

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЕФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА – ВАЖНЕЙШАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (ИНДУСТРИИ)

Харьес Каюмович Ямбаев

Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), 105064, Россия, г. Москва, Гороховский пер., 4, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор кафедры геодезии, тел. (903)509-63-66, e-mail: yambaev@miigaik.ru

В статье предлагается в рамках программы создания геопрограммной индустрии сформировать правомочный государственный орган – Главное Управление геопрограммной индустрии (ГУГПИ) при Правительстве Российской Федерации. Ключевым аспектом программы становится цифровое производство – многоуровневая система, включающая в себя автоматизированные измерительные системы в процессе деформационного мониторинга, средства передачи полученной информации и их визуализации, мощные аналитические инструменты интерпретации получаемой геопрограммной информации и многие другие сопутствующие компоненты.

Ключевые слова: геопрограммная индустрия, цифровое производство, цифровая геопрограммная индустрия, цифровые данные, автоматизированный геодезический деформационный мониторинг

DIGITAL DEFORMATION MONITORING TECHNOLOGIES – THE MOST IMPORTANT COMPONENT OF GEOSPATIAL ACTIVITIES (INDUSTRY)

Kharyes K. Yambaev

Moscow State University of Geodesy and Cartography, 4, Gorokhovskiy Per., Moscow, 105064, Russia, Honored Scientist of the Russian Federation, D. Sc., Professor of Department of Geodesy, phone: (903)509-63-66, e-mail: yambaev@miigaik.ru

Within the framework of the program for creation of a geospatial industry it is offered to form a competent state body - the Main Directorate of the Geospatial Industry under the Government of the Russian Federation. The key aspect of the program is digital production – a multi-level system that includes automated measuring systems in the process of deformation monitoring, means of transferring the received information and their visualization, powerful analytical tools for interpreting the received geospatial information and many other related components.

Keywords: geospatial industry, digital manufacturing, digital geospatial industry, digital data, automated geodetic deformation monitoring

В работе [1] д.т.н., профессорами А. П. Карпиком и Д. В. Лисицким по итогам глубокого анализа мирового тренда развития геодезической отрасли в связи с цифровой трансформацией экономики и общества, достижений четвертой промышленной революции показан существенный рост значимости и востребованности геопрограммных данных, информации и знаний в экономике и социальной сфере.

Очень подробно рассматриваются организованные во многих развитых государствах специальные комиссии и советы по формированию так называемой геопромышленной индустрии: Geospatial Industry, Geospatial Technology, Geospatial Technology Industry и т. д., и даже созданный Всемирный совет World Geospatial Industry Council. Авторы пишут, что «признание важности геопромышленной информации сопровождается необходимостью инвестировать в ее развитие. Ресурсные обязательства необходимы для планирования и реализации функциональных, эффективных, национальных возможностей управления геопромышленной информацией» [1].

Однако считаю необходимым вместо предлагаемой в статье комиссии создать соответствующий правомочный государственный орган.

Безусловно, программа создания геопромышленной индустрии должна опираться на результаты и соответствовать основным положениям программы «Цифровая экономика», в которой предусмотрены меры по созданию правовых, технических, организационных и финансовых условий для развития цифровой экономики в нашей стране и ее интеграции в мировое пространство цифровой экономики.

Поэтому ключевым аспектом становится так называемое цифровое производство. Под этим понятием подразумевается многоуровневая система, включающая в себя автоматизированные измерительные системы в процессе деформационного мониторинга, средства передачи полученной информации и их визуализации, мощные аналитические инструменты интерпретации получаемой геопромышленной информации и многие другие сопутствующие компоненты [2].

Цифровое производство представляет собой по сути модульную структуру, которая может вводиться в эксплуатацию регионально – по частям, предоставляя достаточно времени для оценки эффективности систем на каждом этапе. Именно поэтому мы говорим скорее об эволюции производства, а не революции в нем.

Во многих сферах экономики сейчас важны не только 3D-, но и 4D-геопромышленные данные.

