

УДК 528.8:577.456

А. С. Левенко¹, В. И. Волошин¹, А. Г. Шапарь²

¹Державне підприємство «Дніпрокосмос», Дніпропетровськ

²Інститут проблем природокористування і екології Національної академії наук України, Дніпропетровськ

Оценка состояния природных коридоров между экологическими зонами и контроль биологического разнообразия территорий с использованием методов дистанционного зондирования Земли

Надійшла до редакції 26.10.06

Розглянуто можливість застосування методів дистанційного зондування Землі для вивчення біологічної розмаїтості в Україні на регіональному рівні. Така можливість базується на розроблених методиках і проведених практичних роботах в межах міста Дніпропетровська.

ВВЕДЕНИЕ

Ценность природного биологического разнообразия формировалась в процессе эволюции. Благодаря выполняемым им функциям в биосфере — буферной и стабилизационной, нейтрализуется отрицательное действие абиотических факторов на живую природу. Поэтому сохранение существующего биологического разнообразия имеет важное стратегическое значение для Украины. В ходе конференции ООН 5 июня 1992 г. в Рио-де-Жанейро была заключена международная Конвенция о биоразнообразии, а в мае 2003 г. принята соответствующая Киевская резолюция [7] (Міжнародний договір «Конвенція про охорону біологічного різноманіття»). Большая часть территории Украины находится под прессом антропогенного (в основном техногенного) воздействия, потенциально приводящего к снижению биологического многообразия (разнообразия) в природной среде.

Нужно отметить, что сохранение биологического разнообразия является составляющей эко-

логических аспектов обеспечения устойчивого развития Украины [1, 2, 10]. Территории Украины присуще богатое биологическое разнообразие. Леса в Украине занимают 9 млн га (15.6 %) из общей площади, луга — 5.4 млн га (8.9 %), болота и плавни занимают около 3 % территории, степи — менее 1 %. За время новой эры здесь утрачено 150—200 видов растений и животных, в основном эндемиков. Украина занимает 6 % территории Европы, и здесь до настоящего времени сохранено 35 % европейского биоразнообразия (по этому показателю Украина уступает лишь Франции). Украинское биологическое разнообразие представлено около 70 тысячами видов, из них флора — около 25 тысячами видов [5]. Часть видов сохранена благодаря тому, что в Красную книгу Украины занесено 511 видов растений, 382 вида животных. А общая площадь охраняемых земель природно-заповедного фонда составляет 1.9 % территории страны (1123.4 тыс. га). К сожалению, распределение охраняемых земель неравномерно, наименьшее их количество в Кировоградской, Днепропетров-

ской и Винницкой областях (0.4—0.8 %). В частности, в Днепропетровской и Запорожской областях (отнесенных к промышленному Приднепровью) охраняются 18 лесных растений (из 263 по Украине), 66 видов лесных животных (из 192 по Украине) находятся под угрозой исчезновения.

В связи с этим особое значение приобретает сохранение природы в неохраемых зонах, в том числе на территориях крупных городов. Сохранение в этих зонах биологического разнообразия возможно при исключении изоляции и поддержании биологических коридоров для обмена с другими природными резервациями. На территории крупных городов, кроме парков и расположенных внутри городов лесничеств, биоразнообразие поддерживается естественным путем на землях, непригодных для строительства городских инфраструктур — прежде всего это балки [2].

Целенаправленный контроль биологических коридоров в Украине отсутствует, инструменты глобального контроля не применяются. Тем не менее понимание необходимости внедрения сис-

тем глобального контроля есть. В ст. 132 раздела IV Политической декларации от 4 сентября 2002 г. «Йоганнесбургская декларация по устойчивому развитию. От наших истоков к будущему» рекомендуется: «Заохочувати розроблення і більш широке використання технологій спостереження за Землею, включаючи дистанційне зондування з супутників, глобальне картографування і системи географічної інформації для збору надійних даних про вплив на навколишнє середовище, землекористування і зміни в землекористуванні, зокрема шляхом здійснення невідкладних заходів на всіх рівнях».

