

й об'єктивного економічного оцінювання земельних ділянок сільськогосподарського призначення.

Отже, у системі кадастрів фундаментальним геоінформаційним (базовим) блоком є природний (ландшафтний) блок; в умовах суцільної техногенної трансформації та порушення ландшафтів України у системі кадастрів земельних ресурсів необхідно виділити природно-техногенний блок.

UDC: 004.942:528.2/3

DOLHI P.S.

Polotsk state university

DEVELOPMENT OF MAPS OF RECENT EARTH'S CRUST MOVEMENTS ON THE TERRITORY OF BELARUS BASED ON REPEATED GNSS OBSERVATIONS

Робота присвячена дослідженню геодинамічних явищ на території Білорусі. Використано дані повторних ГНСС-спостережень на постійно діючих пунктах. Обробка виконана в програмі Trimble Business Center і за допомогою скриптів на мові програмування python.

Keywords: geodynamics, GNSS-observations, repeated observations, GIS, deformation components.

The research is carried out within the framework of the PhD-students grant of the Ministry of Education Of the Republic of Belarus for 2020.

The grant funds were used to purchase data from repeated GNSS observations from Belarusian Precise Positioning Satellite Network stations: 1560 files in RINEX format 2.10, duration time of 6 hours and 15 seconds discreteness.

Data processing was performed in Trimble Business Center 3.5 (software application) and implied calculation of slope distances between stations and corresponding ellipsoidal distances for different epochs.

For the sake of research performing convenience in the QGIS environment polygons of interest were picked out, within which the baselines of the GNSS network intersect active crust fractures, previously identified by the results of various studies [1,4], main pipelines; mining areas, complex engineer constructions like electric power plants.

For the module development, the Python language (version 3.8, jupyter interactive developer environment) was used.

Horizontal line lengths are calculated from rectangular coordinates and slope distances are computed from conventional terrestrial reference system.

Triplets of baselines with common starting and ending points are found by the programme followed by the subsequent check, whether any station falls inside the triangle, excluding the stations lying at the vertices. Using the obtained coordinates of the vertices triangle, an object of the custom Triangle class is created.

After the correspondence between baselines and triangles in different epochs is acquired using N.P. Esikov's formulae the baselines slope distances differences and triangle deformation components are computed by the program: dilatation Q , utmost shift γ_m , maximum E_1 and minimum E_2 stretching and its directions φ_{E1} , φ_{E2} [2].

The shapefile of triangles is produced with the means of the python library "Pyshp", which allows one to write shapefiles supported by all modern GIS. The coordinates of the stations forming a triangle are taken as the geometry alongside with a field for each deformation component added to the attribute table. The meaning of the direction "max" or "min" is written in a separate text field. Next, dilatation isolines and maps are arranged using standard QGIS tools.

In general, high activity with maximum values is revealed in Kalinkovichi - Svetlogorsk - Rechitsa, Svetlogorsk - Zhlobin - Rechitsa, Khoyniki - Loev - Rechitsa, Dobrush - Loev - Rechitsa triangles (North-Pripyatsky, Rechitsky, Loevsky fractures) for the Gomel polygon. In the transition from 2018 - 2019 to 2019 - 2020, dilatation value of the most active triangles changes its sign.

The Zhitkovichi polygon is characterized by low activity as compared to the Gomel one. The Luninets - Starobin - Zhitkovichi and Zhitkovichi - Petrikov - Lyuban triangles exhibits activity in 2015-2016 with approximate dilatation of $-3.8 \cdot 10^{-8}$. In subsequent epochs, the dilation gradually changes sign and becomes positive. The dilation is positive for the entire polygon area in 2018-2020.

The Brest polygon is characterized by a sufficiently high activity. Dilation changes sign for all triangles in 2017 - 2018. The sign of dilatation of eastern triangles (Kobrin - Bereza - Drogichin, Birch - Drogichiin - Telekhany, Bereza - Ivatsevichi - Telekhany, Drogichin - Telekhany - Pinsk) recovers to negative for the second time in 2018 - 2020. It can be assumed that this activity is pertained to Kamenetsky, Lyakhovich, Berestovitsky fractures (figure).

