О.І., Вацет О.Є., Пархісенко Я.В.** Застосування даних ДЗЗ (Landsat 7 ETM+, Terra ASTER) для стартового оцінювання масштабів островізації та відновлення природних територій Кримського півострова. // Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 151-160.

На основі нових даних ДЗЗ за 1999-2001 рр. (Landsat 7 ETM+, Terra ASTER) створено пілот-ГІС і обґрунтовано створення тематичних карт щодо островів природних територій (ОсПТ) в Криму 1:200000. Знайдено до 1314 "островів" загальною площею до 0,8 млн. га, із яких переважали ОсПТ на пасовищах (50%).

Ключові слова: Крим, дистанційне зондування Землі, островізація екосистем.

**Присяжний В.І., Ключас С.І., Маковейчук О. М., Бутко І.М.** Алгоритм визначення опорних точок географічної прив'язки зображень по протяжним об'єктам. // Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 161-166.

Розроблено алгоритм визначення опорних точок зображень по протяжних об'єктах. Наводиться приклад застосування цього алгоритму для задачі географічної прив'язки космічних фотознімків.

Ключові слова: опорні точки, географічна прив'язка.

**Пишкін В.Б., Тарасов Ю.Е.** Вживання ГІС-технологій в хорологічному аналізі комах Крима. // Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 167-170.

Побудова систем картографічних баз даних і хорологічне представлення на узагальненій екологічній карті.

Ключові слова: картування, ГІС, хорологія, комахи.

**Рябоконеко С. О.** Системний підхід при вивченні ландшафтних комплексів дистанційними методами // Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 171-174.

Розглядаються методичні питання дешифрування космічних знімків природних ландшафтів на основі ландшафтно - системного підходу та комплексного використання оптичних спектральних і просторових ознак для оцінки основних геоекологічних характеристик досліджуваних регіонів. Викладено принцип застосування ландшафтно-системного методу на прикладі класифікації аквально-наземних ландшафтів (АНЛ).

Ключові слова: системний підхід, дистанційні методи, ландшафтні комплекси, класифікація.

**Сапитон Я.М.** Геоінформаційна система Карпатського національного природного парку. // Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 175-180.



В статті представлена структура пілотної ГІС Карпатського національного природного парку.

Ключові слова: ГІС, екологічний менеджмент, заповідні території.

**Стадніков В.В., Воронин О.В., Шпильовий О.О.** Застосування космічної зйомки при районуванні м.Одесн. // Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 181-183.

В статті розглянутий досвід застосування космічної зйомки при районуванні м.Одеси.

Ключові слова: космічна зйомка, районування.

**Текеленбург А., Придатко В., Алкемаде Й, Шоб Д., Луманн Е., Мейер Й.**

**Оцінювання природного біорізноманіття земель сільськогосподарського використання: перші напрацювання і перспективи щодо моделі глобального біорізноманіття, яка враховує різноманітні впливи.** // Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 184-195.

В статті дається опис самих перших досліджень та інструментів, що використовуються для створення нової Моделі Глобального Біорізноманіття (GLOBIO), і які можуть бути використані для дослідження земель сільськогосподарського використання та ландшафтів.

Ключові слова : агробіорізноманіття, глобальні моделі, ГІС.

**Федоровський О. Д., Рябоконеко С. О., Рябоконеко О. Д., Пархісенко Я. В.** Автоматизація процесу дешифрування ландшафтних комплексів за матеріалами космічної зйомки для задач моделювання екологічних процесів // Вчені записки ТНУ. Серія: Географія, 2003. – Т. 16(55). - № 2. – С. 196-200.

В статті розглянуті питання автоматизації процесу дешифрування ландшафтних комплексів за матеріалами космічної зйомки з використанням методик структурно-текстурного аналізу.

Ключові слова: структурно-текстурний аналіз, фрактальний аналіз, ландшафтні комплекси, класифікація.

## SUMMARY

***Barladin A.V., Gorodetsky E.M., Natreba A.V. Optimization of the multilevel geoinformation systems' structure // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 3-8.***

The particularities of created by Institute of Advanced Technologies Geoinformation Systems and its applied software have been explained. The technologies of creating of the roads and rivers systems for suitable solving transport's and relief's tasks have been described. It is concluded that usage of special program modules increases the effectiveness of GIS.

Keywords: GIS, relief models, program modules.

***Bobra T.V. Analysis and mapping of geocotones and geocotonetion of geospace with usage of GIS-technologies // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 9-16.***

The problem of formation of geocotones of a miscellaneous parentage, their role in a geographic shell(envelope) is reviewed. The nature of process geocotonetion is detected. Is offered and the factor anthropogenic geocotonetion is counted for terrain of Crimea, with usage of GIS-technologies the card of a degree geocotonetion of terrain of Crimea is constructed.

Keywords: geocotones, geocotonetion, GIS-technologies.

