

УДК 528:69.059(477.63)

**ВЫДЕЛЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ТЕХНОГЕННО-ПЕРЕГРУЖЕННЫХ  
УЧАСТКОВ ТЕРРИТОРИИ Г. ДНЕПРОПЕТРОВСКА – ПУТЬ К  
ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И  
СООРУЖЕНИЙ**

**к.т.н., доц., С.В. Бегичев, асс. А.С. Ишутина**

*Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры*

**Постановка проблемы**

Опыт строительства различных зданий и сооружений показал, что все они в той или иной мере подвергаются деформациям, как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении под действием внешних и внутренних сил.

Качество строительства и надежность возводимых инженерных сооружений невозможно без производства комплекса геодезических работ, который должен включать и геодезические наблюдения за деформациями сооружений и их оснований как в процессе их возведения, так и при эксплуатации.

В последние годы особенностью строительства в г. Днепропетровске является сосредоточение значительной массы возведенных высотных сооружений в центральной части города на минимальной площади с большой плотностью застройки, приводящей к дополнительным нагрузкам на грунтовый массив и вызывающей перенапряжение в нем, что может при негативном стечении обстоятельств привести к катастрофическим последствиям. При этом практически отсутствует системный геодезический мониторинг за состоянием грунтового массива подверженного техногенной перегрузке, отсутствует анализ геодинамической и гидрогеологической ситуации геологической среды в границах города.

Дополнительная, и притом неравномерная перегрузка грунтового массива за счет привнесенных масс материалов строительных конструкций, в пределах локальных участков на территории города, может сопровождаться повышением уровня грунтовых вод за счет дренирования их в грунтовый массив из старых водонесущих коммуникаций, или наоборот откачкой подземных вод, в случае их использовании для питьевых или технических целей, что вызывает изменение гидрогеологической ситуации. Как следствие на фоне общего опускания земной поверхности локальных участков города (под действием изостатических сил замоченные породы грунтового массива или обезвоженные в результате изъятия подземных вод из порового пространства горных пород теряют свою устойчивость), активизируются местные, просадочные, очаговые оползневые и солифлюкционные процессы способные в условиях плотной городской застройки привести к катастрофическим деформации зданий, и коммуникаций.

**Постановка задачи**

Целью данного исследования является выделение в пределах городской территории относительно однородных по техногенной нагрузке и природным

особенностям участков, в пределах которых, элементы природного комплекса подвергаются негативному техногенному воздействию в наибольшей степени. Исследования позволят научно обосновать необходимость создания на территории локальных техногенно-перегруженных участков города геодинамического полигона и разработать технологию геомониторинга с оптимальной частотой проведения наблюдений в зонах с различной техногенной нагрузкой.

### **Изложение основного материала**

Основным приемом обобщения информации по источникам техногенного воздействия является их типизация, критериями которой служат факторы техногенного воздействия, а именно – тип, вид, размеры, время воздействий [1].

По положению относительно поверхности земли источники техногенного воздействия разделяются на подземные, наземные и надземные [1]. Здания, временные сооружения, пути сообщения – наземные источники; горные выработки, тоннели метрополитена, коллекторы – подземные; асфальтовые покрытия – надземные.

По направленности техногенного воздействия источники подразделяются на линейные, площадные и объемные или имеют смешанную направленность – линейно-точечные, объемно-площадные и т. д. Все здания и временные сооружения имеют объемно-площадную направленность, а элементы инженерного сообщения – линейную. Асфальтовое покрытие имеет площадную направленность.

По типу техногенного воздействия источники разделяются на постоянно действующие и периодически действующие. К постоянно действующим относятся здания, временные сооружения, асфальтовые покрытия, свалки, коммуникации; к периодически действующим – транспортные пути сообщения и строительные работы.

Изучение и анализ фактора негативного техногенного воздействия рассмотрим на примере распределения техногенной нагрузки на грунтовый массив в районе ведения подземных строительных работ Днепропетровского метрополитена. Геодезический мониторинг осуществлялся за деформациями фундаментов зданий расположенных в районе шахтных стволов № 11, 12 и 14, от которых ведутся подземные проходческие работы.

Для выявления закономерностей пространственного распространения и характера изменчивости техногенных воздействий исследуемой территории, а также для оценки степени разнонаправленности техногенного воздействия используются показатели – коэффициенты распределения площадной и линейной техногенной нагрузки ( $K_{р\text{тн}}$ ,  $K_{р\text{лн}}$ , табл. 1) [1]. Коэффициенты площадной техногенной нагрузки для территории исследуемых участков городской территории рассчитывались по методике [2].

