

УДК 551.24  
*И.Е. Дорогова*  
СГГА, Новосибирск

## **ИЗУЧЕНИЕ ДВИЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ НА ГЕОДИНАМИЧЕСКОМ ПОЛИГОНЕ ТАШТАГОЛЬСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

По результатам десяти циклов GPS-наблюдений с учетом основных законов теории упругости выполнено исследование горизонтальных движений земной коры на Таштагольском геодинамическом полигоне. Получены распределения движений и деформаций, выполнена визуализация основных характеристик, сделаны выводы о динамике района.

геодинамический полигон, движения и деформации земной коры, визуализация.

*I.E. Dorogova*  
SSGA, Novosibirsk

## **THE INVESTIGATION OF EARTH'S CRUST MOVEMENTS AND DEFORMATIONS ON A TASHTAGOL'S GEODYNAMIC GROUND**

By the results of ten cycles of GPS-observations taking into account laws of the theory of elasticity research of horizontal earth movements on Tashtagol's geodynamic ground was carried out. Distributions of movements and deformations were received, visualization of the basic characteristics was executed.

geodynamic ground, movements and deformations of the earth's crust, visualization.

Таштагольский полигон является локальным техногенным геодинамическим полигоном и создан с целью отслеживания движений земной коры в районе Таштагольского железорудного месторождения. Важным условием разработки месторождения является обеспечение безопасности работ, а также сохранности сооружений. Руды накапливают существенную упругую деформацию, поэтому результаты измерений, выполняемых на полигоне, должны быть интерпретированы таким образом, чтобы полученные материалы давали полное представление о напряженно-деформируемом состоянии земной коры и геодинамических процессах, протекающих на территории промышленной площадки.

На пунктах полигона выполняются систематические измерения с использованием спутниковых технологий. Наблюдения проводятся сотрудниками лаборатории сдвижения горных пород Восточного научно-исследовательского горнорудного института (г. Новокузнецк) и лаборатории горной информатики Института горного дела СО РАН (г. Новосибирск). В рассматриваемый нами период с 14.06.2005 г. по 19.09.2008 г. были выполнены десять циклов таких наблюдений.

Поскольку сеть является относительной и не содержит пунктов вне деформируемой области, в качестве базового наиболее устойчивого пункта, относительно которого будут вычисляться смещения, был выбран пункт 1111. Этот пункт расположен в южной части полигона и наиболее удален от рабочей площадки месторождения.

Для изучения движений земной поверхности была создана геометрическая модель полигона, включающая одиннадцать GPS-пунктов, для которых известны изменения координат в каждом из рассматриваемых циклов. Далее мы вычислили накопления перемещений пунктов на момент окончания каждого цикла и, используя конечно-элементный анализ и формулы теории упругости, получили для нашей модели распределения деформации и напряжения в каждом цикле измерений, а также их накопления.

Удобным способом наглядного представления результатов для последующей экспертной оценки является визуализация основных характеристик геодинамического процесса в виде векторов и характеристик полей. Примеры таких представлений описаны в работах [1, 2, 3]. Для графического представления результатов использовался программный комплекс Elcut.

На рис. 1, а представлены векторы, отображающие смещения пунктов для первого цикла наблюдений. Векторы направлены к центру рассматриваемой области. Такая же направленность наблюдается и на изображениях векторов для последующих циклов. Рис. 1, б иллюстрирует накопление смещений векторов за десять циклов измерений. Векторы сохраняют свою направленность, величины смещений пунктов постепенно накапливаются. При этом пункты, обладающие существенной динамикой в первом цикле, и после десяти циклов наблюдений имеют наибольшие величины смещений.

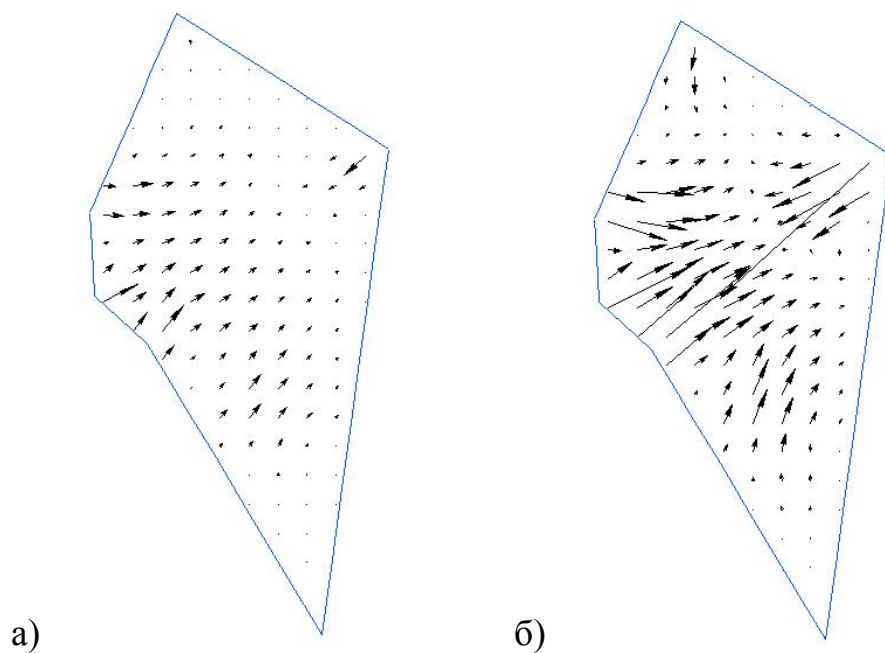


Рис. 1

Недостатком полученных результатов является то, что реальные движения земной коры в центре геодинамического полигона отличаются от теоретически полученных, поскольку не был учтен провал, расположенный в центре рассматриваемой области. Провал не дает возможности выполнить инструментальные измерения и существенно усложняет получение данных о смещениях земной коры центральной части полигона. В дальнейшем планируется устранение этого несоответствия и получение распределений смещений и деформаций земной коры по результатам наблюдений за смещениями пунктов, расположенных на профильных линиях вокруг провала.

