

Создание карт современных геодинамических процессов на территории Ханты-Мансийского автономного округа

Creation of maps of modern geodynamic processes on the territory of Khanty-Mansiysk autonomous district



УДК 528

Чистогова Виктория Александровна,

студентка кафедры МДГиГИС, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь

Богданец Евгений Сергеевич,

старший преподаватель кафедры МДГиГИС, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь

Chistogova V.A.,

chistogova.viktoria@yandex.ru

Bogdanets E.S.,

59ru@inbox.ru

Аннотация: В статье выполняется построение карт современных геодинамических процессов на основе наиболее оптимальной модели кинематики для данного региона. Оптимальная модель определена с помощью сравнения данных об измеренных скоростях тектонических плит с вычисленными с помощью математических моделей. Сравнение производилось с помощью МНК (метод наименьших квадратов). Так же в ходе исследования построена карта направления скоростей горизонтальных перемещений тектонической плиты. С помощью данных карт возможно вносить поправки в измерения базовых GNSS станций, что даст возможность уменьшить общую погрешность измерений.

Summary: The article performs the construction of maps of modern geodynamic processes based on the most optimal kinematics model for this region. The optimal model is determined by comparing the data on the measured speeds of tectonic plates with those calculated using mathematical models. The comparison was made using the least squares method. Also during the study, a map of the direction of the velocities of the horizontal movements of the tectonic plate was constructed. Using these maps, it is possible to make corrections to measurements of base GNSS stations, which will make it possible to reduce the overall measurement error.

Ключевые слова: ГНСС, базовая станция, Plate Motion Calculator, UNAVCO, позиционирование высокой точности.

Keywords: GNSS, Plate Motion Calculator, UNAVCO, Precise Point Positioning, PPP.

Как известно внешняя оболочка Земли состоит из нескольких тектонических плит, которые движутся относительно друг друга. Скорости этих движений могут достигать нескольких сантиметров в год [1].

Тектоника плит дает возможность охарактеризовать динамику движения тектонических структур направлением и скоростью. Современные методы геодезические методы позволяют в кратчайшие сроки и с необходимой точностью не только определять направление и скорость движений, но и с помощью данных характеристик рассчитать тектонические деформации на границах, определяемых или смоделированных блоков земной коры.

На сегодняшний день благодаря технологии GNSS измерений возможно фиксировать скорости движений с точностью до 0,5 мм/год, и даже за относительно короткий срок собрать данные о скоростях и направлениях движения точек на поверхности Земли с достаточно малой погрешностью.

Для описания кинематики тектонических плит разработано большое количество моделей кинематики плит, построенных по геологическим, геофизическим и геодезическим данным. Но стоит отметить, что ни одна из существующих моделей не является совершенной, они отличаются количеством плит и оценками скоростей.

В связи с тем, что методы космической геодезии на территории нашей страны на данный момент пока представлены крайне редкими сетями базовых станций, а территория нашей страны имеет достаточно большую протяженность, возникает необходимость уточнения параметров кинематики тектонических плит в конкретном регионе.

Исследуемый регион располагается на территории Западно-Сибирской плиты, в свою очередь являющейся частью более крупной Евразийской плиты, на которой находится большая часть нашей страны. Для Евразийской плиты характерна разная интенсивность современных тектонических движений. Поэтому, при проведении высокоточного геодинамического мониторинга, важно учитывать влияние тектонических движений в конкретной области. Современное деформирование земной коры в данной области определяется силами, вызванными движениями Индийской и Евразийской тектонических плит и столкновением блоков земной коры на востоке с массивными платформами Сибири. Исходя из всего вышесказанного, возникает необходимость создания карт современных геодинамических процессов в исследуемом регионе.

Смещения тектонических плит лучше всего учитывать, имея максимально точную модель кинематики плиты (в данном исследовании Евразийской плиты). На сегодняшний день наиболее известными моделями Евразии являются геолого-геофизическая модель NNR-Nuvel-1a и модель APKIM2000, построенная по GPS данным всех постоянных станций Евразии на момент 2000 года. [2]

Также ранее было выполнено исследование, представленное в научной статье «Уточнение параметров кинематики литосферных плит в районе мониторинга» [3]. В данном исследовании на основе метода наименьших квадратов выполнялось сравнение скоростей движения тектонических плит, рассчитанных с помощью сервиса Plate Motion Calculator [4] и измеренных с помощью GNSS станций, расположенных в исследуемом регионе. В качестве наиболее оптимальной модели сдвижения литосферных плит для Сургутского района Ханты-Мансийского автономного округа была выявлена модель APKIM 2000.

Поэтому создание карт современных геодинамических процессов производилось на основе данных кинематике плит, рассчитанных с помощью модели APKIM 2000.

Данная модель была создана в 1998 г. Германом Древесом. Она построена по данным методов космической геодезии VLBI (Very Long Baseline Interferometry), GPS (Global Positioning System), SLR (Satellite Laser Ranging). Расчеты проведены для 12 плит [5].

На территории Ханты-Мансийского автономного округа была создана сетка точек 100×100 км. В каждой точке с помощью сервиса Plate Motion Calculator были рассчитаны скорости движений земной коры для рассматриваемой модели APKIM 2000. Рассчитывались вертикальные и горизонтальные составляющие скоростей. По полученным скоростям были построены карты, представленные на рисунках 1-2.