Поскольку основой цифровой геопромышленной индустрии (ЦГИ) являются цифровые данные, то важнейшим аспектом становится наличие соответствующих технологий (методов, средств и систем) сбора и обновления пространственных данных. К таковым можно отнести цифровое геометрическое нивелирование, высокоточную инклинометрию, электронную тахеометрию, наземное и воздушное лазерное сканирование, цифровую фотограмметрию, ГНСС-технологии координатного позиционирования и др. для деформационного мониторинга критичных к геодинамическим рискам территорий, состояния зданий, инженерных сооружений и т. п.

Полученные путем непосредственных измерений цифровые данные должны находиться в определенных системах отсчета (координат), быть привязанными к единому началу отсчета, а по точности – соответствовать расчетным допускам.

В настоящее время практически все современные геодезические средства сбора (измерения) первичной цифровой информации – датчики (сенсоры) [2] ос-

нованы на использовании преобразователей с переносом зарядовой связи – многоэлементных фотоэлектрических микросхем.

Поэтому считаем необходимым эту первооснову «цифровизации» особо подчеркнуть, внедрять и развивать.

Технологии деформационного мониторинга. Реми Шовен подчеркивал, что «наука изучает только то, что можно измерить, это совершенно правильно; однако следует выделить то, что заслуживает быть измеренным ... и чем надо измерять», а Карл Фридрих Гаусс отмечал: «Одно измерение – это не измерение, необходимо выполнять повторные измерения».

Геодезический деформационный мониторинг – это намного больше, чем просто измерения; это комплекс планомерного и последовательного выполнения повторных по времени измерений в 3D-формате.

Ниже приведены блок-схемы только двух из большого числа цифровых технологий, в совокупности составляющих геопространственную деятельность (индустрию).

1. Автоматизированная технология деформационного мониторинга зданий и сооружений (рис. 1).

2. Технология определения зон геодинамических рисков территорий с углеводородными и рудными месторождениями (рис. 2).

Концепции обеих этих технологий предложены в свое время соответственно аспирантом Б. О. Хииллером и докторантом Ш.-И. Б. Кутушевым на кафедре геодезии МИИГАиК.