***Bogolubov V.M. The conceptual approaches to develop GIS for control by a surface sink of urbanized territories // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 17-21.***

In a paper the algorithmic features of GIS for control optimization of urbanized territories surface sink are depicted.

Keywords: surface run-off, management, Geoinformatic System (GIS), urbanized territory, pond.

***Bokov V.A. GIS-technology in territorial planning // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 22-26.***

In connection with transferring to sustainable development and gang of a socio economic course in room former USSR is necessary revise a role and forms of a realization of territorial planning. The territorial planning should become total, that envelop all forms of activity of the society within the framework of functioning of ecosystems at involvement of all groups of the population. The realization of such type of planning is impossible without of GIS-technology permitting to operate by major streams the information in time-spatial coordinates of ecosphere.

Keywords: territorial planning, GIS-technology, control, space, time, objects, subject.

***Vahrushev I.B. Some approaches to the GIS-mapping of the dangerous gravitational processes in Southern Coast of Crimea // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 27-30.***

In work the problem of mapping of dangerous geomorphological objects with use GPS-receiver for the purposes of creation of digital cards with the subsequent application them in geoinformation systems of an estimation of an ecological situation is considered.

Keywords: GPS-receiver, Geoinformatic System (GIS), ecological situation.

**Horokhov Ye.V., Grimud G.I., Turbin S.V. Principles of PTL Technical State Estimation Basing on Geoinformational Systems // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 31-39.**

The article is shown the questions of reliability exploitation of power transmission lines. The principles of PTL technical state ranging in dependence from damage's degree and climatic loads are proposed.

Keywords: power transmission line, geoinformational systems

**Datzenko L.N. Creation of informational-cartographical systems for a sphere of enlightenment: experience of working and approbation // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 40-44.**

In the article, the problems and experience of publication in Institute of advanced technologies on CD for school of the electronic school-books with maps on geography and history are elucidated (for 5 class - Kiev: a history, geography, culture; 7 class - Ukraine since antiquity to Kievan Rus'; - Geography of continents and oceans; 8 class - Modern history XVI - XVIII centuries; the information atlas «Ukraine and its regions»).

Keywords: the electronic school-books, CD-disks, atlases.

**Dulitskyi A.I., Kovalenko I.S. The analysis of spatial-temporary structure the natural center with the help of GIS-technology // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 45-49.**

In work the attempt is undertaken to use GIS-technology for the analysis of spatial-temporary structure of the center nature-focal of an infection on an example tularemia in .Crimea. Seasonal dynamics of activity epizootically of displays on positive (or negative) finds is revealed at use of various laboratory methods.

Keywords: the electronic school-books, CD-disks, atlases.

**Epikhin D.V., Vahrusheva L.P. The methods of using GIS – technologies in vegetation mapping of cities // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2.. – P. 50-55.**

In the article the methods of employment of GIS in cities vegetation mapping were described. Adduced necessary elements of database for urban forestry cadastre and vegetations monitoring. The ways of vegetation classification and evaluation of anthropogenic pressing were offered.

Keywords: GIS, urban ecosystem, synanthropic vegetation, urban forests, classification, database.

**Ischuk O. Conceptual territory models, considered as tools for complex territory evaluation // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 56-63.**

Main goal of this issue is to summarize existing experience in using GIS realization of conceptual territory models for complex territory evaluation.

Keywords: GIS (Geographical Informational Systems), spatial modeling, conceptual territory model.

**Karpenko S.A. Geographical providing of the regional natural-economic data bases** // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 64-69.

There are the approaches to creation of the regional natural-economic data bases in the article. The author proposes the elementary operational units as “spatial atoms” for management of the region.

Keywords: elementary operational units, regional data bases.

**Kiriyakova L.S., Khaitovich A.B., Kovalenko I.S. Use geographical information system in realization cholera control's and by other infectious diseases** // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P.70-72 .

The realization of epidemiological analysis with use of geographical information technologies (GIS), has allowed creating an electronic card of monitoring of epidemic process of cholera in the world and Ukraine. On the basis of an electronic card of the world dynamics of involving of the countries and continents in 7-th cholera pandemic is reproduced, that enables scientifically to prove the periods of distribution of a cholera in the world. The created epidemiological and geographical card of distribution of a cholera in Ukraine has epidemiological shown territorial distribution and dynamics of allocation of cultures cholera pathogen, geographical prevalence by amount of the allocated cultures in southern regions, primary allocation cholera pathogen from open reservoirs and waste water, that allows to determine priority directions of monitoring and to spend the analysis.

Keywords: cholera, cholera control, GIS.

**Kolesnik V.I., Kolesnik C.V., Petrenkova V.P., Popov V.V., Smagliuk D.V., Chekh V.Yu. Implementation of Remote Sensing and GIS technologies for crop capacity forecasting** // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 73-80.

The crop capacity forecasting model based on screening and remote sensing data processing has been described as well as initial data organization and technical implementation including original hard- and software solutions.

Keywords: forecasting, screening, vegetation index.

