

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ ВБЛИЗИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Виктория Клименко

Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства, Киев, Украина
Эл. почта: klimenko_vika@meta.ua; klimenko_vika@ukr.net

Аннотация. Предлагается технология дешифрирования ареалов загрязнения земель вдоль автомобильных дорог, в которой учитываются различные факторы, а также используются космические снимки, полученные с помощью дистанционного зондирования Земли, и геоинформационные системы.

Ключевые слова: автомобильные дороги, определение загрязнения, защитные лесонасаждения, дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), космические снимки, геоинформационные системы (ГИС).

Введение

Ситуация стабильного загрязнения окружающей среды сложилась во многих больших городах. В Киеве из общегородских загрязнений около 70–80% составляют выбросы автотранспорта. В 2001 г., например, общее количество загрязняющих выбросов в г. Киеве составило 172,9 тыс. т, из которых 80% (145,2 тыс. т) составила доля автотранспорта. Наиболее загрязненными являются участки вдоль автомагистралей и на больших перекрестках, где наблюдается увеличение ПДК (предельно-допустимой концентрации) различных загрязняющих веществ. Вследствие увеличения количества автомобильного транспорта экологическая ситуация с каждым годом значительно ухудшается.

Анализ ситуации

Использование транспортных средств способствует выделению токсичных веществ с отработанными газами, повышению уровня шума, загрязнению грунтов и водоемов вследствие протекания горючесмазочных материалов, образованию пыли и других вредных веществ (Гавриленко 2001; Желтобрюхов и др. 2000). Естественной среде наносится существенный урон из-за негативной экологической ситуации в транспортной системе. По разным данным загрязнение тяжелыми металлами (свинцом, хромом, никелем и др.) характерно для территорий, находящихся от дорог на расстоянии 200 метров (Родзевич 2003; Корабльова 1999).

При прохождении 15 тыс. км один автомобиль выбрасывает 3250 кг углекислого газа, 530 кг СО,

93 кг углеводородов, 27 кг оксидов азота и около 1 кг свинца. В составе отработанных газов содержится свыше 170 вредных элементов (Корабльова 1999). Состав и количество отработанных газов зависят от различных факторов: общего состояния автомобилей, режимов работы двигателя, топлива и масла, которые используются, условий движения автомобиля и др. При карбюраторном двигателе в составе выбросов преобладают оксид углерода и оксид азота, а при дизельном – оксид азота и сажа.

Основной состав отработанных газов двигателей внутреннего сгорания приведен в табл. 1.

При движении на средних скоростях при сгорании 1 кг бензина выделяется около 300–310 г токсичных веществ, а при сгорании дизельного топлива при тех же условиях выделяется 80–100 г токсичных веществ (табл. 2, Клименко 2000).

Таблица 1. Состав отработанных газов

1 lentelė. Vidaus degimo variklio išmetamųjų dujų sudėtis

Table 1. Composition of exhaust gases

Компоненты	Бензиновые двигатели	Дизельные двигатели
Азот, %	74–77	76–78
Кислород, %	0,2–8,0	2,0–18,0
Пары воды, %	3,0–13,5	0,5–10,0
Углекислый газ, %	5,0–12,0	1,0–10,0
Двуокись углерода, %	5,0–14,0	1,0–12,0
Оксид углерода, %	0,1–10,0	0,01–0,3
Оксид азота, %	0,1–0,5	0,001–0,4
Альдегиды, мг/л	0–0,2	0–0,009
Углеводородные, %	0,2–3,0	0,01–0,5
Серный газ, %	0–0,002	0–0,03
Оксид серы, %	0–0,003	0–0,015
Соединения свинца, мг/м ³	0–60,0	–
Сажа, г/м ³	0–0,4	0,01–1,1
Бенз(а)пирен, г/м ³	до 0,00002	до 0,00001

Таблица 2. Зависимость количества выбросов от вида топлива

2 lentelė. Deginių kiekio paskirstymas pagal degalų rūšis

Table 2. The dependence of the amount of exhaust on the type of fuel

Вид топлива	Выбросы токсических компонентов, г				
	Оксид углерода	Углеродородные	Оксид серы	Альдегиды	Сажа
Бензин	55	20	1,5–2,02	0,8–1	1–1,5
Дизельное топливо	20–30	20–40	10–30	0,8–1	3–5