В качестве единицы площади использовался квадрат координатной сетки плана застройки масштаба 1:500 (рис. 1). Результаты вычислений в пределах участка «Ствол №11» представлены в таблице 2.

Таблица 1

## Количественные показатели источников техногенного воздействия

Количественный показатель источников техногенного воздействия	Формула	Диапазон изменения показателя	Название диапазона техногенной нагрузки
Коэффициент распределения площадной техногенной нагрузки	$K_{рtn} = S_{тн} / S_{кв}$	$0 \leq K_{рtn} \leq 0,2$ $0,2 < K_{рtn} \leq 0,8$ $0,8 < K_{рtn} \leq 1,0$	отсутствует средняя высокая
Коэффициент распределения линейной техногенной нагрузки	$K_{рln} = L_{тн} / S_{кв}$	$K_{рln} = 0$ $0 < K_{рln} \leq 0,01$ $0,01 < K_{рln} \leq 0,03$ $0,03 < K_{рln} \leq 0,05$ $K_{рln} > 0,05$	отсутствует очень слабая слабая средняя высокая

где,  $S_{тн}$  - площадь квадрата, занятая техногенными объектами;

$L_{тн}$  - протяженность транспортной линии;

$S_{кв}$  - площадь квадрата.



Рис. 1. Совмещенный план городской территории и подземных тоннелей ствела №11 Днепропетровского метрополитена

«0, 1, 2, ... 5» «А, Б, ... Г» - система обозначения квадратов

Подземная техногенная нагрузка представлена горными выработками (г.в.) метрополитена, наземная – жилыми (ж) и нежилыми (н) зданиями.

Таблица 2

Расчет коэффициента суммарной техногенной нагрузки в пределах участка  
«Ствол №1 I» Днепропетровского метрополитена

№ квadra- та	S <sub>пн</sub> , м <sup>2</sup>			ΣS <sub>пн</sub>	К	техноген- ная нагрузка
	наземная		подземная			
	ж.	н.	г.в.			
А-1	639,75			639,75	0,25590	средняя
А-2		1914		1914	0,76560	средняя
А-3	377,5	147,27	211,5	736,27	0,29451	средняя
А-4	734,38	85,4		819,78	0,32791	средняя
А-5	187,5			187,5	0,07500	отсутству- ет
Б-0			540	540	0,21600	средняя
Б-1	481,25		242,5	723,75	0,28950	средняя
Б-2	804,37		135,63	940	0,37600	средняя
Б-3	576,75		380	956,75	0,38270	средняя
Б-4	725,63	15	93	833,63	0,33345	средняя
Б-5	319,5	50		369,5	0,14780	отсутству- ет
В-1	802,5		132,5	935	0,37400	средняя
В-2	624,5		268	892,5	0,35700	средняя
В-3	549		377,5	926,5	0,37060	средняя
В-4	350		437,5	787,5	0,31500	средняя
В-5	30		500	530	0,21200	средняя
Г-1	318,75			318,75	0,12750	отсутству- ет
Г-2	142,5			142,5	0,05700	отсутству- ет
Г-3	15			15	0,00600	отсутству- ет
Г-4	312,5			312,5	0,12500	отсутству- ет
Г-5	349,38			349,38	0,13975	отсутству- ет
Σ	8340,8	2211,7	3318,1	13870,6		
Среднее значение по участку:					0,26420	

Приведенная методика расчета [2] не позволяет реально оценить техногенную ситуацию т.к. имеет недостаток - не учитывается этажность зданий. Логично считать, что здания с одинаковыми площадями оснований, но различной этажности, оказывают различные нагрузки на грунт.

Предлагается изменить методику расчета, определяя нагрузку на грунт с учетом этажности зданий, при известной опорной площади фундамента. Суммарная нагрузка на фундамент это постоянная нагрузка от самого здания и периодичная от солнечной, ветровой и снеговой нагрузки.

Примем для расчета кирпичные здания с высотой этажа 2,5 м, с железобетонными перекрытиями и кровлей из листовой стали, допустим, что нагрузка от здания распределяется равномерно по всей площади. Допустимая нагрузка на грунт равна  $2 \text{ кг/см}^2$  (любой сухой грунт (глинистый, песчаный) имеет несущую способность от  $2 \text{ кг/см}^2$  и более).