**Kurenkov V.O. Organization of information support GIS "Vernadski-Antarctica"** // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 81-84.

The article is devoted to problems of organization of information support GIS "Vernadski-Antarctica" in the framework of the state program of the Ukrainian investigations in Antarctica.

Keywords: GIS, Antarctica.

---

**Kuznetsov M.M. Geoinformational providing of the local system resettlement mapping** // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 85-88.

The author gives reason expedience and the main features of the GIS-technologies using in the local system resettlement researches. There are results of the local system resettlement mapping of Crimea in the article.

Keyword: GIS-technologies, the local system resettlement.

**Lagodina S.E. Geoinformational providing for output elementary spatial management units** // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 89-95.

The approaches for outputting of the elementary spatial management units were described. Author proposes the classification of the mains for landed recourses management for example for Vilinskiy municipal Council.

Keywords: natural-economic spatial systems, operational spatial units, managerial goals.

**Lychak A.I., Glushchenko I.V. Theoretic-methodological bases of the geoinformation modeling of the ecological condition of geosystems (on an example of the analysis of forest conditions of the Mountain Crimea)** // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 96-100.

The theoretic-methodological bases of geoinformation modeling of the ecological condition of the geosystems are described. There is realization of some methodological principles of the spatial - temporary analysis of forest conditions of the Mountain Crimea in the article.

Keywords: geoinformation modeling, spatial - temporary analysis, geosystems.

**Lychak A.I., Glushchenko I.V. GIS-modeling of the ecotopical structure of the territory of the specially protected areas objects (on the example Karalar landscape reserve in the Crimea)** // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 101-105.

Possibilities of using of the geoinformation technologies for modeling of the ecotopical structure of the territory of the specially protected areas objects are considered.

Keywords: GIS-modeling, ecotopical structure of the territory.

**Mazurkevich A.A., Serenko V.V., Ryabokononko A.D., Ryabokononko S.A. Automation of landscapes classification based on the remote sensing with the AIM of modeling of the environmental conditions** // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 106-109.

The article touches upon the possibilities of using remote sensing methods and GIS technologies to address water resource and water protection issues, and possibilities for identification of bank collapsing, shallowing and water pollution sources

Keywords: remote sensing of the earth, comparison analysis, spectral characteristics, water protection.

---

**Nochvaj V.I., Shavrina A.V., Dyachuk V.A., Sosonkin M.G., Sosonkin M.G. The use of GIS for modelling of surface ozone concentrations // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 110-114.**

Experience in the use of GIS for creating of ecological air pollution model is discussed. The first step was a preparation and of the emission data for photochemical three-dimensional Urban Airshed Model. The model is used for surface ozone calculation. Emissions and calculated surface concentrations of pollution in modeling region (Kyiv) are presented as a raster models.

Keywords: GIS, air pollution, ozone, emission, surface concentration distribution.

**Oliferov, A. N., Ogorodnik I. N. The Use of GIS-technology of the Natureuse Based on the Basin-landscape Method // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 115-124.**

The local geoinformation system for the information support of the natureuse on the base of the basin-landscape method was worked out. The computer complex was used and the database was prepared. The electronic maps, including the map of the microwatercollection and the map of the rational natureuse, were created.

Keywords: geoinformation system, cartographical block, database, basin method.

**Palekha Y.N. Features of GIS-technologies usage in an estimation of Ukrainian settlements // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 125-132.**

In the article the features of GIS-technologies usage in an estimation of lands of Ukrainian settlements and their money estimation are described. The problems of GIS application at different stages of a money estimation are reviewed. The economic-geographical features of distribution of the cost of urban lands are studied.

Keywords: GIS-technologies, cost of urban lands, money estimation

**Petrogradski Y. P. Using GIS – technologies for estimation of the ecological influence of autotransport in cities' environment // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 133-137.**

The article is devoted to approaches for estimations of the ecological influence of autotransport in cities' environment with using GIS – technologies.

Keywords: GIS – technologies, autotransport, traffic.

**Plyska L.V., Prymak A. V. From creating vector data maps with stereophotogrammetrical method to flood modeling using ArcView (by way of Transcarpathian region) // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 138-141.**

Flooding can be studied and simulated using GIS. Two data sets are required to model - a flood Elevation & watercourse. Data sets can be taken out of vector data maps which were created using stereophotogrammetrical method. The elevation of the river can then be increased to simulate a flood. The flood results can be combined with other data to identify risk to population and infrastructures. The technology was tested on maps of Transcarpathian region.

---

Keywords: flood modelling, GIS, stereophotogrammetrical method

**Popov M.O., Ryabokonenko O.D., Petrochenko O.Yu. An approach to classify the state of forest resources by multispectral images based on data fusion principle and application of GIS technologies // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 142-150.**

It was proposed a new approach to classify the state of forest resources by multiband space-born images, which is based on the theoretical concept of synergic fusion of data. A classifying algorithm employing an information value criterion for spectral bands and classifying rule how to determine whether an object is belonged to a certain class is elaborated. A software module to classify multiband space-born images is written down using elements of GIS technologies.