Токсичные выбросы, придорожная пыль, вещества, применяемые для зимнего содержания дорог, и другие факторы совместно образуют комплекс соединений, загрязняющих воздух и биологические объекты придорожных полос. Часть их образует с компонентами атмосферы более сложные частицы или распадается, оседает на растения и сорбируется грунтом, другая часть с турбулентными массами воздуха переносится на дальние расстояния. В связи с большим количеством выбросов в атмосферный воздух существует проблема кислотных дождей, которые загрязняют значительные площади земель, леса и водоемы. В отличие от точечных объектов загрязнений промышленными выбросами и пространственно-распределенных загрязнений для транспорта характерно линейное и сетевое загрязнения, являющиеся нефиксированным источником загрязнения с изменяющимися параметрами во времени и пространстве (Кубанцев и др. 2000).

Распределение выброса токсичных веществ зависит от метеорологических условий, топографии местности, наличия защитных насаждений и другой растительности в придорожной полосе, интенсивности движения транспорта и других факторов (Бериня, Калвина 1989; Зербино 1992).

Также существуют такие параметры, как климатические условия, частицы опасных веществ в составе топлива, время эксплуатации и техническое состояние автомобиля, давление, влажность и другие физические факторы. Стационарными факторами являются лесные насаждения вдоль дорог, которые экранируют распространение газопылевых смесей, образованных автотранспортными средствами.

Зеленые насаждения вдоль дорог не только поглощают вредные вещества из выбросов автотранспорта, но также имеют противоэрозионное,

мелиоративное, снегоудерживающее и эстетическое значение. Эффективность зеленых насаждений зависит от таких факторов, как вид растений, количество деревьев и рядов, высота насаждений и т. п. Лучше всего улавливают концентрации пыли растения с густой, большой и морщинистой листвой – ольха, липа, орешник и кустарники – бирючина, боярышник колючий, сирень, калина и др. При экранировании комплекса примесей наилучшими свойствами обладают дуб, клен и каштан, при фильтрации газообразных примесей – клен, вяз, тополь и шелковица черная. Эффективны даже небольшие зеленые полосы. Например, при таком защитном зеленом комплексе, как газон, кустарниковая полоса и газон эффективность экранирования составляет более 98%.

Исходя из вышесказанного понятно, что правильно посаженные защитные лесные полосы дадут возможность снизить негативное влияние на придорожную полосу, уменьшить загрязнение земель и сохранить их хозяйственную ценность. Сегодня проблема отсутствия лесных полос может остро стоять при расширении автомобильных дорог, вдоль которых происходит вырубка защитных лесных полос (рис. 1). Уничтожение защитных лесных насаждений способствует не только загрязнению окружающей природной среды, но и нарушению экосистем, когда пренебрегают нормативными инструкциями по охране растительного и животного мира.



Рис. 1. Вырубка защитных лесных насаждений вдоль автодорог

1 pav. Apsauginės miško juostos kirtimas ties automobilių keliu

Fig. 1. Cutting of the protective afforestation along the motor roads

Решение вопроса

Для защиты земель от воздействия вредных выбросов из автомобилей необходимо проводить мониторинг, определять степень загрязнения на участках с защитными лесными полосами и без них. Для определения эффективности насаждений следует использовать

разные методы исследований и наблюдений. Довольно эффективным является использование в комплексе методов отбора проб из грунта, снежного покрова вдоль дорог, применения данных метеорологических наблюдений (направления и скорости ветров) и методов дистанционного зондирования Земли. Благодаря тому, что снег имеет высокую спектрально-яркостную контрастность и относительную стабильность своих характеристик, можно использовать космические снимки при распознавании снега для получения данных о динамике и состоянии снегового покрова (Кронберг 1988).