В настоящее время в рамках Минприроды Украины действует система экологического мониторинга, которая в какой-то мере может быть использована для контроля сохранения биологического разнообразия в Украине. Мониторинг предусматривает сбор информации из различных источников для принятия управленческих решений и в настоящее время строится на основе ведомственных данных (www.menr.gov.ua), рис. 1. Известно, что данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в зарубежных про-

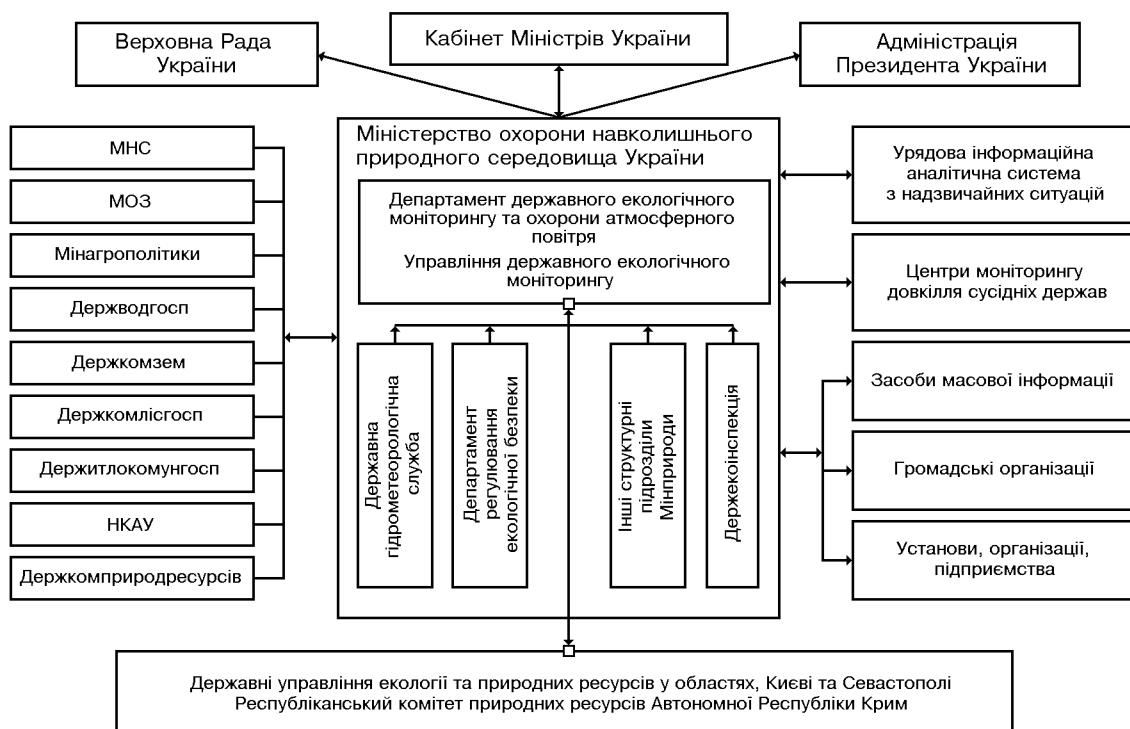


Рис. 1. Экологический мониторинг в системе Минприроды Украины






-  - высокий уровень техногенной нагрузки
-  - средний уровень техногенной нагрузки
-  - отличные условия для растительности

Рис. 2. Космический снимок г. Днепропетровска



Рис. 3. Детальное выделение объекта — Тоннельной балки г. Днепропетровска (снимок б)



Рис. 4. Выделение объекта — Тоннельной балки — на космоснимке с интерпретацией состояния озеленения территории г. Днепропетровска



Рис. 5. На космическом снимке по данным NDVI можно прогнозировать создание перспективного «зеленого коридора» к левобережной части г. Днепропетровска (стрелка желтого цвета). В то же время не является эффективным для сохранения биоразнообразия направление вниз по течению р. Днепр (желтый пунктир)