Keywords: multiband image, information value, classification of objects, forest resources

**Prydatko V.I., Karpenko S.O., Lychak O.I., Vatset O.E., Parkhisenko Ya.V. Remotely Sensed Data (Landsat 7 ETM+, Terra ASTER) Application In the Initial Assessment of Ecosystems Insulation Scale and Natural Areas Regeneration on the Crimean Peninsula // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 151-160.**

A pilot-GIS was developed and thematic mapping of "islands" of natural areas in Crimea at 1:200,000 scale was justified, using new 1999-2001 remotely sensed data (Landsat 7 ETM+, Terra ASTER). Around 1,314 "islands" with the total area of 0.8 million ha were identified, 50% of which are located on the pastures.

Keywords: Crimea, remote sensing of the earth, ecosystems insulation.

**Prisyagny V.I., Klyufas S.I., Makoveychuk A. N., Butko I.M. Algorithm of the geographic snapping reference points determination // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 161-166.**

A new algorithm of the image snapping reference points determination was developed. An example of the algorithm application to geographical snapping of the space images is given.

Keywords: reference points, geographic snapping.

**Pishkin V., Tarasov U. Using GIS-technologies in chorological analysis of the insects of Crimea // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 167-170.**

Creating multifunctional systems mapping database and chorological imagine on the generalization ecology map

Keywords: mapping, GIS, chorology, insects.

**Ryabokonenko S.A. Integrated Approach to Studying Landscape Complexes Using Remote Sensing Methods // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 171-174.**

The issues of decoding satellite images of natural landscapes, based on the landscape-system approach and an integrated use of spectral and spatial characteristics for the assessment of the main geo-environmental characteristics of the study regions are considered in the article. The principle of landscape-system method, using the example of the aquatic-land landscapes classification, is described.

Keywords: Remote Sensing methods, landscape complexes, classification, system approach.

**Sapyton Y. The Carpathian National Nature Park pilot-GIS // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 175-180.**

In a paper the structure Carpathian NNP pilot-GIS was present.

Keywords: Geoinformatic System (GIS), ecological management, reserved territories.

**Stadnikov V.V., Voronin A.V., Shpilevoy A.A. Using the cosmic removal at fission of the city Odessa on regions // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 181-183.**

In this paper the formatting about using the cosmic removal at fission of the city Odessa on regions.

Keywords: Geographic information system, GIS, digital maps, cosmic picture.

**Tekelenburg A., Prydatko V., JRM. Alkemade, D. Schaub, E. Luhmann and JR. Meijer. Assessment of Wild Biodiversity in Agricultural Land Use. First design and perspectives of a pressure-based Global Biodiversity Model // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 184-195.**

This paper presents the very first insights into and tools used in building a new Global Biodiversity Model (GLOBIO), which can also be used for assessments of agricultural land use and landscapes.

Keywords: agrobiodiversity, global models, GIS.

**Fedorovsky A.D., Ryabokononko S.A., Ryabokononko A.D., Parkhisenko Y.V. Automation of landscapes classification based on the remote sensing with the AIM of modeling of the environmental conditions // Uchenye zapiski TNU. Series: Geography, 2003. – Vol. 16 (55). №2. – P. 196-200.**

The article deals with applying structure and texture analysis for the automation of landscapes classification based on the remote sensing with the aim of modeling of the environmental conditions

Keywords: structure and texture analysis, fractal analysis, landscapes, classification.



## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Барладин А. В.** Институт передовых технологий, к.т.н, г.Киев, ул. Попудренка 54. E-mail: [iat@antex.kiev.ua](mailto:iat@antex.kiev.ua)

**Бобра Т.В.** Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, географический факультет, кафедра геоэкологии, к.г.н., доцент, 95007, г.Симферополь, ул.Ялтинская, 4. (0652) 230 273

**Боголюбов В.Н.** Национальный университет «Киево-Могилянская академия», к.т.н., доцент, 04070, г.Киев, ул.Г.Сковороди, 2. E-mail: [bogvol@ukma.kiev.ua](mailto:bogvol@ukma.kiev.ua), (044) 416-60-57

**Боков В.А.** Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, географический факультет, кафедра геоэкологии, д.г.н., проф., зав.каф. геоэкологии, 95007, г.Симферополь, ул.Ялтинская, 4. E-mail: [bokov@tnu.crimea.ua](mailto:bokov@tnu.crimea.ua), 38 (0652) 230 234

**Бутко И.Н.** ЗАТ НПП „АВИКОС-ЭЛЕКТРОН”, г.Львов, Украина; воинская часть А0515. E-mail: [om@mail.lviv.ua](mailto:om@mail.lviv.ua), (0322) 33-41-16, (044) 244-08-19, 244-98-27

**Вахрушев И.Б.** Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, географический факультет, 95007, г.Симферополь, ул.Ялтинская, 4.

