

УДК 528.3

КИРИЧЕК Ю.А., БЕГИЧЕВ С.В., НОСОВА А.С. (Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры)

## **ФОРМИРОВАНИЕ ГЕОМОНИТОРИНГА ЗА СОСТОЯНИЕМ ГОРОДСКОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ Г. ДНЕПРОПЕТРОВСКА**

*В работе рассмотрен вопрос формирования геомониторинга за состоянием городской геодезической сети г. Днепропетровска.*

**Введение.** Гражданское и промышленное строительство в г. Днепропетровске за последние годы перешло на интенсивный путь развития. Плотность застройки и нагрузки на грунтовый массив в крупных городах резко возросли в результате стремления к максимальной этажности при минимальной площади сооружений. Успешное проектное решение и дальнейшая нормальная безаварийная эксплуатация объектов во многом зависит от качества изыскательских работ, дающих представление о рельефе земной поверхности и грунтовых условиях. Оценка прочности и деформационных показателей грунтового основания должна учитывать комплекс техногенных факторов, которые накладываются на исходное геологическое состояние. Влияние этих факторов приводит зачастую к неблагоприятным последствиям, вплоть до разрушения инженерных сооружений.

**Постановка задачи и ее актуальность.** При исследованиях деформаций земной поверхности, грунтового массива, фундаментов зданий, инженерных сооружений и коммуникаций в основном используется метод повторных геодезических вертикальных наблюдений. Достоверность полученных результатов зависит главным образом от точности измерений и устойчивости исходных реперов. Если учесть, что современные технологии геодезических наблюдений позволяют свести до минимума влияние инструментальных ошибок, то вопрос устойчивости исходных геодезических знаков городской плановой и высотной сети требует соответствующих научных исследований, как вопрос крайне актуальный.

Цивилизованный подход при обеспечении проектных работ, строительства и последующей эксплуатации инженерных сооружений и коммуникаций должен включать учет всех влиятельных факторов. Среди многообразия известных факторов можно выделить наиболее существенные: природные (геологические, гидрогеологические, климатические) и техногенные. Природные факторы описывают исходное состояние исследуемого объекта – земной поверхности и грунтового массива. Техногенные – вызванные деятельностью человека, приводят к изменению природных факторов.

В соответствии с учением В.И. Вернадского о ноосфере масштаб деятельности человека сопоставим с геологическими процессами природы. Техногенное влияние на внешний мир в конечном итоге проявляется в преобразовании ландшафтов, нарушении гидрогеологических и поверхностных водных систем.

**Цель данного исследования** заключается в определении устойчивости исходных пунктов геодезической сети города Днепропетровска с учетом влияния каждого из факторов (геологического, гидрогеологического, климатического, геодинамического, техногенного и др.). В основе научного подхода при решении сформулированной научной задачи должны лежать достоверные данные о динамических перемещениях земной поверхности и грунтового массива, которые могут быть получены в результате организации систематического геодезического мониторинга.

Строительство подземных уровней сопровождается сооружением глубоких котлованов. Это приводит к перераспределению напряжений в грунтовом массиве и вызывает нарушение подземных коммуникаций и фундаментов как соседних зданий, так и отдаленных объектов. Усугубляется техногенное влияние при строительстве зданий на склонах балок, что характерно для рельефа города Днепропетровска. При этом существенно возрастает влияние на устойчивость грунтового массива изменение геологических и гидрогеологических условий, вызванных антропогенными факторами (срезка дернового покрова на отдельных участках склона и пригрузка бортов естественных склонов и оврагов инженерными сооружениями).

Информация о смещении земной поверхности и грунтового массива в окрестности строящегося объекта позволит прогнозировать и своевременно предотвращать проявление оползней, подтопления застроенных территорий, деформации жилых зданий и сооружений в регионе города. Для получения достоверного прогноза необходимо знать закономерности формирования динамики процессов, вызванных изменением геомеханического состояния грунтового массива и подстилающих горных пород, обусловленного, во-первых, проведением строительных работ, во-вторых, – наличием в массиве аномалий различного происхождения и в третьих – геодинамическими процессами, связанными с космическими факторами.

В геологическом отношении г. Днепропетровск расположен на территории пересечения региональных древних долгоживущих разломов (Южная бортовая зона разломов). Правобережная часть города расположена на краевой части Украинского щита, а левобережная – на территории зоны краевых дислокаций Днепровско-Донецкой Впадины (ДДВ).

В соответствии с основными положениями теории глобальной тектоники плит, литосфера Земли представляет собой относительно жесткую оболочку, "плавающую" на поверхности достаточно вязкой мантии. Эта оболочка разбита региональными тектоническими нарушениями на ряд крупных литосферных блоков (мегаблоки), линейные размеры которых достигают нескольких тысяч километров и находятся в постоянном движении относительно друг друга. Каждый литосферный блок, в свою очередь, разбит на множество более мелких структурных блоков системами региональных и локальных тектонических нарушений, по которым также происходят тектонические подвижки. Таким образом, реальный массив горных пород представляет собой сложную иерархически блочную среду, каждой структурной единице которой присущи свои деформационные характеристики, каждая структурная единица которой находится в постоянном движении относительно окружающих ее структурных единиц. Установлено, что тектонические нарушения даже невысокого ранга обладают достаточной подвижностью, которая носит как трендовый направленный характер, так и представлена динамическими колебаниями различной природы.

