

НАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОТСЧЕТОВ (NSRS22) США И ИХ ВЛАДЕНИЙ

В.Л. Кашин (27 ЦНИИ МО РФ)

В 1969 г. окончил оптико-механический факультет МИИГАиК по специальности «оптико-механические приборы». После окончания института проходил службу в рядах Вооруженных сил СССР и РФ. В настоящее время — старший научный сотрудник Научно-исследовательского центра топогеодезического и навигационного обеспечения (до 2011 г. — 29 НИИ МО РФ) 27 ЦНИИ МО РФ. Кандидат технических наук.

Основой Национальной системы пространственных отсчетов 2022 г. (NSRS22 — National Spatial Reference System) США является ее непосредственная увязка с эпохами получения геопространственных данных, лучшее согласование со Всемирной геодезической системой координат 1984 года WGS-84, новая номенклатура гравитационных моделей Земли для США и их тихоокеанских владений [1].

Об этом в 2007 г. объявила Национальная геодезическая служба NGS (National Geodetic Survey) Национального агентства исследований атмосферы и океанов NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) в своем 10-летнем плане по замене в США двух национальных геодезических датумов: Североамериканской системы координат 1983 г. NAD83 (North American Datum) и Североамериканской системы высот NAVD88

Погрешности североамериканских датумов

Технологии	Датумы	Годы	Погрешность, м
Наземные (пассивные)	NAD27	1927–1986	10
	NAD83 (86)	1986–1990	1,0
	NAD83 (199x)	1990–2007	0,1
ГНСС (активные)	NAD83 (2007)	2007–2011	0,01
	NAD83 (2011)	2011–2022	0,01

(North American Vertical Datum of 1988) на новую систему NSRS22 [2].

Она дополнительно включает геопотенциальные датумы Северной Америки и Тихого океана NAPGD2022 (North American-Pacific Geopotential Datum) и наземные системы отсчета TRF (Terrestrial Reference Frame) США и их внешних владений. При реализации NSRS22 NSG уже связывает геодезические координаты с эпохами их фактического получения по непрерывно поступающим данным с постоянно действующих станций CORS (Continuously Operating Reference Station) приема сигналов с космических аппаратов глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), рис. 1 (источник: <http://www-scenc.usc.edu/scign/images.html>).

Непрерывный (активный) прием навигационных сигналов на станциях CORS позволяет оперативно выявлять недостоверные геодезические данные и игнорировать их. При эпизоди-

ческом (пассивном) получении таких данных с помощью обычных геодезических приборов это можно делать лишь в процессе постобработки измерений, что, несомненно, сказывается на достоверности и точности геодезических определений (см. таблицу) [3].

Повышение точности геодезических измерений позволяет уточнять величины геодезических смещений Североамериканской тектонической плиты, которые уже привели к тому, что совпадающие ранее опорные эллипсоиды 1980 г. (GRS80 — Geodetic Reference System) систем отсчета NAD83 и международной (ITRF) перестали совпадать.

Это рассогласование порядка 2,5 м в NSRS22 будет устранено, а система пространственных отсчетов охватит четыре разобщенные области вокруг территориальных владений США и включит:

— Североамериканскую наземную систему отсчета 2022 г. NATRF2022, заменяющую NAD83 (2011);



Рис. 1

Постоянно действующая станция CORS

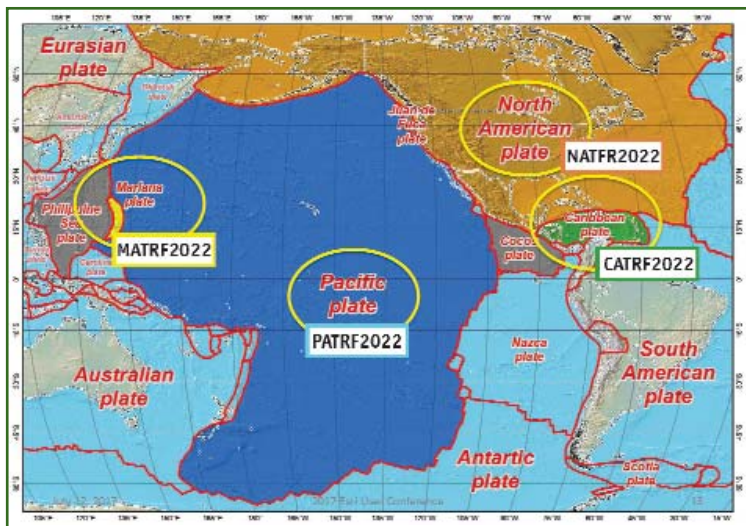


Рис. 2
Положение тектонических плит тихоокеанского региона

— Тихоокеанскую наземную систему отсчета 2022 г. PATRF2022, заменяющую PA11;

— Марианскую наземную систему отсчета 2022 г. MATRF2022, заменяющую NAD83 (MA11);

— Карибскую наземную систему отсчета 2022 г. CATRF2022, выделенную из NAD83 (2011) [3, 4].