**Вахрушева Л.П.** Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, географический факультет, кафедра ботаники, 95007, г.Симферополь, ул.Ялтинская, 4. E-mail: [ydv\\_bio@tnu.crimea.ua](mailto:ydv_bio@tnu.crimea.ua)

**Вацет Е.Е.** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского 95007, г.Симферополь, ул.Ялтинская, 4. E-mail: [turr@tnu.crimea.ua](mailto:turr@tnu.crimea.ua), (0652) 23 39 10

**Воронин А.В.** НПП “Высокие технологии”, руководитель отдела

**Глущенко И.В.** Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, 95007, г.Симферополь, ул.Ялтинская, 4. E-mail: [turr@tnu.crimea.ua](mailto:turr@tnu.crimea.ua)

**Городецкий Е. М.** Институт передовых технологий, к.т.н, Киев, ул. Попудренка 54. E-mail: [iat@antex.kiev.ua](mailto:iat@antex.kiev.ua)

**Горохов Е.В.** Донбасская государственная академия строительства и архитектуры, д.т.н., проф., ректор, заведующий кафедрой «Металлические конструкции», Державина, 2, г. Макеевка, Донецкая обл., 86123, Украина, (0622) 90-29-38, (062) 338-03-96

**Гримуд Г.И.** Донбасская государственная академия строительства и архитектуры, соискатель кафедры «Металлические конструкции», Державина, 2, г. Макеевка, Донецкая обл., 86123, Украина, тел: (0622) 90-29-38

**Даценко Л.Н.** Институт передовых технологий, к.г.н, г.Киев, ул. Попудренка 54.

E-mail: [iat@antex.kiev.ua](mailto:iat@antex.kiev.ua)

**Дулицкий А.И.** Крымская противочумная станция МЗ Украины, заведующий лабораторией мониторинга очаговых экосистем, к.б.н. Симферополь, ул. Промышленная, 40; (0652) 23-25-39

Дячук В.А.

**Епихин Д.В.** Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, географический факультет, кафедра ботаники, Крым, Симферополь, 95007, ул. Ялтинская, 4. E-mail: [ydv\\_bio@tnu.crimea.ua](mailto:ydv_bio@tnu.crimea.ua)

**Ищук А.А.** СИНТЕС-Украина, центр «ГИС-аналитик», руководитель E-mail: [o.ischuk@sintech.kiev.ua](mailto:o.ischuk@sintech.kiev.ua)

**Карпенко С.А.** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского 95007, г.Симферополь, ул.Ялтинская, 4. E-mail: [turr@tnu.crimea.ua](mailto:turr@tnu.crimea.ua), 38 (0652) 23 39 10

**Кирьякова И.С.** Крымская противочумная станция МЗ Украины, заведующая эпидемиологической лабораторией. Симферополь, ул. Промышленная, 40; (0652) 23-25-39

---

**Клюфас С.И.** ЗАТ НПП „АВІКОС-ЕЛЕКТРОН”, г.Львов, Украина генеральный директор, член-корр. Академии технических наук; воинская часть А0515. E-mail: [om@mail.lviv.ua](mailto:om@mail.lviv.ua); (044)244-08-19, (0322) 33-41-16

**Коваленко И.С.** Крымская противочумная станция МЗ Украины, врач-лаборант. Симферополь, ул. Промышленная, 40; (0652) 23-25-39

**Колесник В.И.** НИПИ «Союз», г. Харьков. E-mail: [nipi\\_soyuz@kharkov.ukrtel.net](mailto:nipi_soyuz@kharkov.ukrtel.net), (0572) 524112

**Колесник К.В.** НИПИ «Союз», г. Харьков, E-mail: [nipi\\_soyuz@kharkov.ukrtel.net](mailto:nipi_soyuz@kharkov.ukrtel.net), (0572) 52 4112

**Кузнецов М.М.** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского 95007, г.Симферополь, ул.Ялтинская, 4

**Куренков В.О.** ЗАО «ЕСОММ», ГИС-инженер, г.Киев, ул. Кутузова, 18/7 к.909. E-mail: [kv@esomn.kiev.ua](mailto:kv@esomn.kiev.ua)

**Лагодина С.Е.** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского 95007, г.Симферополь, ул.Ялтинская, 4. E-mail: [turr@tnu.crimea.ua](mailto:turr@tnu.crimea.ua), (0652) 23 39 10

**Лычак А.И.** Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, географический факультет, кафедра геоэкологии, к.г.н., доцент, 95007, г.Симферополь, ул.Ялтинская, 4.