При разработке эффективных средств для проведения мониторинга земель вдоль автомобильных дорог, загрязненных техногенной пылью, целесообразно использовать материалы космических снимков оптического диапазона с пространственной различительной способностью от нескольких дециметров – QUICK BIRD, IKONOS, до нескольких сот метров – MODIS, NOAA и прочие. В оптическом диапазоне применяют как пассивные, так и активные методы ДЗЗ. При использовании пассивных методов информативный сигнал будет отраженным солнечным излучением. Собственным излучением атмосферы и подстилающей поверхности в оптическом диапазоне можно пренебречь. При использовании активных методов информативным сигналом является отраженное монохроматическое излучение лидарных систем. В настоящее время в методах ДЗЗ из космоса основную роль в оптическом диапазоне играют пассивные методы. Основной характеристикой взаимодействия излучения в оптическом диапазоне и зондированной среды является коэффициент спектральной яркости (КСЯ), так как экспериментально измеряют именно коэффициенты яркости, а не коэффициенты отражения. Коэффициент спектральной яркости r – это величина, характеризующая пространственное распределение спектральной яркости подстилающей поверхности, которая равняется отношению яркости данной поверхности в заданном направлении $B(\lambda)$ к яркости идеально рассеиваемой поверхности $B_0(\lambda)$ с коэффициентом отражения, равным единице, и освещенной так же, как и данная поверхность:

$$\rho(\lambda) = B(\lambda) / B_0(\lambda). \quad (1)$$

За идеальный рассеиватель по обыкновению берут поверхности, которые равномерно рассеивают все длины волн спектра, например, гипсовые пластинки, пластинки, покрытые барием, и др. Методы ДЗЗ в

оптическом диапазоне довольно перспективны для решения задач информационной поддержки решений, связанных с задачами охраны земель, в том числе и от автомобильного транспорта. Поверхность суши отличается большим разнообразием типов поверхности, которые характеризуются различными интегральными коэффициентами яркости и еще больше – разными спектральными зависимостями КСЯ, обусловленными прежде всего специфическими спектрами поглощения разных объектов.

При проведении анализа снега на наличие в нем загрязняющих веществ можно изучать атмосферные осадки за конкретный промежуток времени. Отбор снега желательнее проводить в конце сезона, чтобы захватить более длинный период, но до начала снеготаяния. В целях получения характеристик интенсивности атмосферных осадков важным является определение абсолютного состава твердых и растворимых примесей в пробе. Поэтому при обработке анализируется весь объем полученной воды и твердого нерастворимого материала. Имея известную массу твердых (пылевых) частиц, определяют размер пылевой нагрузки Pn (мг/м² в сутки) по формуле:

$$Pn = Po / S \cdot t, \quad (2)$$

где: Po – масса пыли в пробе (мг); S – площадь шурфа (м²); t – время, прошедшее от установления стойкого снегового покрова (сутки). Таким же образом определяется интенсивность выпадения веществ по их массе в пробе.

Интерпретация результатов проводится аналогично примеру с грунтовыми пробами путем сравнения с фоновыми показателями, с определением поэлементных Kc и суммарных Zc показателей. По показателям снежного покрова можно определить загрязнение локального масштаба, линейное и региональное.

Все космические снимки (рис. 2), которые использовались для идентификации параметров зон влияния выбросов автотранспорта, трансформировались в картографическую проекцию электронной топографической карты Киевской области М 1:200 000, поддерживаемой средствами геоинформационной системы ARC/VIEW.

С привлечением данных о параметрах ветров в местности, на которой находится рассматриваемый участок автомобильной дороги, синтезируются картографические модели границ возможного загрязнения близлежащих земель выбросами из автомобильного транспорта (Довгий и др. 2006).

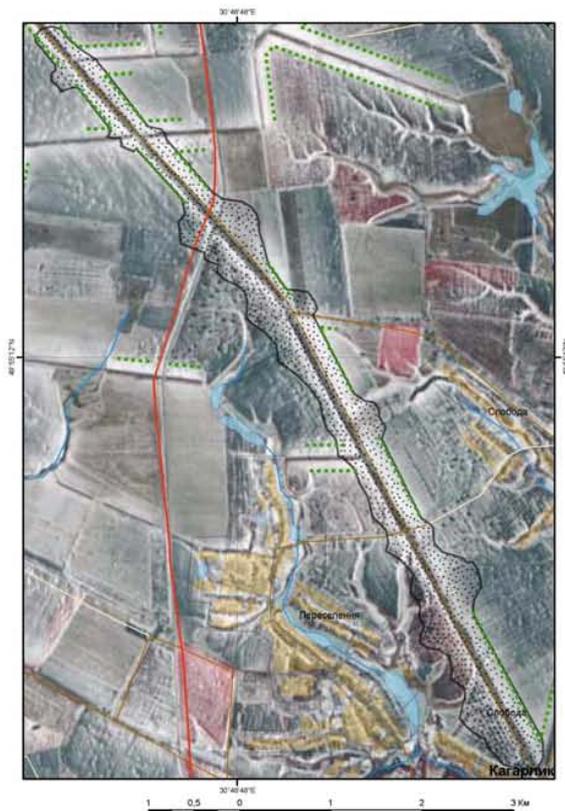


Рис. 2. Космический снимок для идентификации параметров зон влияния выбросов автотранспорта