Все эти системы отсчета привязаны к одноименным тектоническим плитам (рис. 2) [4].

Многолетние геодезические исследования показали, что Североамериканская тектоническая плита смещается со средней скоростью 10 мм в год с явно выраженной систематической радиальной составляющей относительно так называе-

мого полюса Эйлера (рис. 3) [4].

Схема учета координатных поправок с использованием параметров полюса Эйлера (EPP Euler Pole Parameters), которые описывают смещения Североамериканской тектонической плиты, представлена на рис. 4 [5].

На рис. 5 цветом выделены приблизительные значения поправок, которые необходимо вносить в эллипсоидальные координаты контуров и точек при переходе от NAD83 к NSRS22 [6].

К Североамериканской наземной системе отсчета 2022 г. NATRF2022 будет привязана и геопотенциальная модель 2022 года GM2022, имеющая ограни-

ченное разрешение. Она, в отличие от не объединенных в единое целое региональных наземных систем отсчета, займет пространство от 170 до 350 градусов восточной долготы и от 10 до 190 градусов западной долготы (рис. 6) [4, 5].

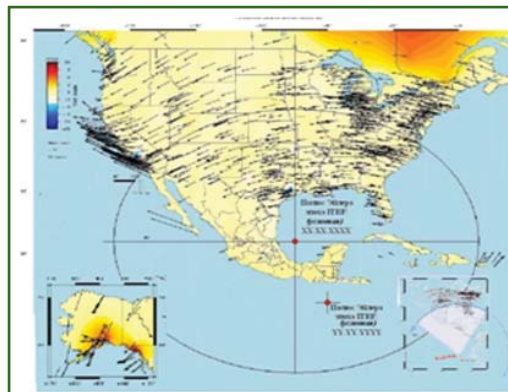


Рис. 3
Направления смещений контуров Североамериканской тектонической плиты

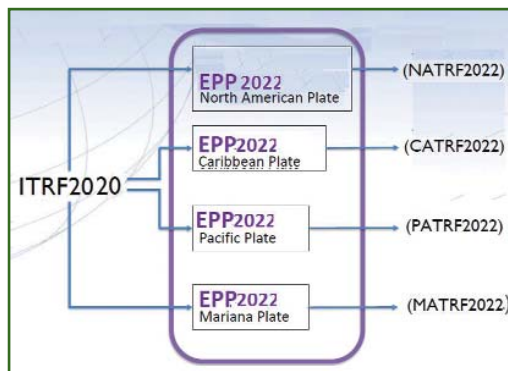


Рис. 4
Схема коррекции наземных систем отсчета разобренных территорий США

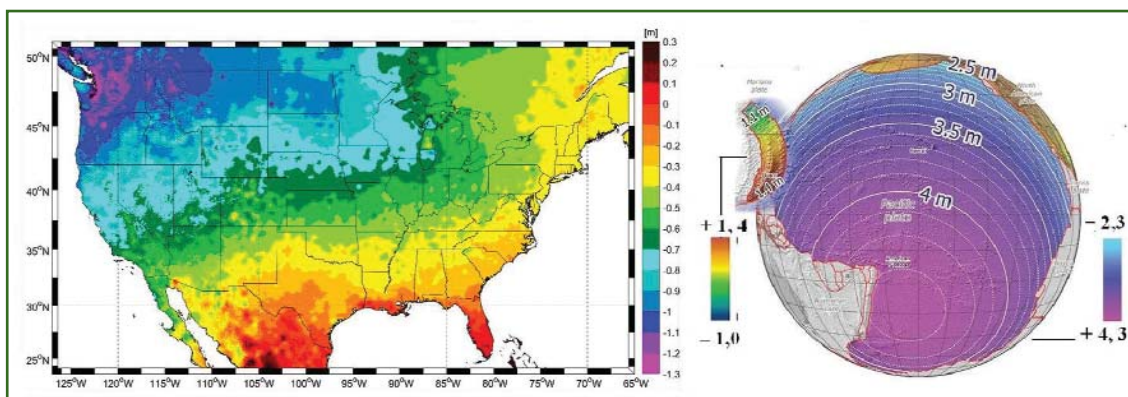


Рис. 5
Поправки в устаревшие геодезические координаты



Рис. 6
Местоположение
геопотенциальной модели
GM2022

Кроме того, в геопотенциальные данные Северной Америки и Тихого океана на 2022 г. (NAPGD22) вошли:

- модель геоида GEOID22;
- модель уклонений отвесных линий DEFLEC22;
- модель силы тяжести на земной поверхности GRAV22.