**Мазуркевич А.А.** Украинский центр менеджмента земли и ресурсов, генеральный директор, к.г.н., г.Киев, Чоколовский бульвар, 13. E-mail: [O.Mazurkevich@ulrnc.org.ua](mailto:O.Mazurkevich@ulrnc.org.ua), (044) 2302266

**Маковейчук А.Н.** ЗАТ НПП „АВІКОС-ЕЛЕКТРОН”, ведущий инженер-программист, г. Львов, воинская часть А0515, г.Киев, Украина Тел. (0322) 33 41 16. E-mail: [om@mail.lviv.ua](mailto:om@mail.lviv.ua); (044) 244 08 19

**Нетребя А.В.** Институт передовых технологий, к.т.н, г.Киев, ул. Попудренка 54. E-mail: [iat@antex.kiev.ua](mailto:iat@antex.kiev.ua)

**Ночвай В.И.** Национальный университет «Киево-Могилянская академия», аспирант кафедры экологии, 04070, г.Киев, Сквороди 2, (044) 416 51 88

**Огородник И.Н.** Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, географический факультет, к.г.н., кафедра физической географии и океанологии, 95007, г.Симферополь, ул.Ялтинская, 4

**Олиферов А. Н.** Таврический национальный университет им.В.И.Вернадского, географический факультет, кафедра физической географии и океанологии 95007, г.Симферополь, ул. Ялтинская, 4

**Палеха Ю.Н.** Украинский государственный научно-исследовательский институт проектирования городов "Діпромiсто", к.г.н., зам. директора по научной работе, руководитель Базового центра ГИС, 01133, г.Киев, бул. Леси Украинки, 6. (044) 295 11 37

**Пархисенко Я.В.** Украинский центр менеджменту земли и ресурсов, аспирант, Киевский университет им. Тараса Шевченка, географический фак-т, г.Киев. E-mail: [Y.Parkhisenko@ulrnc.org.ua](mailto:Y.Parkhisenko@ulrnc.org.ua), [o.petrinenko@ulrnc.org.ua](mailto:o.petrinenko@ulrnc.org.ua), (044) 230-22-66

**Петренкова В.П.** ИР им. Юрьева УААН, г. Харьков

**Петроградский Ю.П.** Крымская академия природоохранного и курортного строительства, кафедра инженерной экологии и безопасности жизнедеятельности, г.Симферополь, ул. Павленко, 4. E-mail: [zulu\\_net@mail.ru](mailto:zulu_net@mail.ru)

**Петроченко А.Ю.** Украинский центр менеджмента земли и ресурсов, программист, 03186, г. Киев, Чоколовский бульвар, 13

**Плиска Л.В.** ДП «Закарпатгеодезцентр» (м. Мукачево), инженер-аэрофотогеодезист. E-mail: [lida@geodez.mk.uzhgorod.ua](mailto:lida@geodez.mk.uzhgorod.ua)

**Попов В.В.** ЧП «Параллель», г.Киев. E-mail: [chekh@pworlds.com](mailto:chekh@pworlds.com)  
<http://www.pworlds.com>, (044) 459 6062

**Попов М.О.** Центр аэрокосмичних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України, заступник директора з наукової роботи, доктор технічних наук, 01601 Україна, г.Киев, ул. О. Гончара, 55-б. E-mail: [pop@casre.kiev.ua](mailto:pop@casre.kiev.ua), (044) 246-81-66

**Придатко В.И.** Украинский центр менеджмента земли и ресурсов (УЦМЗР), к.б.н, старший специалист по проектам, г.Киев, Чоколовский бульвар, 13. E-mail: [V.Prydatko@ulrnc.org.ua](mailto:V.Prydatko@ulrnc.org.ua), (044) 230-22-66

**Прймак О.В.** ДП «Закарпатгеодезцентр», инженер-аэрофотогеодезист, г. Мукачево. E-mail: [Alex\\_ftn@mail.ru](mailto:Alex_ftn@mail.ru)

**Присяжный В.И.** ЗАТ НПП „АВІКОС-ЕЛЕКТРОН”, Україна, г. Львов; воинская часть А0515, м. Киев, Украина, (380322) 33-41-16. E-mail: [om@mail.lviv.ua](mailto:om@mail.lviv.ua), (044) 244-98-27

**Пышкин В.Б.** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Биологический факультет, доцент кафедры экологии и рационального природопользования, к.б.н., 95007, г.Симферополь, ул. Ялтинская, 4, корп. Б, Ауд. 519. E-mail: [biscrim@crimea.edu](mailto:biscrim@crimea.edu), (0652) 23 22 15, (0652) 24 07 86

**Рябоконеко А. Д.** Украинский центр менеджмента земли и ресурсов, технический директор, 03186, г.Киев. E-mail: [O.Ryabokonenko@ulrnc.org.ua](mailto:O.Ryabokonenko@ulrnc.org.ua), (044)2302266

**Рябоконеко С.А.** Центр аэрокосмических исследований Земли Института геологических наук НАН Украины, 03186, г.Киев. (044) 2166370

**Сапитон Я.М.** Национальный университет “Киево-Могилянская академия”, студентка магистерской программы “Экология”, 04070, г.Киев, Сквороди 2. E-mail: [y\\_sapyton@ukr.net](mailto:y_sapyton@ukr.net)

