

© В. И. Волошин¹, А. С. Левенко¹, Н. Н. Переметчик²

¹Державне підприємство «Дніпрокосмос», Дніпропетровськ

²Управління з екології Дніпропетровської міської Ради, Дніпропетровськ

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОЯВЛЕНИЙ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГОРОДЕ ДНЕПРОПЕТРОВСКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Розглядається необхідність контролю розвитку підтоплень та зсувів природного і техногенного характеру на територіях міст України. Визначено засоби та методи моніторингу з використанням даних дистанційного зондування Землі.

Город Днепропетровск расположен по обоим берегам реки Днепр и занимает территорию около 397 км².

Его правобережная часть характеризуется высоким рельефом и эрозийной расчлененностью. На этой территории насчитывается 15 балок и более 20 оврагов общей площадью около пяти тысяч гектаров. Они сильно разветвлены, глубина вреза достигает 30—40 и более метров [6]. Издавна балки и овраги служили естественными стоками воды и выполняли функцию естественного дренирования. В настоящее время в связи с их засыпкой и застройкой в недавнем прошлом без должной инженерной подготовки эта функция утрачена, что стало одним из факторов повышения уровня грунтовых вод.

На правобережье преобладают лессовидные суглинки. В результате интенсивной хозяйственной деятельности в этих грунтах создан водоносный слой на глубине от 5 до 20 м. Иногда он выходит на поверхность земли. Тенденция подъема уровня грунтовых вод в Днепропетровске сохраняется на уровне 1—1.5 м ежегодно.

В условиях интенсивного техногенного воздействия активизировались опасные геологические процессы на 45 % городской территории.

Подъем уровня грунтовых вод в условиях интенсивной эрозии грунтов приводит к активизации обвально-оползневых процессов [4]. На территории Днепропетровска выявлено более 130 опасных в этом отношении участков площадью более 1000 гектаров. Из них самой большой — около 250 гектаров, расположен на жилом массиве Тополь, где 6 июня 1997 г. произошел «молниеносный» оползень природно-техногенного характера. В результате разрушен девятиэтажный 72-квартирный

жилой дом, школа на полторы тысячи учащихся, два детских комбината, трансформаторная подстанция, несколько гаражей, разрушены три с половиной километра водопроводно-канализационных и газовых труб, 11.8 км электрокабельных сетей [1].

Материальный ущерб и затраты по материальной компенсации составил около 144 миллионов гривен.

Днепропетровск — всего лишь один из 244 городов Украины, где подтопления и оползни являются делом обычным. Грунты городской территории на протяжении десятилетий постепенно насыщались водой, уровень грунтовых вод неуклонно поднимался.

Просадки поверхности характерны для лессовых пород. В Украине их мощность достигает от 3 до 80 м (на правобережье Днепропетровска до 40—50 м). Просадки лессовых толщ от собственного веса при замачивании достигают в Днепропетровске 0.3—0.6 м, в Никополе 1.0—1.4 м, в Запорожье 1.4—2.2 м.

Возникающие вследствие этого чрезвычайные ситуации в регионах Украины требуют принятия мер по их недопущению и предотвращению. Изучая тонкий поверхностный слой, нельзя забывать и об особенностях земной коры. Начиная с 1983 г., например, отмечается тектоническая активность территории Днепропетровска. В настоящее время на территории города выделены 77 неотектонических блоков, границы между которыми и есть активные зоны. Такие зоны с их подвижками являются дополнительным фактором возникновения оползней, деформаций и разрушений зданий.

В независимой Украине на протяжении многих лет в рамках МЧС проводятся аэросъемки с использованием спутникового тепловизионного комплекса высокого разрешения, преобразованного в специ-

альную авиационную лабораторию («Тавр-М»).