Эти модели имеют высокое разрешение и привязаны к тектоническим плитам: Североамериканской, Гуама и Американского Самоа [6].

С 2019 г. Служба мониторинга геоидов GeMS (Geoid Monitoring Service), созданная по инициативе Национальной геодезической службы NOAA, формирует перечисленные выше модели на базе ранее разработанных экспериментальных моделей:

- динамической глобальной геопотенциальной модели

xDGGM (Dynamic Global Geopotential Model);

- модели динамического геоида xDGEOID (Dynamic Geoid Model);

- высотной модели для проверки динамических отклонений с компонентами Север-Юг и Восток-Запад xDDEFLEC (Dynamic Deflection of the Vertical Model);

- модели динамической гравитации xDGRAV (Dynamic Gravity Model);

- цифровой динамической высотной модели xDDEM (Dynamic Digital Elevation Model).

Модели, созданные по материалам космических гравитационных съемок эксперимента по изучению гравитации и климата GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment), корректируются по данным воздушных и наземных гравиметрических съемок общей площадью 15,6 млн км² при реализации производственного проекта GRAV-D (Gravity for the Redefinition of the American Vertical Datum). Погрешности определения формы геоида составляют 1 см и лучше, а погрешности определения ортометрических высот — 2 см [6].

Ориентировочные величины поправок в ортометрические высоты отображены на рис. 7 [4].

Объемы геопространственных данных, которые необходимо не только обрабатывать, но и пре-

образовывать, оцениваются экзобайтами (квинтиллионами байт — 10¹⁸), и эти объемы постоянно увеличиваются по мере накопления измерительной информации. Такое накопление данных требует больших финансовых затрат, к тому же с 2017 г. у NGS появились кадровые и технологические проблемы, и она отложила внедрение NSRS22 на 2025 г., оставив прежним наименование этого проекта.

В целом, введение Национальной системы пространственных отсчетов NSRS затронет технические, образовательные, коммуникационные, законодательные и программные аспекты геоинформационного обеспечения США, Канады и Мексики, геодезические службы которых сотрудничали с Национальной геодезической службой NOAA.

Внедрение NSRS22 в практику позволит использовать на всех территориях США единую национальную систему координат 2022 г., а именно, SPCS22 (State Plane Coordinate System), что должно стандартизовать региональные координатные системы федеральных территорий США.

▼ Список литературы

1. The National Geodetic Survey Strategic Plan 2019–2023 Positioning America for the Future National, 2018.
2. Ten-Year Plan Mission, Vision, and Strategy 2008–2018. The National Geodetic Survey, 2008.
3. New Datums Are Coming in 2022 Connecticut GIS Network Spring Meeting. March 23, 2018.
4. William Stone. Modernizing the National Spatial Reference System Southwest Region. ASCEP pipelines conference. NOAA's National Geodetic Survey. Aug. 6–9, 2017.
5. Dan Martin. New Geometric Datums. New York State Association of Professional Land Surveyors. January 28, 2022.
6. Dru Smith. How to Transition to the 2022 National Coordinate System Without Getting Left Behind Modernizing the National Spatial Reference System. NOAA's National Geodetic Survey, 2020.

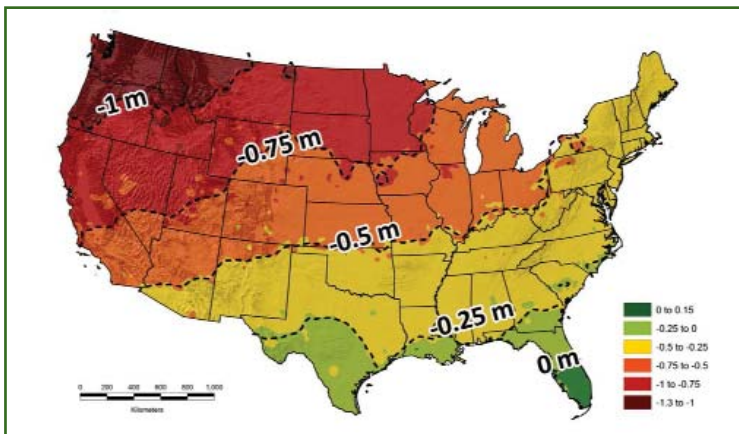


Рис. 7
Поправки в ортометрические высоты