Из рисунка 1 видно, что в поле векторов скоростей горизонтальных движений выделяются главный юго-восточный тренд увеличения скоростей. Наличие такого тренда можно объяснить тем что в южной части происходит столкновение Западно-Сибирской платформы с салаиридами Кузнецкого Алатау и Восточного Саяна. Рисунок 2 в свою очередь характеризует вертикальные перемещения в данном регионе. Увеличение вертикальных скоростей наблюдается в западной части региона.

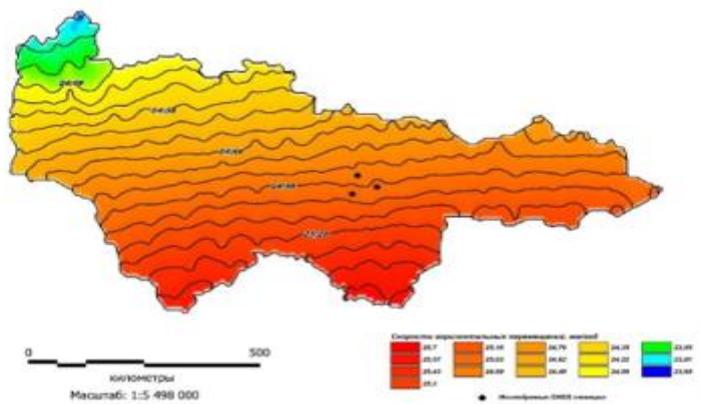


Рисунок 1. Карта скоростей горизонтальных перемещений тектонической ПЛИТЫ

Комплексный анализ данных рисунков 1-3 показывает, что северо-восточное направление движения точек полигона, наблюдаемое на большей части исследуемой территории, меняется на восточное в юго-восточной части региона, причем скорость пунктов увеличивается также на юго-востоке региона.

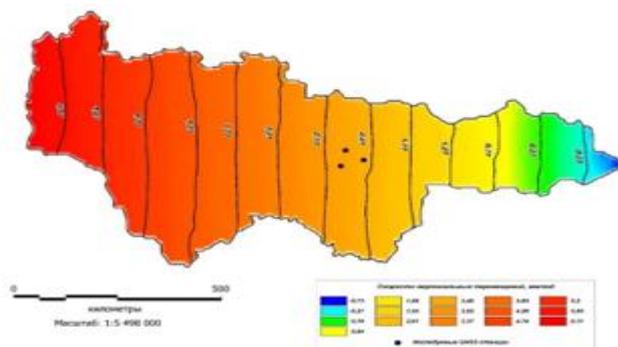


Рисунок 2. Карта скоростей вертикальных перемещений тектонической ПЛИТЫ

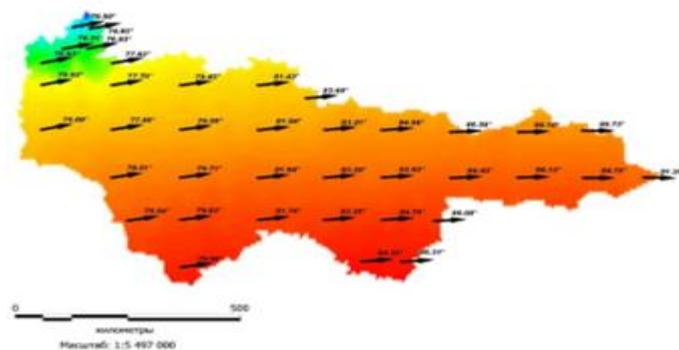


Рисунок 3. Карта направления скоростей горизонтальных перемещений тектонической ПЛИТЫ

Таким образом можно сделать вывод, что при оценке экологических, социальных и экономических рисков развития крупных городов и техногенного освоения территорий, где

производится интенсивная добыча полезных ископаемых, необходимо иметь информацию о величинах и типах современных тектонических деформаций земной коры для внесения поправок. В ходе данного исследования были построены карты современных геодинамических процессов для Ханты-Мансийского автономного округа. Данные карты, основанные на наиболее подходящей модели кинематики, для данного региона, возможно использовать для внесения поправок в измерения при различных видах высокоточного мониторинга. Но стоит также отметить, что данная модель не является совершенной и не может полностью описать кинематику региона. Для получения более точной модели кинематики необходимо большее число базовых станций, а также продолжительные результаты наблюдений. Поэтому на данном этапе развития сети базовых станций на территории данного региона, наиболее оптимально использовать математические модели.

Список использованной литературы

1. Спесивцев А.А. Разработка методики учета сезонных геодинамических эффектов с использованием данных о гравитационном поле Земли: Дис канд. техн. наук. – Москва, 2017г. – 110 с.
2. Тимофеев В.Ю. Об унаследовании движений сибирской платформы (GPS и палеомагнитные данные) / В.Ю. Тимофеев, Д.Г. Ардюков, А.Ю. Казанский, Д.В. Метелкин, Е.В. Бойко, В.Ю. Брагин // Гео-Сибирь: — 2008. — №2 Том 3. – С.279-284
3. Чистогова В.А. Определение параметров движения литосферных плит в районе мониторинга / В.А. Чистогова, Е.С. Богданец // Master's journal: — 2019. — №1 – С. 57-61.
4. Plate Motione Calculator [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.unavco.org/software/geodetic-utilities/plate-motion-calculator/plate-motion-calculator.html>
5. Geodesy for Planet Earth: Proceedings of the 2009 IAG Symposium, Buenos Aires, Argentina, 31 August 31 — 4 September 2009 [Электронный ресурс]. – URL: https://books.google.ru/books?id=XwYWcXVIXGkC&dq=APKIM2000&hl=ru&source=gbs_navlinks_s