**Серенко В.В.** Украинский центр менеджмента земли и ресурсов, главный специалист по проектам, к.э.н., г.Киев. E-mail: [V.Serenko@ulrnc.org.ua](mailto:V.Serenko@ulrnc.org.ua), (044)2302266

**Смаглюк Д.В.** НИПИ «Союз», г. Харьков. E-mail: [nipi\\_soyuz@kharkov.ukrtel.net](mailto:nipi_soyuz@kharkov.ukrtel.net), (0572) 524112

**Сосонкин М.Г.** к.т.н. Головна Астрономічна Обсерваторія Академії Наук України, г.Киев

**Стадников В. В.** Научно-производственное предприятие “Высокие технологии”, к.т.н., доцент, 65078, г.Одесса, ул.Космонавтов, 32

**Тарасов Ю.Э.** Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, Биологический факультет, кафедра экологии и рационального природопользования, аспирант. 95007, Украина, АР Крым, Симферополь, ул. Ялтинская, 4, корп. Б, Ауд. 519. E-mail: [biscrim@crimea.edu](mailto:biscrim@crimea.edu), (0652)232215

**Турбин С.В.** Донбасская государственная академия строительства и архитектуры, кафедра «Металлические конструкции», к.т.н., 86123, Донецкая обл., г. Макеевка, Державина, 2. E-mail: [sergey@icm.dn.ua](mailto:sergey@icm.dn.ua), (062) 337-51-06

**Федоровский А.Д.** Центр аэрокосмических исследований Земли Института геологических наук НАН Украины, зав.отделом, доктор ф.м. наук, Киев, (044) 2166370

**Хайтович А.Б.** Крымская противочумная станция МЗ Украины, начальник, д.мед.н. Симферополь, ул. Промышленная, 40; (0652) 23-25-39

**Чех В.Ю.** ЧП «Параллель», г. Киев. E-mail: [chekh@pworlds.com](mailto:chekh@pworlds.com), <http://www.pworlds.com>, (044) 459 6062

**Шаврина А.В.** к.ф-м.н., Главная Астрономическая Обсерватория Академии Наук Украины, Киев

**Шпилевой А.А.** НПП “Высокие технологии”, ведущий специалист, 65078, Одесса, ул.Космонавтов, 32, оф. 304-306. E-mail: [nppvt@paco.net](mailto:nppvt@paco.net), <http://www.ht.com.ua>, (0482) 342158, 374986, 656045

---

**Luhmann Eric P.** Altarum Institute (formerly ERIM) Program Manager for the ULRMC Project and ULRMC Vice President and Chief Financial Officer. E-mail: [Eric.Luhmann@altarum.org](mailto:Eric.Luhmann@altarum.org), [www.altarum.org](http://www.altarum.org), [www.ulrhc.org.ua](http://www.ulrhc.org.ua)

**Meijer Johan** National Institute of Public Health and the Environment. Antonie van Leeuwenhoeklaan 9, 3721 MA Bilthoven, Netherlands. P.O.Box 1, 3720 BA Bilthoven, The Netherlands. E-mail: [johan.meijer@rivm.nl](mailto:johan.meijer@rivm.nl), WWW: <http://www.rivm.nl>, +31 30 274 4390, +31 30 274 4427

**Tekelenburg Tonnie** co-researcher of ecological modeling, National Institute of Public Health and the Environment. Antonie van Leeuwenhoeklaan 9, 3721 MA Bilthoven, Netherlands. P.O.Box 1, 3720 BA Bilthoven, The Netherlands. E-mail: [tonnie.tekelenburg@rivm.nl](mailto:tonnie.tekelenburg@rivm.nl), + 31 30 2742608, +31 30 2744419

**Alkemade Jrm** National Institute of Public Health and the Environment. Antonie van Leeuwenhoeklaan 9, 3721 MA Bilthoven, Netherlands.