Если расчетная нагрузка на грунт превысит допустимое значение, то в случае с ленточным фундаментом необходимо увеличить ширину ленты, в случае со столбчатым – увеличить диаметр столба, а также их количество. При этом расчет общего веса и нагрузки на грунт необходимо повторить.

Результаты вычислений нагрузки на грунт от зданий, расположенных в зоне влияния строительства тоннелей Днепропетровского метрополитена в пределах участка «Ствол №11» по усовершенствованной методике, приведены в таблице 3.

Таблица 3

Нагрузка на грунт от зданий, расположенных в зоне влияния строительства тоннелей в районе ствола № 11 Днепропетровского метрополитена

Здание по пр. Карла Маркса	кв.драт	этажность	Периметр стен одного этажа, м	Общий вес, $\text{кг} \cdot 10^{-3}$	Площадь $\text{см}^2 \cdot 10^{-3}$	Нагрузка на грунт, $\text{кг/см}^2$
109	Б2, Б3	5	92	834,3	368	2,27
107	Б3, Б4	2	85	576,4	340	1,70
105	Б4, Б5	4	146,5	1304,8	586	2,23
107А	А4	2	38	191,6	152	1,26
107Б	А4, Б4	2	37	183,2	148	1,24
109Б	А3, А4	5	138	1291,8	552	2,34
111	А1, А2	1	202	2271,2	808	2,81
109А	Б2	2	105	809,7	420	1,93

Нагрузка на грунт от веса зданий является постоянно действующим техногенным фактором и в ряде случаев превышает допустимую величину, поэтому рассматриваемые территории можно отнести к техногенно-нагруженным различной степени. При наличии периодически-действующего техногенного фактора, в данном случае строительство Днепропетровского метрополитена – в периоды интенсивного ведения проходческих работ, как

показал анализ результатов геомониторинга, увеличиваются скорости развития осадок зданий и сооружений, расположенных в зоне влияния строительства. Влияние интенсивности движения городского транспорта и наземных строительных работ также периодически-действующий дополнительный техногенный фактор, поэтому рассматриваемые территории можно квалифицировать как техногенно-перегруженные.

Результаты настоящего анализа построены на данных только высотного геодезического мониторинга, опирающегося на опорные геодезические реперы, расположенные в местах условно устойчивых. Оценка устойчивости исходных реперов может быть получена только в результате включения их в единую сеть геодинамического полигона созданного на территории города с использованием пунктов существующей геодезической основы и современных спутниковых технологий позиционирования. Эти мероприятия позволяют получать более достоверную информацию о величинах деформаций и сдвижения породного массива и городских сооружений и коммуникаций в пространстве, а также оценить их площадь распространения.

### **Вывод**

Цивилизованный подход требует для повышения безопасности эксплуатации жилого фонда города Днепропетровска, производить выделение в пределах городской территории техногенно-перегруженных участков по нагрузке и природным особенностям. На этих участках необходимо обеспечить регулярный геодезический мониторинг научно обоснованными методами, соответствующей точности и периодичности, что позволит не допустить критических ситуаций, угрожающих значительными деформациям зданий и жизни людей.

Территория города Днепропетровска испытывает, на фоне объективно сформировавшейся геологической среды, различную техногенную нагрузку как постоянного (вес зданий и сооружений), так и периодического действия (транспортная нагрузка, строительство крупных гражданских комплексов, сооружение Днепропетровского метрополитена и пр.). Международный опыт обеспечения безопасной жизнедеятельности крупных городов и мегаполисов говорит о назревшей необходимости разработать программу мероприятий по осуществлению мониторинга на территории г. Днепропетровска, включающий широкий спектр предупредительных работ, в том числе геодезический мониторинг при соответствующем научном сопровождении.

### **ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Цоцур Е.С. Картирование и анализ техногенных воздействий на территории города / Цоцур Е.С., Коллегова О.Г., Зянгириков Р.С., Груздов А.В. // Инженерная геология. - 1992. - № 5. - С. 98-103.
2. Азаров Б.Ф. Количественная оценка техногенной нагрузки объектов коммунального хозяйства на геологическую среду / Азаров Б.Ф., Кузнецова С.М., Клейнос Г.А. // Вестник Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова. - 2000. - N 1. - С. 93-100.