

УДК 551.54

**К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ СПУТНИКОВЫХ СТАНЦИЙ БЕЛАРУСИ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ**

*канд. техн. наук, доц. Г.А. ШАРОГЛАЗОВА;
С.К. ТОВБАС; К.И. МАРКОВИЧ
(Полоцкий государственный университет)*

Представлен анализ возможности применения постоянно действующих спутниковых станций Беларуси для выполнения геодинамических исследований методом повторных геодезических измерений. Их расположение относительно основных тектонических разломов страны и технические возможности университета позволяют приступить к изучению региональных проявлений современных движений земной коры.

Введение. В последние три десятилетия при изучении современных движений земной коры (СДЗК) спутниковые GPS/GNSS наблюдения заняли ведущее положение в методе повторных геодезических измерений. Результаты этих наблюдений, получаемые с помощью многочастотных спутниковых приемников, широко используются во всем мире при исследовании глобальных, региональных и локальных геодинамических явлений, включая и техногенные геодинамические полигоны. Созданная на земном шаре международная геодинамическая система (IGS) из постоянно действующих пунктов с открытой для исследователей информацией по результатам спутниковых наблюдений вносит неопценимый вклад в изучение вопросов тектоники плит, прогноза землетрясений и других природных катаклизмов, а также оценки их последствий.

Так, благодаря анализу двух циклов спутниковых наблюдений на пунктах международной геодинамической сети, выполненных до мощнейших землетрясений в окрестностях индонезийского острова Суматра, произошедших в апреле 2012 года, и после них, выявлено, что Индо-Австралийская литосферная плита раскололась, вследствие чего наблюдались сильные землетрясения не только в Азиатско-Тихоокеанском регионе, но и по всей Земле.

В работах [2; 3] продемонстрированы современные возможности использования результатов GPS/GNSS наблюдений исследователями геодинамических процессов. Ее авторы выполнили оценку деформаций земной коры в дальневосточном регионе, вызванных сильнейшим землетрясением, произошедшим 11 марта 2011 года в Тихом океане примерно в 70 километрах от побережья у северной оконечности японского острова Хонсю на стыке Северо-Американской и Тихоокеанской литосферных плит. Для определения количественных характеристик деформаций использовались данные Дальневосточной комплексной геодинамической GNSS-сети Дальневосточного Отделения Российской Академии Наук (ДО РАН), нескольких постоянно действующих GPS/GNSS станций на территории городов Владивостока и Артема, а также корейской GPS-сети и сети IGS. Все полученные данные за период с 1 по 18 марта 2011 года были проанализированы при помощи программного пакета BERNESSE 5.0 с целью определения деформаций земной коры в дальней от эпицентра зоне. Полученные результаты обработки показали, что землетрясение явилось причиной появления значительных деформаций земной коры на обширной территории, включая Корейский полуостров, северо-восточные районы Китая, а также Приморье и юг Хабаровского края. Величины смещений в континентальной части юга Дальнего Востока России достигают максимальных значений (около 4 см) на юге Приморья и уменьшаются к северу от него. GPS-станции, расположенные на территории Республики Корея, демонстрируют смещения пунктов в восточном (эпицентральном) направлении, увеличивающиеся по величине от 2...3 см в континентальной части, более удаленной от эпицентра землетрясения, до 4...5 см в островной части спутниковой сети, расположенной ближе к сейсмическому событию.

Косейсмические смещения северо-восточных районов Китая и территории Северной Кореи по данным станции CHAN (Чангчун) характеризуются величинами 2...4 см и юго-восточным простираанием векторов смещений.

Основная часть. По Государственным программам научных исследований Беларуси к 2013 году Полоцким государственным университетом приобретено 5 двухчастотных спутниковых приемников с антеннами R7 и R8, программное обеспечение (ПО) «BERNESE 5.2» по обработке длиннобазисных спутниковых измерений и ПО «Trimble Business Centre». Это является хорошим фундаментом для организации исследований локальных и региональных геодинамических процессов. Кроме того, в рамках реализации Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2007–2010 годы (Указ Президента Республики Беларусь № 136 от 26.03.2007) в стране активно создается спутниковая сеть точ-

ного позиционирования (ССТП). На конец 2013 года система насчитывает 63 станции с главным пунктом в городе Минске (пункт ФАГС). В ближайшие два года планируется создать еще 36 постоянно действующих станций [4].