Комплекс располагается на самолете, оборудованном для проведения аэрофотосъемки, и производит прием глубинного теплового излучения, преобразуя электрические сигналы для формирования теплового изображения. Использование космического оборудования в авиационном комплексе позволило получить на водной и земной поверхности изотермы тепловой чувствительности [5] и определять под землей объекты размерами 4×8 см. Использование «Тавр-М» наглядно демонстрирует возможности космической аппаратуры для определения утечек из водонесущих коммуникаций, оказывающих техногенное воздействие на формирование подтоплений и оползней, определения границ опасных зон.

Для анализа ситуации и принятия управленческих решений в настоящее время могут использоваться данные космического дистанционного зондирования Земли космическими аппаратами новых поколений как в видимом диапазоне, так и в инфракрасном спектре излучений (ИК-излучения, «тепловой» снимок). Получение изображений высокого разрешения позволит со временем отказаться от дорогостоящей аэросъемки для комплексного анализа, включающего в себя:

- определение состояния неотектонических блоков в пределах городской территории и фиксация их подвижек во времени;
- определение зон подтоплений и оползней на территории города с контролем сезонного перемещения их границ и изучение течений подземных вод;
- «привязка» полученных данных к топографической карте;
- прогноз проявления опасных геологических процессов с целью предотвращения чрезвычайных ситуаций.

Используются данные зарубежных коммерческих спутников. Прежде всего это спутники США: «Ikonos» (г. Торонто, разрешение 1 м), «QuickBird» (г. Лонг-Монт, разрешение до 61 см в надире), «OrbView-3» (г. Дуллес, штат Вайоминг, разрешение 1 м).

Могут быть использованы снимки, предлагаемые на мировом рынке Израилем (разрешение 1.8 м), Индией (6 м), Францией и другими странами.

В связи с повышением разрешающей способности американских коммерческих спутников и снижением стоимости их снимков получение данных ДЗЗ может быть не очень затратным.

Известно, что стоимость панхроматических (черно-белых) космических снимков с разрешением 1 м в США уже снизилась до семи долларов за 1 км²: прогнозируется, что этот процесс продолжится с началом эксплуатации спутника «OrbView-3» и еще более ускорится при появлении аналогичных иностранных систем [3].

Эксплуатация отечественных спутников снизит зависимость от зарубежных компаний.

Комплексное аэрокосмическое дистанционное зондирование Земли должно включать в себя получение космических данных о тектоническом состоянии территории, зонах подтоплений и оползней в динамике их развития.

Тепловая аэрофотосъемка с целью получения заверочных данных может проводиться с меньшей периодичностью, чем обработка космических данных.

В таблице в качестве примера приведены основные характеристики двух тепловизорных систем.

Тепловая аэросъемка позволяет идентифицировать подземные объекты и получать данные по наличию трубопроводов и их эксплуатационному состоянию, элементам фундаментов зданий и сооружений, пустотам и подтоплениям. В сочетании с

Характеристики тепловизоров

Характеристика	ТАВР-М	DAIS-7915
Страна-разработчик	Россия (Казань)	США (Geophys. Environ. Research)
Тип системы	оптико-механический сканер	гиперспектральный сканер
Целевое назначение	детальное исследование промышленных районов, инженерных сооружений, контроль морской зоны	определение состава объектов земной поверхности
Спектральный диапазон, мкм	7.5...13.5	8.0...12.0
Общее поле зрения	4°40'	78°
Мгновенное поле зрения, мрад	0.05 (10")	1.1—2.2—3.3 (по выбору)
Простр. разрешение на высоте 2000 м, м×м	0.04×0.08	0.9...2.6×1.8...5.2
Простр. разрешение на высоте 8000 м, м×м	0.16×0.32	3.6...10.4×7.2...20.
Полоса обзора по высоте полета 2000 м, м×м	164	3200
Полоса обзора по высоте полета 8000 м, м×м	656	12800
Поток информации, Мб/с	5	3