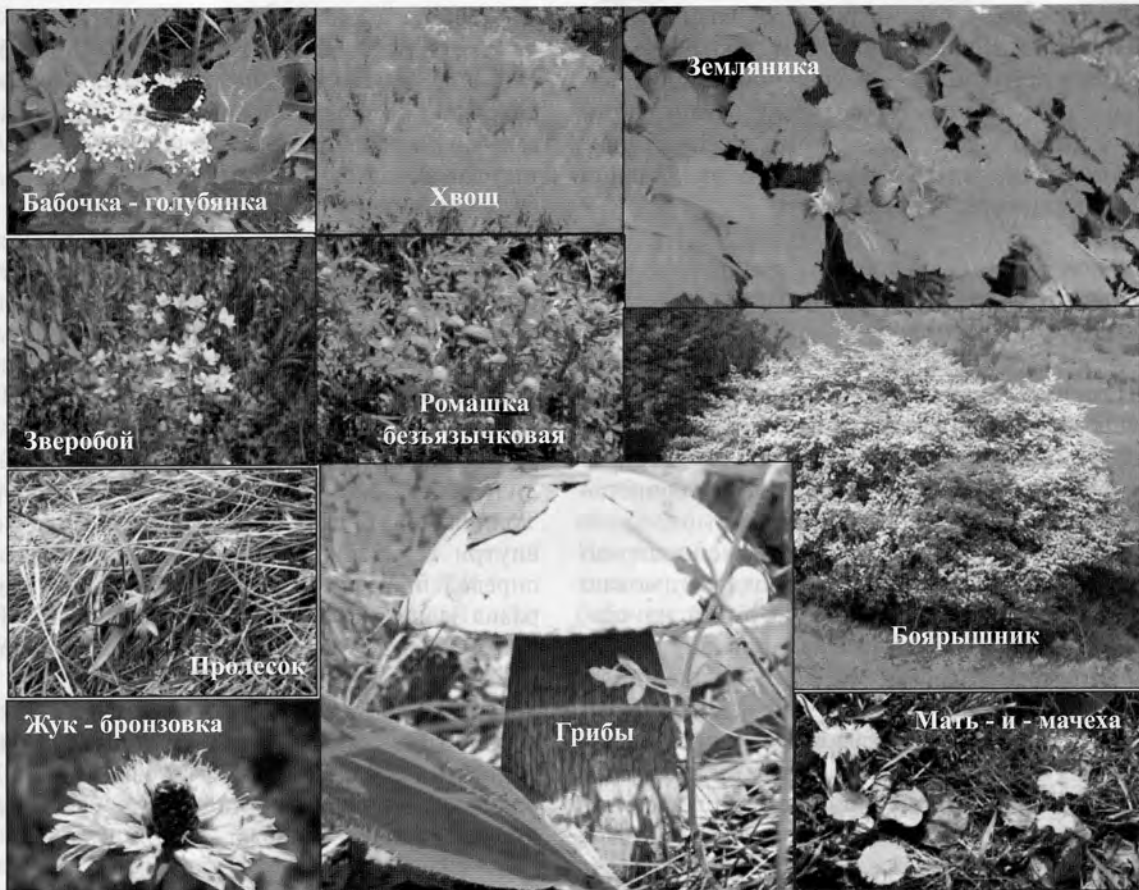


Рис. 6. Фото, сделанные в Тоннельной балке в 2006 г. Среди растений здесь произрастают около 40 видов лекарственных трав, дубовые, грушевые и абрикосовые рощи, значительное количество насекомых: от муравьев и поденок до жуков и стрекоз. В балке протекает малая река с притоками

ектах и программах составляют до 70 % всей информации. В существующей системе мониторинга Минприроды Украины данные ДЗЗ пока не получили должного применения.

Контроль сохранения биоразнообразия в Украине ведется методами статистического анализа и проведения отдельных исследований. Он не носит глобального характера, а исчезновение или сохранение видов принимается как факт.

В нашей работе рассматривается возможность выделения отдельных биосистем (экосистем) и путем применения ДЗЗ обеспечения планирования создания биокоридоров между этими системами с целью поддержания в них условий природного обмена для сохранения и увеличения биологического разнообразия.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ в г. ДНЕПРОПЕТРОВСКЕ

Многолетний практический опыт работы ГП «Днепркосмос» для решения региональных задач на уровне Днепропетровской области и г. Днепропетровска базируется на интерпретации данных ДЗЗ в части экологии.

Среди работ, которые были выполнены по заказу Днепропетровского горисполкома, можно отметить оценку техногенной нагрузки на территории города по косвенному признаку — состоянию растительности (рис. 2). Фактически была получена информация, характеризующая территорию города в части «зеленых коридоров» (выделены стрелками) и их состояние в связи с техногенной нагрузкой, а также выделены изолированные городом природные зоны. Пункти-

ром показано условное разделение правобережной части Днепропетровска на две природные зоны.

В левобережной части города такое разделение природных зон еще более очевидно.

На примере г. Днепропетровска рассмотрим естественное сохранение в Украине значительного количества участков с ценными естественными экосистемами. Такие экосистемы при обеспечении «зеленых коридоров» между ними являются основой сохранения в Украине биологического разнообразия. Проблема создания и сохранения «зеленых коридоров» между охраняемыми и неохраняемыми территориями в Украине заключается в отсутствии инструмента глобального контроля природных процессов.