Из услуг, предоставляемых ССТП Беларуси для геодинимических исследований, полезным может оказаться доступ лицензированных пользователей к результатам непрерывных измерений на постоянно действующих пунктах (ПДП) в формате RINEX через интернет. Измерительная информация, собранная в течение недели, позволит определять взаимное положение ПДП с точностью первых миллиметров. При соответствующем выборе пунктов (согласно проекту смежные пункты располагаются на удалении друг от друга порядка 50...60 км), можно будет «опрашивать» тектонические разломы по горизонтальным смещениям от эпохи к эпохе.

С целью оценки взаимного расположения пунктов ССТП и тектонических разломов мы наложили схему этой сети [4] на карту проявления сейсмотектонических процессов на территории Беларуси [1] с сохранением масштаба изображения по совмещенным точкам Брест, Гродно, Витебск, Гомель. В результате получена схема расположения ПДП относительно линий разломов, представленная на рисунке.

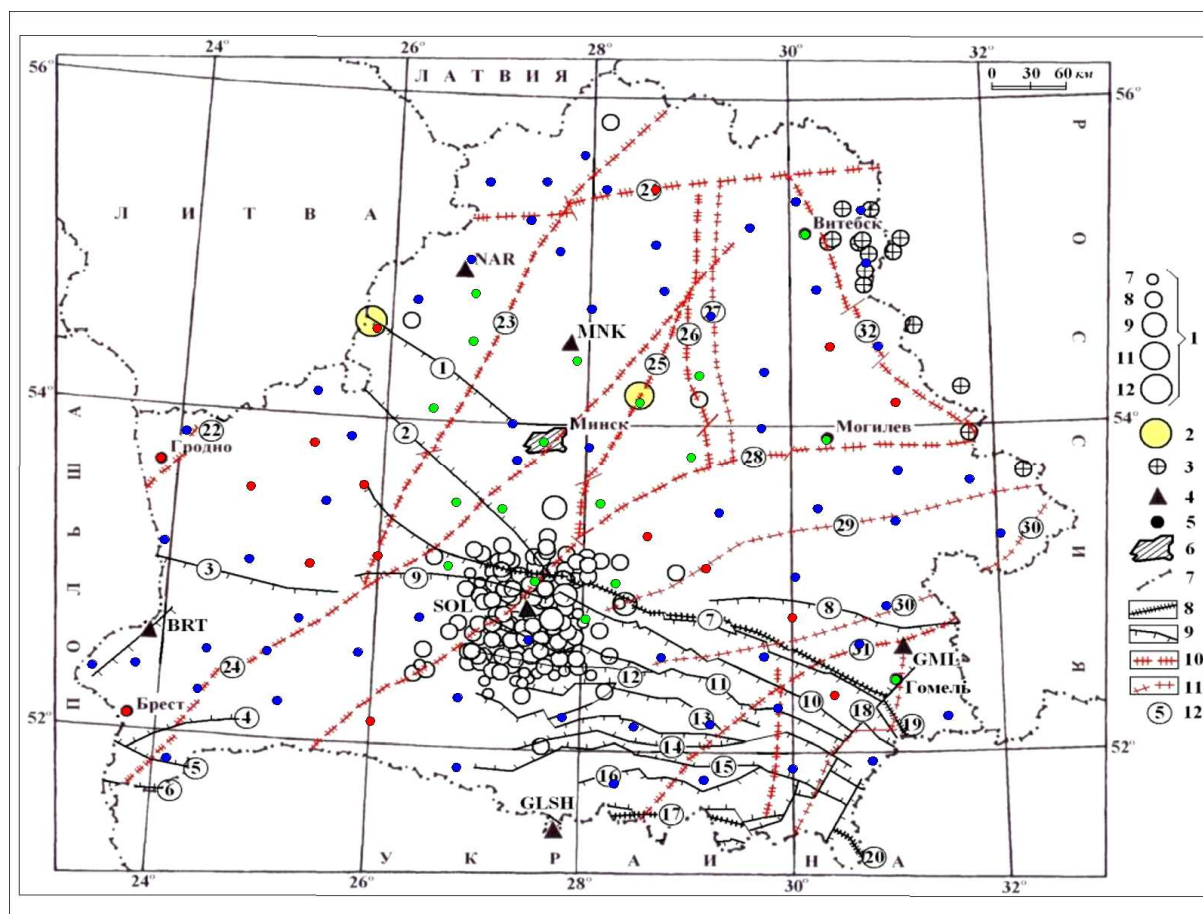


Схема расположения ПДП Беларуси относительно линий разломов:

- 1 – энергетический класс землетрясений; 2 – эпицентр исторического землетрясения; 3 – землетрясение по данным международных центров; 4 – сейсмическая станция; 5 – населенный пункт; 6 – город; 7 – государственная граница; разломы, проникающие в чехол: 8 – суперрегиональные, ограничивающие крупнейшие