**Schaub D.** National Institute of Public Health and the Environment. Antonie van Leeuwenhoeklaan 9, 3721 MA Bilthoven, Netherlands.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Барладін О.В., Городецький Є.М., Нетреба А.В.</i> Оптимізація структури багаторівневих геоінформаційних систем .....	3
<i>Бобра Т.В.</i> Изучение и картографирование геозкоитоив и экотонизация геопространства с использованием ГИС-технологий .....	9
<i>Боголюбов В.М.</i> Концептуальні підходи до розробки ГІС для управління поверхневим стоком урбанізованих територій .....	17
<i>Боков В. А.,</i> ГИС-технологии в территориальном планировании .....	22
<i>Вахрушев И.Б.</i> Некоторые подходы к ГИС-картографированию опасных гравитационных явлений на ЮБК .....	27
<i>Горохов Е.В., Гримуд Г.И., Турбин С.В.</i> Методика оценки технического состояния воздушных линий на основе геоинформационных систем.....	31
<i>Даценко Л.М.</i> Створення інформаційно-картографічних систем для освітньої галузі: досвід розробки та апробації .....	40
<i>Дулицкий А.И., Коваленко И. С.,</i> Анализ пространственно-временной структуры природного очага с помощью ГИС-технологий .....	45
<i>Етихин Д.В., Вахрушева Л.П.</i> Методика использования ГИС-технологий в картировании растительности населенных пунктов .....	50
<i>Ищук А.А.</i> Коицептуальные модели местности как инструмент комплексной оценки территории .....	56
<i>Карпенко С.А.</i> Географическое обеспечение региональных природно-хозяйственных баз данных....	64
<i>Кирьякова Л.И., Хайтович А.Б., Коваленко И.С.</i> Использование географической информационной системы в проведении эпиднадзора за холерой и другими инфекционными заболеваниями.....	70
<i>Колесник В.И., Колесник К.В., Петренко В.П., Попов В.В., Смаглюк Д.В., Чех В.Ю.</i> Применение ДЗЗ и ГИС-технологий для прогнозирования урожайности зерновых .....	73
<i>Кузнецов М.М.</i> Геоинформационное обеспечение картирования локальных систем расселения.....	81
<i>Куренков В.О.</i> Организация информационной поддержки ГИС «Вернадский-Антарктика».....	85
<i>Лагодина С. Е.</i> Географическое обеспечение выделения элементарных единиц территориального управления (на примере административного сельскохозяйственного района).....	89
<i>Лычак А.И., Глуценко И.В.</i> Теоретико-методологические основы геоинформационного моделирования экологических состояний геосистем на примере анализа лесорастительных условий в горном Крыму .....	96
<i>Лычак А.И., Глуценко И.В.</i> ГИС-моделирование экотопической структуры территории объектов природно-заповедного фонда (на примере Карларского ландшафтного заказника в Крыму).....	101
<i>Мазуркевич О.О., Серенко В.В., Рябоконеко О.Д., Рябоконеко С.О.</i> Використання дистанційного зондування Землі та ГІС-технологій для вирішення водоресурсних і водоохоронних завдань .....	106
<i>Ночвай В.І., Шавріна А.В., Дячук В.А., Сосонкін М.Г.</i> Використання ГІС для моделювання концентрацій приземного озону .....	110
<i>Олиферов А.Н., Огородник И.Н.</i> Использование ГИС-технологий для информационного обеспечения природопользования на основе бассейно-ландшафтного метода .....	115
<i>Палеха Ю.Н.</i> Особенности использования ГИС в оценке территорий населенных пунктов Украины .....	125
<i>Петроградский Ю.П.</i> Использование ГИС-технологий для оценки воздействия автотранспорта на окружающую среду г.Симферополя.....	133
<i>Плиска Л.В., Примак О.В.</i> Від створення ЦВК стереофотограметричним методом до моделювання паводків в ARCVIEW (на прикладі Закарпатського регіону) .....	138
<i>Попов М.О., Рябоконеко О.Д., Петроченко О.Ю.</i> Підхід до класифікації стану лісових ресурсів по багатоспектральних космічних зображеннях на основі принципу злиття та використання	

елементів ГІС-технологій.....	142
<i>Придатко В.І., Карпенко С.О., Личак О.І., Вацет О.Є., Пархісенко Я.В.</i> Застосування даних ДЗЗ (LANDSAT 7 ETM+, Terra ASTER) для стартового оцінювання масштабів островізації та відновлення природних територій Кримського півострова .....	151
<i>Присяжний В.І., Ключас С.І., Маковейчук О.М., Бутко І.М.</i> Алгоритм визначення опорних точок географічної прив'язки зображень по протяжним об'єктам .....	161
<i>Пышкин В.Б., Тарасов Ю.Э.</i> Применение ГИС-технологий в хронологическом анализе насекомых Крыма .....	167
<i>Рябоконеко С.А.</i> Системный подход при изучении ландшафтных комплексов дистанционными методами .....	171
<i>Сапитон Я.М.</i> Геоінформаційна система Карпатського національного природного парку .....	175
<i>Стадников В.В., Воронин А.В., Штилевой А.А.</i> Применение космической съемки при районировании Одессы .....	181
<i>Текеленбург А., Придатко В.И., Алкемаде Й., Шоб Д., Лумани Э., Мейер Й.</i> Оценивание природного биоразнообразия земель сельскохозяйственного использования: первые наработки и перспективы модели глобального биоразнообразия, учитывающей различные воздействия .....	184
<i>Федоровский А.Д., Рябоконеко С.А., Рябоконеко А.Д., Пархісенко Я.В.</i> Автоматизация процесса дешифрирования ландшафтных комплексов по материалам космической съемки для задач моделирования экологических процессов.....	196
Аннотації .....	201
Анотації .....	209
Summary .....	217
Сведения об авторах .....	224