Эта проблема может быть решена применением анализа вегетационного индекса территории страны (в режиме вегетации флоры) и отдельных ее регионов по данным космической съемки, например с использованием доступной информации космического аппарата TERRA-MODIS и других спутников.

В качестве примера проведен наземный анализ состояния биологического разнообразия Тоннельной балки (рис. 3, 4), расположенной внутри селитебной зоны г. Днепропетровска с определением наличия биологического разнообразия (сведений о растениях, насекомых, птиц и пр.). Обозначена экологическая зона Тоннельной балки по снимку КА IKINOS (правая часть рис. 3) с наблюдаемыми из космоса «зелеными коридорами» между экозонами с привязкой к проведенному анализу NDVI территории Днепропетровской области по данным аппаратуры MODIS за март — август 2006 г. (рис. 5).

Расчет индекса биоразнообразия диких копытных животных в Украине

№ п/п	Копытные животные	Численность голов		Структура поголовья в 2002 г., %	Индексы изменения количества поголовья, %	Индексы с учетом видового разнообразия, %
		1995 г.	2002 г.			
	Всего	237279	179677	100	75.72	76.33
1	Лоси	9065	4377	2.44	48.27	1.18
2	Олени	21342	15944	8.87	74.72	6.63
3	Кабаны	47070	37390	20.81	79.43	16.53
4	Косули	157035	119455	66.48	76.07	50.57
5	Зубры	659	405	0.23	61.46	0.14
6	Лани	1331	1616	0.9	121.41	1.09
7	Муфлоны	723	422	0.23	58.37	0.14
8	Куланы	51	68	0.04	133.33	0.05

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОННЕЛЬНОЙ БАЛКИ

Рассмотрена расположенная внутри территории г. Днепропетровска биосистема Тоннельной балки [11], защищенная от полного уничтожения веткой железной дороги с одной стороны, оползнеопасным склоном с другой (правая часть рис. 3).

Наземные исследования свидетельствуют о наличии на территории балки значительного количества образцов флоры и фауны. Результаты наземных исследований могут быть проиллюстрированы фотографиями, сделанными в Тоннельной балке (рис. 6). В результате наблюдений в течение последних 20 лет в Тоннельной балке отмечены как стабильно встречающиеся около 15 видов деревьев, 10 видов кустарников, 50 видов трав и цветов (в том числе лекарственных), 50 видов беспозвоночных и насекомых, 20 видов птиц, грибы (среди них сыроежки, рядовки, горчаки, моховики, шампиньоны, дождевики, поддубники, ложные трутовики, бледная поганка, сатанинский гриб и др.), земноводные (лягушки, уж, гадюка степная, ящерицы), в одном сохранившемся озере водятся караси.

СВЯЗЬ ЗАМКНУТЫХ ВНУТРИ ГОРОДА СИСТЕМ С ПРИРОДОЙ ДНЕПРОПЕТРОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА

На рис. 5 представлен визуальный анализ состояния вегетационного индекса NDVI растительности на территории Днепропетровской области, который хорошо иллюстрирует необходимость создания зеленой зоны вдоль Днепра выше по течению от г. Днепропетровска (для правобережной территории города). Условие сохранения биологического разнообразия левобережной территории города можно считать удовлетворительным: есть связь с природными зонами бассейна р. Самара.

Нужно отметить, что правый берег Днепра в районе города Днепропетровска расчленен шестью балками, глубоко уходящими внутрь городской застройки. Среди них на границе города к Днепру последовательно открываются Тоннельная балка, Евпаторийская, Лоцманская Сажавка, Каменоватая Средняя и Верхняя Сажавка, одна из самых протяженных в Днепропетровске

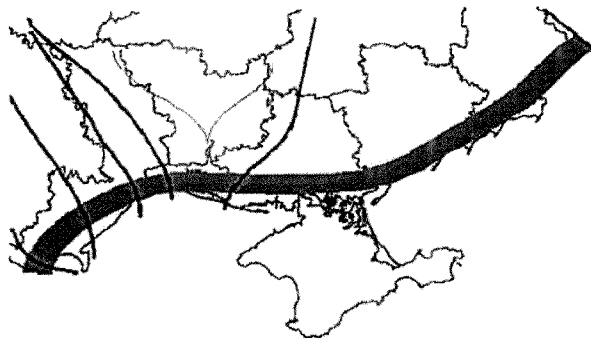


Рис. 7. Схема широтных и меридиональных экологических коридоров Украинского Причерноморья

и выходящая своими верховьями в район аэропорта, т. е. практически за пределы города.