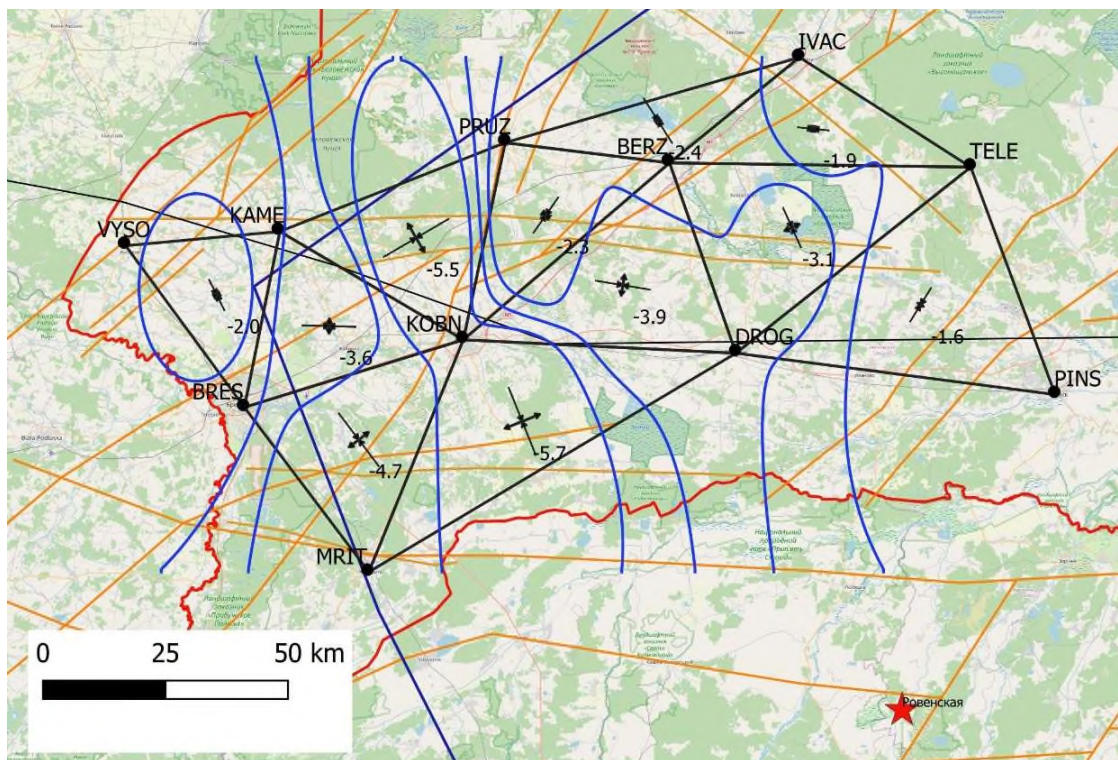


Fig. An example of dilatation, maximum and minimum stretching allocation map for the Brest polygon and 2016 – 2017 epoch.

The Ostrovets polygon turns out to be the most active of those considered. The value of the dilatation of the triangles crossed by the Oshmyany fracture reaches 2 in 2017-2019. Certain concerns may arise considering the fact that Belarusian NPP is found in the deformations active zone. However, it should be taken into account that the NPP lies away from fracturings. In the event of active blocks of the earth's crust shift the entire site of the nuclear power plant will move, resulting in no destruction. In addition, the NPP is designed with a major margin of seismic strength.

In general, the Polotsk test site is characterized by low activity, other than apart from Beshenkovichi - Vitebsk - Liozno, Liozno - Vitebsk - Gorodok, Gorodok - Vitebsk - Obol triangles. The activity is supposed to be concerned with Rudnyansky and Vitebsky fractures.

It is known from the literature [3] that geodetic methods make it possible to determine the components of deformations greater than $1 \cdot 10^{-6}$. In this research, all the values are about $10^{-7} - 10^{-8}$.