2 pav. Nuotrauka, daryta iš kosmoso, zonų, esančių šalia automobilių kelių, užterštumo lygiui nustatyti

Fig. 2. Satellite photographs for determining the pollution of the areas around the motor roads

Выводы

1. Предложенная технология дешифровки ареалов загрязнения земель вдоль автомобильных трасс позволяет в короткие сроки проанализировать реальное состояние лесозащитных полос произвольного региона Украины как фактора защиты земель от загрязнения выбросами автотранспорта или для обеспечения эффективного землепользования.

2. С помощью разработанной картографической модели определяется распространение загрязнения вдоль дорог с привлечением космических снимков, полученных в период заключительных фаз снегового покрова. По полученной информации подсчитано 4,8 км² загрязненных земель на участке трассы в 10 км.

3. Сделан вывод о том, что разработанные технологии и картографические модели являются довольно эффективными при определении наиболее пораженных из-за выбросов земельных площадей вдоль автомобильных дорог.

Литература

- Бериня, Дз. Ж.; Калвина, Л. К. 1989. Распределение выпадений выбросов автотранспорта и загрязнение почв придорожной полосы, в кн. *Воздействие выбросов автотранспорта на природную среду*. Рига: Зинатне. 140 с.
- Довгий, С. О.; Красовський, Г. Я.; Трофимчук, О. М.; Клименко, В. І. [та ін.]. 2006. Моніторинг забруднення земель уздовж доріг викидами автотранспорту засобами ДЗЗ / ГІС технологій, *Екологія і ресурси* 14: 43 – 49.
- Желтобрюхов, В. Ф.; Мензелинцева, Н. В.; Беломутенко, Д. В. 2000. *Основы экологии и охраны окружающей среды*. Волгоград: ВолГАСА. 178 с.
- Зербино, Д. Д. (отв. ред. Кухарь, В. П.). 1992. *Антропогенные экологические катастрофы*. Киев: Наук. думка. 136 с.
- Клименко, Л. П. 2000. *Техноекология: посіб.* [для студ. вищ. навч. закл.] [2-е вид.]. О.: Фонд Екопрінт. 542 с.
- Корабльова, А. І. 1999. *Екологія: взаємовідносини людини і середовища*. Дніпропетровськ, Поліграфіст. 253 с.
- Кронберг, П. 1988. *Дистанционное изучение Земли* [пер. с англ.]. Москва: Мир. 350 с.
- Кубанцев, Б. С.; Дьяченко, Н. П.; Бузинова, О. П. 2000. *Экология урбанизированных территорий*. Волгоград: Перемена. 124 с.
- Родзевич, Н. Н. 2003. *Геоэкология и природопользование*. Москва: Дрофа. 256 с.

ŽEMĖS, ESANČIOS ŠALIA AUTOMOBILIŲ KELIŲ, UŽTERŠTUMO NUSTATYMAS

V. Klimenko

Santrauka

Siūloma technologija, kuria remiantis galima nustatyti ir dešifruoti žemės, esančios šalia automobilių kelių, užterštumo lygį. Šiam tikslui naudojamos nuotraukos, darytos iš kosmoso bei gautos Žemės distancinio zondavimo būdu, ir taikomos geoinformacinės sistemos.

Reikšminiai žodžiai: automobilių keliai, užterštumo nustatymas, distancinis Žemės zondavimas, nuotraukos, geoinformacinės sistemos.

DETERMINING THE POLLUTION OF THE AREAS AROUND THE MOTOR ROADS

V. Klimenko

Abstract

The technology of decoding the polluted areas along the motor roads, taking into account various factors is offered, and the use of satellite photographs obtained by earth remote sensing and geoinformation systems (GIS) is described.

Keywords: motor roads, protective afforestation, determining the pollution, earth remote sensing, satellite photographs, geoinformation systems (GIS).