Согласно данным инструментальных наблюдений (<http://sopac.ucsd.edu>), трендовые скорости перемещения литосферных плит и подвижек по региональным разломам примерно одинаковы, и составляют для разных мест наблюдений от 10 до 50 мм/год. Кроме трендовой составляющей достаточно четко прослеживаются несколько короткопериодных составляющих с периодами 300, 100, 20 и менее суток.

В соответствии с традиционной точкой зрения современные движения литосферных плит происходят в основном по их границам, а также во внутриплитных сейсмоактивных областях, на остальной территории Земли массив горных пород в большинстве случаев представляется как среда статическая и незыблемая. Однако, как показывают исследования, даже на небольших участках массива имеют место деформационные процессы с различными периодами и амплитудой [1]. Такие процессы, происходящие в земной коре, сопряжены с серьезной опасностью для объектов, оказавшихся

в зоне влияния подвижных тектонических структур. Опасность возрастает в результате активизации геодинамических процессов под влиянием техногенных факторов (строительство метрополитена, крупных зданий, вибрационные технологические процессы и др.)

В настоящее время существует возможность использования спутниковой системы GPS геодезического класса для непрерывного мониторинга короткопериодных смещений и деформаций разломных зон. Под непрерывным мониторингом в данном случае понимается длительное (от нескольких часов до нескольких суток) инструментальное наблюдение за изменением пространственных координат пунктов городской геодезической сети, формирующих наблюдательную станцию и за пространственно-геометрическими связями между ними во времени, с интервалом между дискретными определениями от нескольких секунд до нескольких десятков минут. В отличие от существующих на сегодняшний день видов геодинамического мониторинга, когда производятся моментные измерения величин смещений и деформаций с периодичностью от одного до нескольких раз в год [2, 3], непрерывный мониторинг позволяет детально изучить кратковременные процессы, протекающие в верхней части земной коры. Частота таких процессов составляет от нескольких тысячных герц до десятых герц, что не позволяет производить их изучение традиционными методами, хотя имеется достаточно обширный опыт изучения таких короткопериодных деформаций при помощи наклономеров и других приборов [4, 5].

Поэтому для непрерывного мониторинга смещений и деформаций земной поверхности целесообразно использование комплексов спутниковой геодезии GPS, так как они имеют ряд преимуществ перед традиционными геодезическими методами. Во-первых, геодезические наблюдения с применением GPS-оборудования можно производить в любое время суток, при любой погоде и при отсутствии прямой оптической видимости между реперами. Во-вторых, мониторинг смещений и деформаций можно производить без непосредственного присутствия оператора, так как в данном случае используются полностью цифровые технологии, и приборы работают в автоматическом режиме. В-третьих, в результате мониторинга в заранее заданный момент времени одновременно определяются все три координаты точки стояния прибора; в случае, когда мониторинг ведется тремя или более GPS-приемниками, образуются жесткие пространственные геометрические связи с другими реперами мониторинговой GPS-сети, на которых производятся измерения.

**Выводы.** Применение современной измерительной аппаратуры, средств автоматизации и ГИС-технологий позволяет развить в крупных городах имеющийся научный задел по проблеме прогнозирования и управления геомеханическим состоянием породного массива путем создания системы геомеханического мониторинга (СГМ) – информационной системы непрерывного контроля, диагностики и прогноза устойчивости исходных геодезических знаков городской плановой и высотной сети, тесно связанной с геомеханическим состоянием грунтового массива. Данные СГМ позволят выполнять обоснование технических и технологических решений, выбирать рекомендаций по управлению динамических процессов, оценивать эффективность принятых решений, и, что особенно важно, оперативно отслеживать изменения геомеханического состояния грунтового массива во время каждого строительного цикла включая период эксплуатации инженерных сооружений и своевременно обнаруживать критические ситуации, предшествующие катастрофическим проявлениям перераспределения напряжений в массиве.

## Библиографический список

1. **Сашурин А.Д., Ручкин В.И., Панжин А.А., Дубовик В.В.** Мониторинг напряженно-деформированного состояния верхней части земной коры на шахте Сарановская-Рудная //Проблемы геотехнологии и недроведения (Мельниковские чтения): Доклады Международной конференции 6-10 июля 1998 г. -Екатеринбург, УрО РАН, 1998. -С.192-198.
2. **Панжин А.А.** GPS-технологии в геодезическом мониторинге НДС техногенного участка. //Геомеханика в горном деле /ИГД УрО РАН. Сборник научных трудов. -Екатеринбург, 1999. -С.68-85.
3. **Панжин А.А.** Наблюдение за сдвижением земной поверхности на горных предприятиях с использованием GPS. //Известия Уральской государственной горно-геологической академии. Вып.11. Серия: Горное Дело. -Екатеринбург. 2000 -С.196-203.
4. **Fengxiang Jin, Mayoud Michel.** Situation Analysis and Stability Evaluation of Large Electron Positron Collider in CERN. Proceedings of the 10th FIG Symposium on Deformation Measurement and Analysis, 19-22. March 2001, Orange, California, USA. -P.346-353.
5. **Robert S. Radovanovic, William F. Teskey.** Dynamic Monitoring of Deforming Structures: GPS Versus Robotic Tacheometry Systems. Proceedings of the 10th FIG Symposium on Deformation Measurement and Analysis, 19-22. March 2001, Orange, California, USA. -P.61-70.

©Киричек Ю.А., Бегичев С.В., Носова А.С., 2009