On the basis of the tables of slant ranges differences, one can state that the deformation values are much less than the accuracy of distance measurements carried out by the GNSS method. In general, the research provides the real picture of modern movements of the earth's crust on the territory of Belarus. The Gomel polygon, crossed with young fractures in the central part of the Pripyat trough, shows more activity as compared to Zhitkovichi, Polotsk, Brest polygons. The Ostrovets polygon stands out with its largest absolute dilatation values. To check these values, further research is necessary alongside with more profound accuracy of the initial data evaluation.

References

1. Gubin V.N., Kovalyov A.A. Kosmicheskaya geologiya Belarusi. Minsk: Lazurak, 2008. – 120 p. (in Russian)
2. Esikov N.P. Opredelenie deformatsij zemnoj poverhnosti po neposredstvenno izmerennym elementam geodezicheskikh setej. – Book: Sovremennye dvizheniya i deformatsii zemnoj kory na geodinamicheskikh poligonah. – Moscow.: Nauka, 1979. – 152 p. (in Russian)
3. Sharoglazova G.A. [etc.] Instrumental'nye issledovaniya sovremennoj geodinamiki v Polockom regione // Vestnik Polockogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya F. Stroitel'stvo. Prikladnye nauki. - 2015. - № 16. - P. 153-155. (in Russian)
4. Sharoglazova, G.A. Primenenie geodezicheskix metodov v geodinamike : ucheb. posobie / Galina Aleksandrovna Sharoglazova. - Novopolock: PSU, 2002. - 192 p. : ill.

УДК 332.36

КОМАРОВ Д.Ю., асистент

Білоцерківський національний аграрний університет

БЕЗПЛОТНІ ЛІТАЛЬНІ АПАРАТИ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

У роботі здійснено аналіз складу та призначення основного обладнання і корисного навантаження безпілотного літального апарату. Зокрема, звертається увага на основні вимоги, які сьогодні ставляться до безпілотного літального апарату.

Ключові слова безпілотний літальний апарат, аерофотознімання, маршрут, оператор, система автоматичного управління.

Розвиток сучасних і перспективних технологій дозволяє сьогодні безпілотним літальним апаратам успішно виконувати функції, які у минулому виконувалися іншими засобами. [1]. Широке застосування знайшли безпілотні літальні апарати, призначені для автоматизованого моніторингу розвідки, загального навколишнього середовища, поверхні і т. д. Управління польотом безпілотного літального апарату здійснюється дистанційно з наземного пункту по радіоканалу або з допомогою системи автоматичного управління (САУ).

Безпілотні літальні апарати використовують для аерофотозйомки, тому доцільним є підвищення якості робіт. Зокрема, необхідно використовувати багатофункціональну бортову радіолокаційну систему для безпілотного літального апарату, яка допоможе покращити якість зображення простору. Продуктивність цифрової камери при аерофотозніманні виражається в необхідній кількості знімків на один кілометр квадратний (кв. км) території. Висока продуктивність буде у камери з меншою кількістю знімків на кв. км.

Для розрахунку кількості знімків на один кв. км. необхідно обчислити оптимальну відстань між маршрутами аерофотозйомки і центрами фотографування (ц. ф.) на маршруті. Відстань між маршрутами аерофотозйомки і ц. ф. на маршруті розраховується з урахуванням точності GPS навігації і особливостей пілотування безпілотного літального апарату. Параметри утримання літака на маршруті наступні:

- поперечне зміщення від осі маршруту ± 10 м;
- утримання безпілотного літального апарату на запроєктованій висоті ± 15 м;
- відстань від центру запроєктованого фотографування до точки спрацьовування затвора фотоапарата ± 5 м;
- зміна кута крену безпілотного літального апарату на маршруті між двома знімками 10° ;
- зміна кута тангажа безпілотного літального апарату на маршруті між двома знімками 6° .

Оцінка якості аерофотозйомки дозволяє використовувати безпілотні літальні надлегкі апарати як повнофункціональні комплекси. Аерофотозйомки в реальному часі дозволяють уникнути повторних виїздів на відзняті ділянки.

Також досить важливим постає дистанційне керування безпілотним літальним апаратом. Дистанційне керування полягає в передачі по командній радіолінії завдань для виконавчих механізмів. Система дистанційного керування відповідає за планування польотного завдання, формування команд управління для системи автоматичного управління при зміні