Для наглядного представления горизонтальных движений точек земной поверхности геометрическая модель Таштагольского полигона была разбита на квадраты. Рис. 2, а иллюстрирует недеформированную форму геодинамического полигона (получена по положениям пунктов на начальный момент наблюдений). На рис. 2, б представлена деформированная граница и изменение формы тела полигона на момент окончания десяти циклов наблюдений.

Полученные таким образом изображения также указывают на общее направление движений земной поверхности к центру полигона. Происходит сжатие границ, их смещение в сторону центральной области месторождения. Изменения формы тела и границ полигона на рис. 2, б представлены в укрупненном масштабе, смещения земной коры на момент окончания десяти циклов наблюдений не представляют опасности, но имеется тенденция к их накоплению.

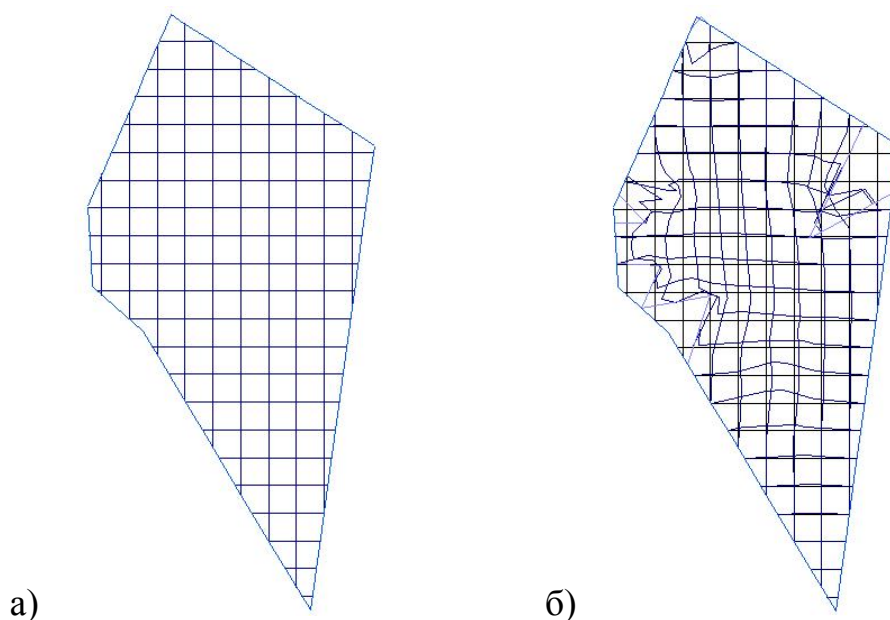


Рис. 2

Также были получены поля, отражающие деформации для каждого цикла наблюдений и накопление деформаций вдоль осей  $x$ ,  $y$  и общей деформации, и аналогичные поля для напряжений и величин смещений пунктов и их накоплений.

Наличие десяти циклов наблюдений горизонтальных смещений GPS-пунктов позволило создать анимационное представление основных геомеханических данных, характеризующих деформирование земной поверхности в районе охраняемых объектов на полигоне Таштагольского железорудного месторождения [4, 5].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мазуров, Б.Т. Поля деформаций Горного Алтая перед Чуйским землетрясением / Б.Т. Мазуров // Геодезия и картография. – 2007. – № 3. – С. 48–50.
2. Мазуров, Б.Т. Компьютерная визуализация полей постсейсмических смещений и деформаций / Б.Т. Мазуров // Геодезия и картография. – 2007. – № 4. – С. 51–53.
3. Мазуров, Б.Т. Некоторые примеры определения вращательного характера движений земных блоков по геодезическим данным / Б.Т. Мазуров // Геодезия и картография. – 2010. – № 10. – С. 58–61.
4. Дербенев, К.В. Представление движений земной поверхности с использованием flash-анимации / К.В. Дербенев, И.Е. Дорогова, Е.А. Ибатуллина // Интеллектуальный потенциал Сибири: материалы межвузовской научной студенческой конференции (МНСК-2010). – Новосибирск: НОУ ВПО НГИ, 2010. – С. 93–94.
5. Анимационное представление движений и деформаций на техногенном геодинамическом полигоне / Т.В. Лобанова, Б.Т. Мазуров, Е.А. Ибатуллина, И.Е. Дорогова, К.В. Дербенев // Сб. материалов VI Международного научного конгресса «ГЕО-Сибирь-2010». – Т. 1. Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия. Ч. 1. – Новосибирск: СГГА, 2010. – С. 199–202.

*Получено 07.11.2010*

*© И.Е. Дорогова, 2010*

*И.Е. Дорогова – аспирант.  
Тел.: 8-952-919-12-72.*