

О НЕОБХОДИМОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОСТОЯННОГО ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ДЕФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

А.А. ШЕВЧЕНКО, А.Э. БУРТАСОВА, Р.Е. ГЛАЗКОВ

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;
электронная почта: grettel@yandex.ru*

В статье рассмотрены вопросы деформационного мониторинга инженерных объектов при изучении качественных изменений наблюдаемых деформационных процессов контролируемых зданий и сооружений. Результаты верно организованных комплексных натурных исследований показывают количественную динамику воздействия влияющих факторов и качественные изменения состояния инженерного объекта. Цель работы состоит в изучении геодезического мониторинга при исследовании деформаций объектов различного назначения. Геодезический мониторинг осуществляется циклически, выполнением всеобъемлющей проверки объекта обследования, через выбранный временной промежуток. По результатам такого анализа создается прогноз вероятных последствий, и даются рекомендации по их устранению. Измерения, проводимые с использованием современных геодезических комплексов показали свою высокую эффективность для решения задач геомеханики, благодаря чему стали возможными не только дискретные измерения, но и регулярный мониторинг и контроль деформаций зданий и сооружений.

Ключевые слова: деформационный мониторинг, геодезические наблюдения, смещения и осадка сооружений.

Нормативное определение системы мониторинга базируется на трех ключевых составляющих: наблюдение, оценка и прогноз в соответствии с ГОСТ Р 22.1.01-95 «Мониторинг и прогнозирование». Прогноз представляет собой сложнейшую вероятностную составляющую и часто недоступен в мониторинговых исследованиях, а в последнее время прогноз стали обзирать порознь от них. Одним из наиболее актуальных направлений постоянного геодезического контроля за безопасной эксплуатацией сложных инженерных объектов, безусловно, является создание автоматизированных систем геодезического мониторинга. В практике под мониторингом нередко говорят о периодических режимных наблюдениях за объектом исследования, которые сопровождают в различной мере анализом, интерпретацией результатов наблюдений и вытекающей из этого оценкой состояния контролируемого объекта. Акцентируем внимание на том, что прогноз вероятных метаморфоз признаков и параметров нарушений состояния контролируемого объекта (как <http://ntk.kubstu.ru/file/1150>

одна из главных составляющих геодезического мониторинга) помогает заранее подобрать методы и средства опережающих воздействий для исключения или смягчения неблагоприятных последствий. Возможна популяризация такого геодезического мониторинга и на иные виды деформационных процессов при условии осуществления математического моделирования с учётом свойств природы их развития.

Вследствие конструктивных особенностей, природных условий, деятельности человека, сооружения в целом и их отдельные элементы испытывают различного рода деформации. В общем случае под термином деформация понимают изменение формы объема наблюдений. В геодезической практике принято рассматривать деформации как изменение положения объекта в относительно первоначального [1].

Во время возведения любого инженерного сооружения, к какой бы категории объектов оно не относилось, иногда полезно контролировать в течение всего процесса строительства, а иногда и в процессе его эксплуатации, возможные смещения, осадки и деформации сооружения [2, 14].

Наиболее вероятные причины осадок и деформаций могут быть природные явления, ошибочные проектные решения, несоблюдение технологий строительного производства, увеличение эксплуатационных температурных воздействий и нагрузок, нарушение правил технической эксплуатации зданий и сооружений [3, 4].

Мониторинг – наблюдение, анализ объекта в непрерывном режиме для освоения процессов измерения в пространстве и времени. Интервал времени наблюдения должен подбираться с учетом получения соразмерного описания объекта. При проведении мониторинга сооружения, а в частности при выявлении его осадок и смещений применяют различные геодезические методы и приборы. Практически все они предусматривают определение плановых и вертикальных смещений сооружений с закрепленных на местности точек (станций), с которых выполняют измерения в течение нескольких циклов [5].

Однако в условиях, когда невозможно выполнить измерения с одних и тех же станций в связи с постоянными строительными работами на площадке или из-за нестабильности станций, определение смещений и осадок сооружений можно выполнять иным способом, который не требует проведения наблюдений с одних и тех же станций от цикла к циклу. Применение такой методики наблюдений возможно с использованием современных электронных тахеометров. Следует отметить, что проводя мониторинг инженерного сооружения без закрепления точек наблюдения, необходимо тщательно отнестись к схеме измерений и их обработке [3, 13].