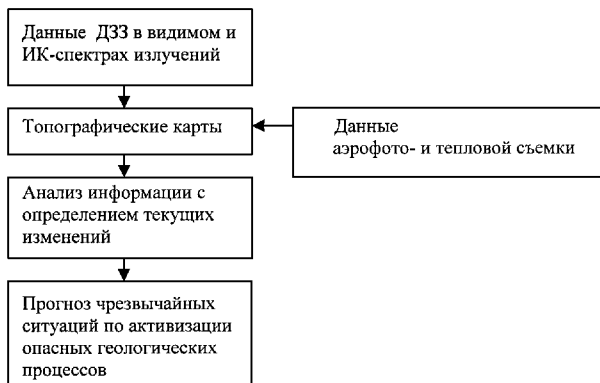


Схема мониторинга опасных геологических процессов

данными космического дистанционного зондирования Земли полученная информация станет основой мониторинга опасных геологических процессов в пределах территорий городов Украины.

Основы создания подобной методики уже заложены ГП «Днепркосмос»: совместно с Институтом проблем природопользования и экологии НАН Украины проведено наложение данных по подтопленным территории и оползнеопасным зонам города Днепропетровска на космокарту.

Основные принципы разработки методики прогнозирования активизации опасных геологических процессов на территории городов Украины следующие.

Методика может разрабатываться в рамках создаваемой в настоящее время системы СГИКО — космического информационного обеспечения НКАУ.

Основываясь на принципах системного анализа, заложенных в разрабатываемое космическое информационное обеспечение, методика может базироваться на структуре последовательных действий, приведенной на рисунке, и стать основой муниципальных ГИС-программ [2].

Полученный прогноз может применяться для принятия управленческих решений и использоваться в разрабатываемых в настоящее время во всем

мире муниципальных ГИС-программах. Например, разработкой муниципальных ГИС в Российской Федерации занимается отдел ГИС Института физики высоких энергий (Москва).

В соответствии с решением природоохранной коллегии Днепропетровского городского Совета в настоящее время планируются многолетние исследования экзогенных процессов на территории города Днепропетровска. Задача ГП «Днепркосмос» — провести комплекс научно-технических работ по практическому применению данных ДЗЗ в рамках этих исследований.

1. Антонов Ю. Р., Левенко А. С. Опасные геологические процессы в Днепропетровске // Экополис: Экологический журн. Днепропетровского городского Совета.—2003.— № 1(12).—С. 33—37.
2. Волошин В. И. Дистанционное зондирование для контроля эколандшафтной среды Днепропетровска // Экополис: Экологический журн. Днепропетровского городского Совета.—2003.—№ 1(12).—С. 43—46.
3. Еремченко Е. И. Космический мониторинг: новая политика США // Информ. бюл. ГИС-ассоциации.—2003.—№ 4(41).—С. 50.
4. Куличенко И. И., Волошин В. И. Левенко А. С. и др. Экология мегаполиса. Экологические аспекты промышленного развития Днепропетровска. — Днепропетровск.: Има-пресс, 2002.—368 с.
5. Макаров И. А. Аэрокосмический мониторинг // Экополис: Экологический журн. Днепропетровского городского Совета.—2000.—№ 1(9).—С. 54—55.
6. Павлов В. А., Переметчик Н. Н., Колотенко В. П., Шевченко Б. Е. Экологический паспорт города Днепропетровска. — Днепропетровск.: УкО Има-пресс, 2000.—112 с.

FORECAST OF MANIFESTATIONS OF DANGEROUS GEOLOGICAL PROCESSES IN DNIPROPETROVSK WITH THE USE OF METHODS OF AEROSPACE REMOTE SENSING OF THE EARTH

V. I. Voloshyn, A. S. Levenko, N. N. Peremetchik

We consider the need for control of development of underfloodings and landslips of natural and man-caused character on territories of Ukrainian towns. Means and methods of monitoring with the use of remote sensing data are determined.