Эти балки совершенно разные по биологическому разнообразию. Верхняя Сажавка имеет остатки луговой и лугово-степной растительности, только по днющу можно встретить отдельные деревья лоха узколистого, акации, вишни, тополя — следствие влияния на природу расположенных со всех сторон садовых участков. Природа балки бедна, хотя здесь можно встретить серую куропатку, ящериц, отдельные виды бабочек. Эту балку люди активно обживали со времен неолита (не менее 7—13 тысяч лет), о чем свидетельствуют результаты проведенных в разные годы исследований — напротив устья балки в русле Днепра расположен Княжий или Каменоватый остров (первое название балки Каменоватая Сажавка), там обнаружена стоянка древних людей. В результате природа в балке претерпела и продолжает претерпевать значительное разрушительное влияние человека.

Природа Евпаторийской балки уничтожена. Лоцманская Сажавка, Каменоватая и Средняя превращены в свалки мусора.

Тоннельная балка остается уникальной, и только в ней сохранились остатки дикой природы, сочетающей природу степи, лугов и леса — до 90 % центральной части балки считались молоизмененными. В последние годы значительная часть в районе уникального песчаного карьера отдана под горнолыжный комплекс, одно можно считать, что она может еще стать основой восстановления природы в части биологиче-

ского разнообразия в пределах промышленного миллионного города Днепропетровска [1, 2].

На основе значений вегетационного индекса, полученных из обработки космических снимков, можно проектировать создания «зеленых коридоров», связывающих днепропетровские балки как основу сохранения остатков дикой природы в городе. При этом важно не только создать условия для сохранения Тоннельной балки (что в настоящее время еще не сделано), но и считать ее базовой для сохранения и умножения биологического разнообразия. Такая возможность подтверждается проведенными наземными исследованиями.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ

При оценке ландшафтов можно охарактеризовать биологическое разнообразие индексом, который отражает состояние популяции (Jenkins M., Kapos V., Loh J. Rising to the Biodiversity Challenge. Draft Discussion Paper CBD COP7, Februari 2004.—17 p.). Например, для диких копытных животных Украины известны данные, приведенные в таблице для агроландшафтных территорий [6].

Обобщенный средний квадратичный индекс биологического разнообразия для диких копытных животных с учетом видового разнообразия равен

$$I_{q,k}^o = \sum_{i=1}^n I_{q,ki}^o = 76.33 \%,$$

где $n = 8$, $I_{q,ki}^o = I_{q,ki}^{ин} \times \mathcal{C}_{q,ki}^{ин}$ — обобщенный индекс i -го дикого копытного животного, $I_{q,ki}^{ин}$ — индивидуальный индекс i -го вида, $\mathcal{C}_{q,ki}^{ин}$ — часть i -го вида в общем количестве.

Количественная оценка биологического разнообразия отдельных видов и получение усредненных данных проводится по информации наземных наблюдений тестируемой территории.

Государственным предприятием «Днепркосмос» разработана методика классификации подстилающей поверхности по покровным элементам ландшафта из данных съемки высокого пространственного разрешения в оптическом диапазоне. Методика предназначена для формирования тематической карты покровных элементов

земной поверхности масштаба 1 : 100000. Тематическая карта определяет долю территории, занимаемой классом ландшафта. Методика позволяет визуальным образом контролировать «зеленые коридоры» между отдельными природными зонами с характерным биоразнообразием. Определяется доля территории, занимаемой лесами, степью, водными объектами и т. п.

С учетом наземных данных может составляться количественный прогноз показателей биологического разнообразия на однотипных связанных между собой покровных элементах земной поверхности. Погрешность ландшафтной классификации — не более 20 %.

ВЫВОДЫ

Опыт работ ГП «Днепркосмос», в том числе и в сотрудничестве с Институтом проблем природопользования и экологии (ИППЭ) НАН Украины (исследование техногенной нагрузки на территории, исследование загрязнений водных бассейнов, оценка вегетационного индекса территорий и др.), позволяет сделать вывод о возможности и целесообразности для обеспечения сохранения биологического разнообразия в Украине применять информацию дистанционного зондирования Земли. Для обработки спутниковой информации в Украине имеются методики, программное обеспечение и возможность наземной заверки полученных сведений.