Деформационный мониторинг используется как междисциплинарная технологическая процедура, нацеленная на полное изучение динамики преобразования формы объектов наблюдения и причин появления смещений и изменений формы. Следует подчеркнуть геодинимические и геотехнические исследования. Главная цель мониторинга деформационных процессов – гарантирование безопасности жизнедеятельности на контролируемой территории, от экологической безопасности до промышленной безопасности и безопасности зданий и сооружений [6]. В соответствии ГОСТ Р 55535-2013 «Методы и технологии выполнения геодезических работ» необходимо различать две категории задач деформационного мониторинга: научные задачи, связанные с изучением движения литосферных плит и материков; инженерно-технические задачи, связанные с исследованием конкретных объектов и систем. В работах [7, 8] поясняется о методологических основах геодезического мониторинга, показаны его вероятные версии, формы и степень полноты. Они отражают в себе комплексность геодезических и других натуральных исследований, в грамотном структурно-функциональном анализе условий появления и совершенствования исследуемых процессов, в обеспечении надобной пространственно-временной достаточности и измерительной точности исследований, в безошибочном математическом моделировании, охватывающем прогноз процессов, контролируемых геодезическими методами. Деформационный мониторинг на сегодняшнем этапе развития - это

необходимая часть геодезического мониторинга для обеспечения безопасности инженерных объектов. Результаты верно организованных комплексных натурных исследований показывают количественную динамику воздействия влияющих факторов и качественные изменения состояния инженерного объекта. И если целью геодезического мониторинга служит своевременное обнаружение критичных величин деформаций, нахождение причин их появления, то деформационный мониторинг решает задачи сбора, учёта, регистрации, хранения и обработки результатов наблюдений за деформациями инженерных объектов, прогнозирует их развитие, вырабатывает и принимает меры для ликвидации ненужных процессов, разрабатывает рекомендаций по осуществлению соответствующих мероприятий для предотвращения критических деформаций и т.д.

Мониторинг зданий и сооружений - это контролирование отклонений конструкций объектов от проектных величин из-за деформации (сдвигов, просадки и образования кренов), происходящих под воздействием разнообразных факторов, которые могут привести к обрушению. Креном называют отклонение оси объекта в вертикальной плоскости, простыми словами – это наклон здания. Цель деформационного мониторинга – приобретение данных о критических отклонениях зданий и сооружений от заданных в проекте, с обозначением временного отрезка появления данных перемен. Мониторинг деформаций инженерных сооружений (мостов, платин, башен и т.д.) с применением спутниковых технологий становится обычным явлением [9, 10-12]. Все конструкции пребывают под беспрестанным внешним влиянием, которое может быть как природного, так и техногенного характера. Комплекс этих сил, воздействующих на объект строительства, вызовут в той или иной мере деформацию зданий и сооружений. Существуют обстоятельства, когда следует получить трехмерную модель объекта исследования, строительных или инженерных конструкций, при таком условии используют лазерное сканирование. Выполнение деформационного мониторинга зданий и сооружений дает возможность ликвидировать ситуации, в которых их

приходится выполнять реконструкцию или даже полностью перестраивать по причине неминуемого разрушения.

Геодезический мониторинг осуществляется циклически, выполнением всеобъемлющей проверки объекта обследования, через выбранный временной промежуток. Геодезический мониторинг зданий – перемежающаяся проверка на деформации, которая производится геодезическими методами путем исследования и расчетов при строительстве зданий и сооружений. Мониторинг проводится с помощью специально закрепленных на здании геодезических (деформационных) марок, точными измерительными инструментами – электронными тахеометрами. В последствии по разностям координат X и Y будут выявляться возможные смещения элементов, а по разностям отметок H – осадки сооружения. На основании приобретенных данных осуществляются нужные вычисления, показывающие присутствие или нехватку деформационных изменений и скорость, с которой они протекают. По результатам такого анализа создается прогноз вероятных последствий, и даются рекомендации по их устранению [4, 6]