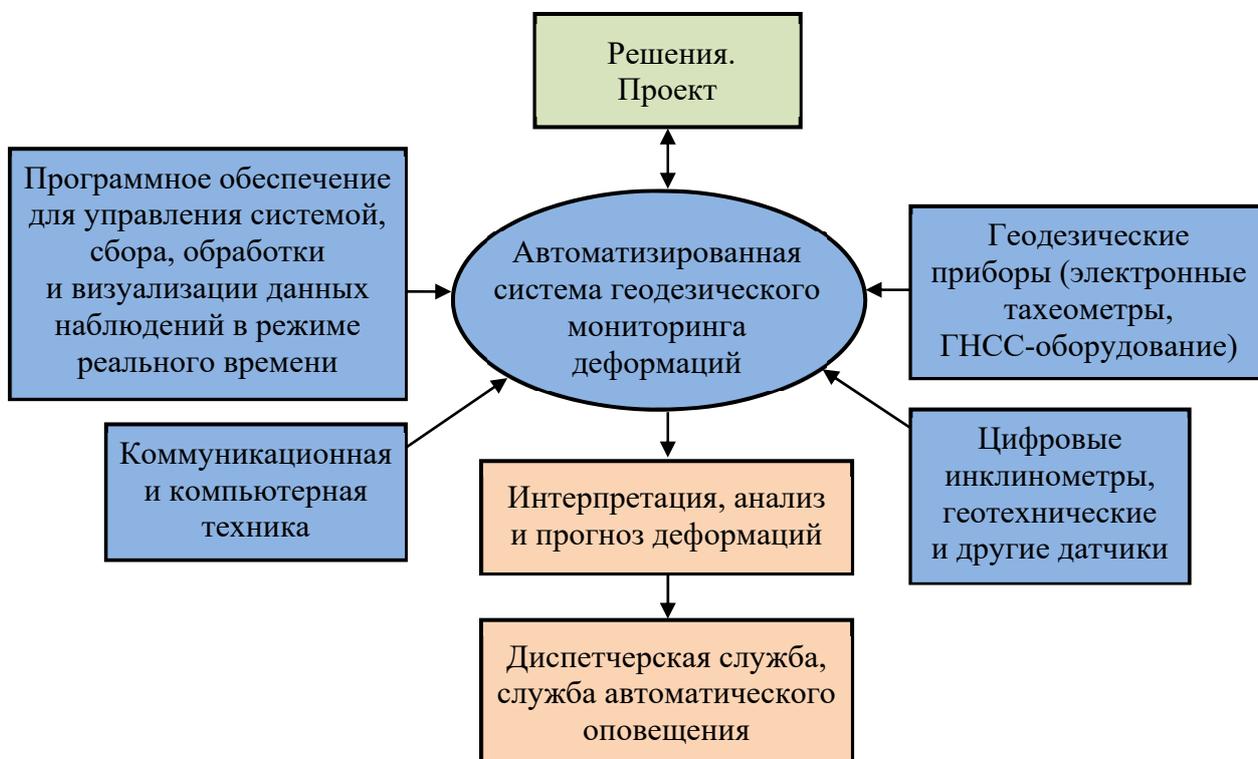


Рис. 1. Технология автоматизированного мониторинга деформаций зданий и сооружений



Рис. 2. Технология определения зон геодинамических рисков территорий с добычей на углеводородных и рудных месторождениях

Необходимо отметить следующее:

- каждая технология (система) мониторинга должна быть выбрана и установлена таким образом, чтобы найти ответ на вопросы об устойчивости сооружений; если нет вопросов, то мониторинговые системы не нужны;
- изучение реального объекта и выполнение натуральных измерений являются обязательными;
- понимание строения и структуры объекта является основой для правильного проектирования системы мониторинга;
- цифровое моделирование (ТИМ-технология) позволит инженеру оценить и улучшить проектное решение с целью обеспечить требуемую надежность и точность;

– анализ результатов измерений и прогноз протекания деформаций носят индивидуальный характер в зависимости от специфики сооружения и должны быть выполнены специализированными научными институтами в тесном сотрудничестве с инженерно-техническим персоналом объекта.

Автоматизированный мониторинг деформаций зданий и сооружений (см. рис. 1). Таким образом, автоматизированный геодезический деформационный мониторинг – это намного больше, чем просто повторные измерения; это комплекс последовательной компьютерной обработки и интерпретации результатов различных видов натуральных измерений.

Определение местоположения зон геодинамических рисков территорий (см. рис. 2). По данной технологии могут определяться местоположения локальных границ зон геодинамических рисков (ЗГР). Учет комплекса геодезической, гравиметрической, геомагнитной и гидрогеологической информации позволяет более достоверно оценивать геоэкологическую ситуацию и уточнять местоположение ЗГР на территориях с действующими углеводородными и рудными месторождениями.

Установлено, что результаты реализации концепции определения зон геодинамических рисков в совокупном использовании геодезических ГНСС-технологий, гравиметрической, гидрогеологической и геомагнитной информации повышают достоверность и позволяют уточнять местоположение границ ЗГР.

Цифровая геопространственная карта деформаций земной коры позволяет оценить ситуацию с геодинамическими рисками проектирования и строительства объектов инфраструктуры исследуемого региона.

При установлении корреляционной зависимости между колебаниями уровня подземных вод и сейсмическими событиями магнитудой до 3–5 баллов по шкале Рихтера возможен прогноз Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ).

Согласен с авторами работы [1], что «признание важности геопространственной информации сопровождается необходимостью инвестировать в ее развитие. Ресурсные обязательства необходимы для планирования и реализации функциональных, эффективных, национальных возможностей управления геопространственной информацией».

Но необходимо сформировать правомочное государственное Главное Управление геопространственной индустрии при Правительстве Российской Федерации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик А. П., Лисицкий Д. В. Исследование мировых трендов и обоснование направлений развития сферы геодезии и картографии Российской Федерации до 2030 года // *Геопрофи.* – 2021. – № 1. – С. 4–11.
2. Савиных В. П., Ямбаев Х. К. Автоматизация геодезических измерений – цифровая реальность // *Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка.* – 2019. – Т. 63, № 6. – С. 627–635.

© Х. К. Ямбаев, 2021