надпорядковые структуры; 9 – региональные и субрегиональные; разломы, не проникающие в чехол: 10 – суперрегиональные, разграничивающие крупнейшие области разного возраста переработки; 11 – региональные и субрегиональные; 12 – названия разломов: 1 – Опшмянский; 2 – Налибокский; 3 – Свислочский; 4 – Дивинский; 5 – Северо-Ратновский; 6 – Южно-Ратновский; 7 – Северо-Припятский; 8 – Суражский; 9 – Ляховичский; 10 – Речицкий; 11 – Червонослободско-Малодушинский; 12 – Копаткевичский; 13 – Шестовичский; 14 – Сколодинский; 15 – Наровлянский; 16 – Ельский; 17 – Южно-Припятский; 18 – Лоевский; 19 – Северо-Днепровский; 20 – Южно-Днепровский; 21 – Полоцкий; 22 – Лосто-Коский; 23 – Кореличский; 24 – Выжевско-Минский; 25 – Борисовский; 26 – Чашникский; 27 – Бешенковичский; 28 – Стоходско-Могилевский; 29 – Кричевский; 30 – Чечерский; 31 – Пержанско-Симоновичский; 32 – Витебский

Примечание. Зеленым и синим кружком обозначены ПДП существующие; красным – проектируемые.

Как следует из рисунка, постоянно действующие пункты ССТП расположены достаточно равномерно по всей территории Беларуси и по разные стороны тектонических разломов. Следовательно, информация с этих пунктов может быть использована для исследования активности разломов, а также тектонических структур страны.

Более детальный анализ взаимного расположения линий тектонических разломов и пунктов ССТП представлен в таблице.