В настоящее время задачи геодезического мониторинга инженерных объектов и анализа деформаций являются одними из самых сложных в геодезической области, так как нередко нуждаются в максимальной точности измерений, автоматизации процесса исследований, максимальной долговечности геодезических приборов и оборудования, наличия весьма гибких инструментов обработки и анализа данных. Для конкретно отобранного инженерного объекта геодезические исследования решали и решают задачу освоения пространственно-временных процессов состояния объекта и его отдельных частей. Результаты геодезических вычислений и исследований на всех фазах жизненного цикла инженерных объектов (съёмочные, трассировочные и разбивочные работы, исполнительные съёмки, наблюдения за осадками и деформациями и т.д.) составляют первоначальный базис для образования комплексной системы представления результатов наблюдений за инженерным объектом, включая сбор, обработку, учёт, регистрацию, хранение

и обновление информационных ресурсов. Необходимо только сохранять, накапливать и группировать в геоинформационной системе деформационного мониторинга результаты всех выполняющихся на исследуемых объектах разновидностей наблюдений в виде различных баз данных.

Измерения, проводимые с использованием современных геодезических комплексов показали свою высокую эффективность для решения задач геомеханики, благодаря чему стали возможными не только дискретные измерения, но и регулярный мониторинг и контроль деформаций зданий и сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сукманюк А.С., Пинчук А.П., Суббота И.Л., Вороной А.А. Сдвиги и осадки зданий и сооружений: причины и последствия // Научные труды кубанского государственного технологического университета - 2016 - №6 – с. 170-186.

2. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Пастухов М.А. Особенности определений смещений и осадок сооружений электронными тахеометрами // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2013. № 1-2. С. 61-65.

3. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Кузнецова А.А. Алгоритм определения координат при мониторинге сооружений с использованием поискового метода уравнивания // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2013. № 3. С. 60-64.

4. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Определение смещений осадок сооружений с использованием поискового метода уравнивания // Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 7 (17). С. 37-40.

5. Грибкова Л.А., Морозов А.А. Особенности применения современных геодезических приборов и технологий при строительстве зданий и сооружений // Научные труды кубанского государственного технологического университета – 2016 - №5 – с. 59-69.

6. Калинин И. С., Купреева Е. Н., Бикашев И. Р. Геодезический мониторинг осадок зданий и сооружений // Омский научный вестник – 2008 - №1 – с. 94-95.

7. Гуляев Ю.П. Прогнозирование деформаций сооружений на основе результатов геодезических наблюдений [Текст] / Ю.П. Гуляев. – Новосибирск: СГГА, 2008. – 256 с.

8. Гуляев Ю.П. Задачи экогеологического и деформационного мониторинга [Текст] / Ю.П. Гуляев, А.И. Каленицкий. – Геодезия и картография. – 1996. – № 3, с.49-51.

9. Спиридонов В.П., Бирюков Г.Н. Мониторинг деформаций земной поверхности, зданий и сооружений спутниковыми системами // Маркшейдерия и недропользование – 2007. – №1. – С. 19.

10. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Горизонтальные и вертикальные смещения сооружений и причины их возникновения // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе VI Международная научно-практическая конференция. Москва, 2012. С. 116-119.

11. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Наблюдения за горизонтальными и вертикальными смещениями сооружений // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе VI Международная научно-практическая конференция. Москва, 2012. С. 120-123

12. Абушенко С.С., Шевченко Г.Г. Анализ методов наблюдения за осадками инженерных сооружений // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе VI Международная научно-практическая конференция. Москва, 2012. С. 94-97

13. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Метод определения смещений и осадок сооружений с учетом особенностей работ на строительной площадке // Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 11. С. 23-24.

14. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Экологический мониторинг деформации сооружений с использованием наземного лазерного сканирования // В

сборнике: Строительство - 2010. Материалы Международной научно-практической конференции. Дорожно-транспортный институт. Ростов-на-Дону, 2010. С. 152-153.

REFERENCES

1. Sukmanyuk A.S., Pinchuk A.P., Subbota I.L., Voronoy A.A. Sdvigi i osadki zdaniy i sooruzheniy: prichiny i posledstviya // Nauchnye trudy kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta - 2016 - №6 – s. 170-186.

2. Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G., Pastukhov M.A. Osobnosti opredeleniy smeshcheniy i osadok sooruzheniy elektronnyimi takheometrami // Nauka. Tekhnika. Tekhnologii (politekhnicheskiy vestnik). 2013. № 1-2. S. 61-65.

3. Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Gura D.A., Kuznetsova A.A. Algoritm opredeleniya koordinat pri monitoringe sooruzheniy s ispolzovaniem poiskovogo metoda uravnivaniya // Nauka. Tekhnika. Tekhnologii (politekhnicheskiy vestnik). 2013. № 3. S. 60-64.

4. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastukhov M.A. Opredelenie smeshcheniy osadok sooruzheniy s ispolzovaniem poiskovogo metoda uravnivaniya // Novyy universitet. Seriya: Tekhnicheskie nauki. 2013. № 7 (17). S. 37-40.

5. Gribkova L.A., Morozov A.A. Osobnosti primeneniya sovremennykh geodezicheskikh priborov i tekhnologiy pri stroitelstve zdaniy i sooruzheniy // Nauchnye trudy kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta – 2016 - №5 – s. 59-69.

6. Kalinchenko I. S., Kupreeva E. N., Bikashev I. R. Geodezicheskiy monitoring osadok zdaniy i sooruzheniy // Omskiy nauchnyy vestnik – 2008 - №1 – s. 94-95.

7. Gulyaev Yu.P. Prognozirovaniye deformatsiy sooruzheniy na osnove rezultatov geodezicheskikh nablyudeniy [Tekst] / Yu.P. Gulyaev. – Novosibirsk: SGGA, 2008. – 256 s.

8. Gulyaev Yu.P. Zadachi ekogeologicheskogo i deformatsionnogo monitoringa [Tekst] / Yu.P. Gulyaev, A.I. Kalenitskiy. – Geodeziya i kartografiya. – 1996. – № 3, s.49-51.

9. Spiridonov V.P., Biryukov G.N. Monitoring deformatsiy zemnoy poverkhnosti, zdaniy i sooruzheniy sputnikovymi sistemami // Marksheyderiya i nedropolzovanie – 2007. – №1. – S. 19.

10. Khortsev V.L., Proskura D.V., Gura D.A., Shevchenko G.G. Gorizontálne i vertikalnye smeshcheniya sooruzheniy i prichiny ikh vozniknoveniya // V sbornike: Nauki o Zemle na sovremennom etape VI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. Moskva, 2012. S. 116-119.

11. Khortsev V.L., Proskura D.V., Shevchenko G.G., Gura D.A. Nablyudeniya za gorizontálnymi i vertikalnymi smeshcheniyami sooruzheniy // V sbornike: Nauki o Zemle na sovremennom etape VI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. Moskva, 2012. S. 120-123

12. Abushenko S.S., Shevchenko G.G. Analiz metodov nablyudeniya za osadkami inzhenernykh sooruzheniy // V sbornike: Nauki o Zemle na sovremennom etape VI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. Moskva, 2012. S. 94-97

13. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastukhov M.A. Metod opredeleniya smeshcheniy i osadok sooruzheniy s uchetom osobennostey rabot na stroitelnoy ploshchadke // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo. 2012. № 11. S. 23-24.

14. Gura D.A., Shevchenko G.G. Ekologicheskii monitoring deformatsii sooruzheniy s ispolzovaniem nazemnogo lazernogo skanirovaniya // V sbornike: Stroitelstvo - 2010. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Dorozhno-transportnyy institut. Rostov-na-Donu, 2010. S. 152-153.

*ABOUT THE NECESSITY OF PERMANENT GEODETIC DEFORMATION
MONITORING'S PERFORMANCE*

A. A. SHEVCHENKO, A. E. BURTASOVA, R. E. GLAZKOV

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072;
e-mail: grettel@yandex.ru*

In this article the questions of deformation monitoring of engineering objects in the study of qualitative changes in the observed deformation processes controlled buildings and structures. Results right organized comprehensive field studies show the quantitative impact of the dynamics of influencing factors and qualitative changes in the status of the engineering object. The aim of this work is to study geodetic monitoring in the study of deformations of objects of different purposes. Geodetic monitoring is carried out cyclically, performing a comprehensive validation of the object of examination, using the selected time interval. The results of this analysis creates a forecast of probable consequences, and provides recommendations on their elimination. Measurements using modern geodetic complexes showed their high efficiency for solving problems of geomechanics, due to which became possible not only discontinuous measurements, but also the regular monitoring and control of deformations of buildings and structures.

Key words: deformation monitoring, geodetic measurements, displacement and sediment structures.