Подобные работы уже проведены в части агробиоразнообразия [9], например Украинским центром менеджмента земли и ресурсов (Киев). Результаты по этой тематике обобщались на 5-й Международной конференции «Геоинформационные технологии в управлении территориальным развитием» (27—31 мая 2002 г., Партенит, АР Крым). В рамках проекта ЮНЕП-ГЕФ разработаны «Индикаторы биоразнообразия для национального использования (агробиоразнообразия)». Разработаны также основные принципы мониторинга биологического разнообразия в агроэкосистемах [3].

Уже назрела необходимость выбора минимальных ландшафтных единиц на уровне урочищ (балок) для обеспечения мониторинга биоразнообразия методами ДЗЗ [9] в рамках украинской перспективной экосети, разрабатываемой

мой в Минэкоресурсов Украины (рис. 7) [4]. Следует отметить, что балки Приднепровья с доисторических времен связывали лесостепь с рекой Днепр через прибрежные леса. Здесь всегда было больше видов флоры и фауны, чем в соседних ареалах. Возможно, что само существование природы в балках привело к повышенному их «имунитету» — например, в Туннельной балке до сих пор цветет и плодоносит земляника на площади от 1.5 до 3 м²: двести лет назад земляника была очень распространенным видом в Приднепровье, чего сейчас в отношении Днепропетровской области сказать нельзя. Поэтому балки как очаги биоразнообразия могут стать в какой-то мере тем минимальным объектом исследований, который обеспечит в будущем развитие биоразнообразия на территориях крупных городов.

На региональном уровне ИППЭ НАН Украины в сотрудничестве с ГП «Днепркосмос» проводятся работы в сфере создания методик экологического мониторинга по заказам областной и городских администраций Днепропетровской области [8].

1. Анисимова Л. Б., Левенко О. С., Романенко І. І. Збереження біорізноманіття — запорука стійкого розвитку міста Дніпропетровська // Екологія і природокористування: Зб. наук. праць — Дніпропетровськ: Ін-т проблем природокористування та екології НАН України.— 2005.—Вип. 8.—С. 194—197.
2. Афанасьев О. Від Сажавки до Тунельної балки // Свята справа.—2003.—Вип. 1—6.—С. 342—345.
3. Гродзинский М. и др. Концентрация экосети трансграничной области бассейн Днепра // Информ. бюл. Программы ПРООН-ГЕФ экологического оздоровления бассейна Днепра.—2003.—№ 4.—С. 11—12.

4. Закон України «Про екологічну мережу України» від 24 червня 2004 р. // Відомості Верховної Ради України.— 2004.—№ 45.—Ст. 502.
5. Заповідна природа Дніпропетровщини / За ред. М. В. Шпака. — Дніпропетровськ, 2000.—64 с.
6. Квашук Л. П. Приклад розрахунку узагальненого індексу агробіорізноманіття // Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. — Київ: ЗАТ «Нічлава», 2005.—Кн. 1.—С. 206—222.
7. Київська резолюція про біорізноманіття. — К.: Україна, 21—23 травня 2003 р.
8. Левенко А. С., Волошин В. И., Шапарь А. Г. Контроль биологического разнообразия территорий методами ДЗЗ // Шестая Укр. конф. по космическим исследованиям: Сб. тез. (3—10 сентября 2006 г., НЦУИКС, Евпатория). — Киев, 2006.—С. 118.
9. Придатко В. І., Пархісенко Я. В., Іщук О. А. та ін. Нові перспективи для розвитку теорії створення екомережі в Україні у зв'язку з використанням космічних знімків та геоінформаційних систем // Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. — К.: ЗАТ «Нічлава», 2005.—Кн. 1.—С. 185—196.
10. Шеляг-Сосонко Ю., Ємельянов І. Біорізноманіття та сталий розвиток України // Вісник НАН України.— 2000.—№ 4.—С. 35—39.
11. Щербаченко О. Тунельна балка чи міське звалище? // Свята справа.—2002.—№ 5.—С. 33—34.

ESTIMATION OF CONDITION OF NATURAL CORRIDORS BETWEEN ECOLOGICAL ZONES AND CONTROL OF BIOLOGICAL VARIETY OF TERRITORIES WITH THE USE OF THE EARTH REMOTE SENSING METHODS

A. S. Levenko, V. I. Voloshyn, A. G. Shapar

We consider the opportunity to use the Earth remote sensing methods for study of biological variety in Ukraine at a regional level. Such an opportunity is based on developed techniques and practical works in Dnepropetrovsk city.