Анализ взаимного положения линий разломов и пунктов ССТП

№ п/п	Название разлома	От створа между населенными пунктами	До створа между населенными пунктами	Опрос разлома
1	Ошмянский	Плещеницы – Заславль	Свирь – Островец	полностью
2	Налибокский	Марьина Горка – Слуцк	Ивье – Воложин	полностью
3	Свислочский	Зельва – Ивацевичи	Скидель – Большая Берестовица	частично
4	Дивинский	Пружаны – Кобрин	Брест – Малорита	частично
5	Северо-Ратновский	Брест – Малорита	Малорита – Кобрин	полностью
6	Южно-Ратновский	–	–	не опрашивается
7	Северо-Припятский	Осиповичи – Октябрьский	Речица – Буда-Кошелево	полностью
8	Суражский	Жлобин – Бобруйск	Жлобин – Чечерск	полностью
9	Ляховичский	Новогрудок – Барановичи	Слуцк – Старобин	полностью
10	Речицкий	Старые Дороги – Любин	Речица – Хойники	полностью
11	Червонослободско-Малодушинский	Слуцк – Старобин	Речица – Лоев	полностью
12	Копаткевичский	Старобин – Лунинец	Житковичи – Октябрьский	полностью
13	Шестовичский	Житковичи – Старобин	Октябрьский – Калинковичи	полностью
14	Сколодинский	Житковичи – Лельчицы	Речица – Хойники	полностью
15	Наровлянский	Житковичи – Лельчицы	Речица – Хойники	полностью
16	Ельский	Житковичи – Лельчицы	Калинковичи – Ельск	полностью
17	Южно-Припятский			не опрашивается
18	Лоевский	Речица – Гомель	Хойники – Лоев	полностью
19	Северо-Днепровский	–	–	не опрашивается
220	Южно-Днепровский	–	–	не опрашивается
221	Полоцкий	Новополоцк – Ушачи	До границы Республики Беларусь	частично
222	Лосто-Коский	Поречье – Щучин	Гродно – Скидель	частично
223	Кореличский	Россоны – Верхнедвинск	Щучин – Дятлово	полностью
224	Выжевско-Минский	Кобрин – Каменец	Шумилино – Сенно	полностью
225	Борисовский	Лепель – Новолукомль	Марьина Горка – Узда	полностью
226	Чашникский	Новополоцк – Шумилино	Толочин – Крупки	полностью
227	Бешенковичский	Новополоцк – Шумилино	Толочин – Крупки	полностью
228	Стоходско-Могилевский	Горки – Кричев	Дрогичин – Пинск	полностью
229	Кричевский	Кричев – Костюковичи	Старые дороги – Октябрьский	полностью
330	Чечерский	Чечерск – Ветка	Калинковичи – Октябрьский	частично
331	Пержанско-Симоновичский	Чечерск – Ветка	Лельчицы – Ельск	полностью
332	Витебский	Городок – Сураж	Горки – Дубровно	частично

Заключение. Положение пунктов Белорусской ССТП в целом благоприятствует применению результатов измерений на них для геодинамических исследований вплоть до составления модели площадного распространения деформаций земной коры по всей территории страны и их развития во времени. Однако нельзя не отметить, что пункты IGS проходят специальную сертификацию прежде всего на качество центров, которые должны максимально гарантировать свою устойчивость к влияниям нетектонического характера: сезонным колебаниям грунта, деформациям зданий, различным техногенным воздействиям и т.д. Пункты Белорусской ССТП вряд ли пройдут такой отбор, так как они расположены в основном на зданиях. Однако технический потенциал, имеющийся в Полоцком университете, позволяет оценить качество их закладки, качество результатов наблюдений на них и возможность их широкого применения в геодинамических исследованиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аронова, Т.И. Особенности проявления сейсмотектонических процессов на территории Беларуси / Т.И. Аронова // Литосфера. – 2006. – № 2(25). – С. 103–110.
2. Крупномасштабные деформации земной коры в Восточной Азии, вызванные японским землетрясением 11 марта 2011 года ($m_w=9.0$), по данным GPS измерений / Н.В. Шестаков [и др.] // Геологические процессы в обстановках субдукции, коллизии и скольжения литосферных плит: материалы Всерос. конф. с международным участием, Владивосток, 20–23 сент. 2011 года. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – С. 449 – 451.
3. Present tectonics of the southeast of Russia as seen from GPS observations / N.V. Shestakov [et al.] // Geophys. J. Int., 184(2). – 2011. – P. 529–540.
4. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.geo.by/ru/for-organizations/precise-positioning-service>.

Поступила 28.10.2014

TO A QUESTION OF USING OF THE BELARUS CONSTANT-OPERATING SATELLITE STATIONS AT STUDYING OF MODERN MOVEMENTS OF THE EARTH CRUST

G. SHAROGLAZOVA, S. TOVBAS, K. MARKOVICH

In work the analysis of possibility of application of the Belarus constant-operating satellite stations for performance of geodynamic researches by a method of repeated geodetic measurements is given. Their arrangement concerning the basic tectonic breaks of the country and technical possibilities of university allow to start studying of regional displays of modern movements of the earth crust.