

СИСТЕМЫ КООРДИНАТ И СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА В ГЕОДЕЗИИ, ГЕОИНФОРМАТИКЕ И НАВИГАЦИИ

В.И. Кафтан (ЦНИИГАиК)

В 1971 г. окончил Московский топографический политехникум (в настоящее время — Московский колледж геодезии и картографии), затем — геодезический факультет МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». Более 35 лет работает в системе Роскартографии. С 1990 г. работает в ЦНИИГАиК, в настоящее время — заведующий лабораторией спутниковой геодезии и геодинамики. Доктор технических наук.

▼ Общие понятия и определения

В настоящее время в российском геоинформационном сообществе такие разные понятия и даже объекты, как СК-42, СК-95, ПЗ-90, WGS-84, EUREF, ITRS, ITRF и другие многими специалистами и исследователями именуются «системами координат». В то же время в международной терминологии они являются принципиально различными, в ряде случаев — абстрактными и математическими, в других — реальными физическими.

В зарубежных официальных документах (например, в рекомендациях Международной ассоциации геодезии IAG или международных стандартах ISO), научных публикациях и технической документации по программному обеспечению и измерительной аппаратуре можно одновременно встретить такие специальные термины как:

— Coordinate system — система координат;

— (Coordinate) Reference system — (координатная) система отсчета;

— Reference frame — отсчетная основа.

Первое из этих понятий, как правило, не вызывает трудностей при переводе научно-технических текстов с английского языка на русский, но последние

два переводятся и трактуются неоднозначно. Достаточно часто эти качественно различные понятия в кругу специалистов по геодезии, навигации и геоинформатике отождествляются с термином «система координат».

Например, из уст специалистов можно услышать такое словосочетание как «система координат ITRF». В то время как International Terrestrial Reference Frame (ITRF) не является системой координат по определению ее создателей и авторов соответствующих международных рекомендаций [1, 2]. Мировая геодезическая система WGS-84 и ее отечественный аналог ПЗ-90 также, не только в обиходе, но и в официальных российских документах, именуется системами координат, несмотря на их более сложное и разнообразное содержание. Полное описание этих фундаментальных астрономических, физических, геодезических параметров и моделей, в составе которых имеются и системы координат, занимает не одну страницу. Изданы специальные официальные документы, раскрывающие содержание данных понятий. В аббревиатурах этих геодезических систем нет словосочетания «система координат». И если в разговорной речи, правильно подразумевая смысл, в какой-то мере позво-

лительно произносить «система координат ПЗ-90», то в официальных документах или в элементах разнообразного программного обеспечения такое смешение понятий недопустимо. Кроме того, жаргонное неточное толкование различных терминов не способствует нормальному взаимодействию специалистов тесно соседствующих друг с другом научных и технологических областей: геодезии, навигации, геоинформатики и многих других дисциплин, использующих геопространственную информацию.

В отечественном геодезическом и геоинформационном обиходе начинают использоваться выражения «референсная система координат» (в результате некорректного перевода термина «coordinate reference system»), «референсная станция» и др. В международном применении первый термин обозначает понятие «координатная система отсчета», а второй — «опорный (исходный) геодезический пункт», что не соответствует вкладываемому некоторыми специалистами смыслу и не способствует сохранению чистоты русского языка.

Рассмотрим более детально эти разные понятия: систему координат, систему отсчета и отсчетную основу в трактовке, представленной в официальных международных документах.

В международной практике применяется стандарт ISO 19111:2003 «Geographic information — Spatial referencing by coordinates», которому в части концептуальной схемы координатных систем отсчета и операций с координатами соответствует Российский национальный стандарт «Географические информационные системы. Координатная основа. Общие требования» ГОСТ Р 52572-2006.

Процитируем наиболее важные термины и определения, применяемые в данном документе [3]:

— Координатная основа: совокупность данных, обеспечивающих описание местоположения с использованием координат;

— Система координат (координатная система): набор математических правил, описывающих, как координаты должны быть соотнесены с точками пространства;

— Система координат проектиции: двумерная система координат, образованная в результате картографического проектирования;

— (Исходные) геодезические даты: набор параметров, описывающих связь координатной системы с Землей. Они определяют положение начала, масштаб и ориентировку осей системы координат по отношению к Земле;

— (Координатная) система отсчета: система координат, связанная с Землей исходными геодезическими датами;

— Составная система отсчета: описание местоположения с использованием двух независимых систем отсчета. Например, одновременное использование геодезических координат (широт и долгот) и нормальных высот пунктов;

— Геодезическая отсчетная основа (геодезическая основа): совокупность геодезических пунктов (или иных объектов — носителей

координат) и соответствующих значений координат;

— Операции с координатами: изменение координат пространственных объектов с использованием их математической связи при переходе от одной системы координат к другой;

— Перевычисление координат: операция с координатами пространственных объектов, основанная на строго определенной связи, при переходе от одной системы координат в другую, используя одни и те же исходные геодезические даты;

— Картографическое проектирование: перевычисление координат, когда одна координатная система является геодезической, а другая — плоской;

— Трансформирование координат: операция с координатами пространственных объектов, при переходе от одной координатной системы отсчета к координатной системе отсчета, основанной на других датах.

В рамках представленной терминологии, например, ПЗ-90 или СК-95 не являются системами координат как таковыми, а представляют собой координатные системы отсчета и, в отличие от систем координат как чисто математических понятий, приобретают физический смысл за счет их отнесения (referencing) к реальным физическим объектам.

В международном научном сообществе рассматриваются и используются глобальные пространственные системы отсчета: земная (ITRS) и небесная (ICRS — International Celestial Reference System). Следует отметить, что практические реализации этих систем отсчета ITRF и ICRF в ряде публикаций не редко отождествляются как с соответствующими системами отсчета, так и с системами координат. Несмотря на определенные смысловые и терминологические различия, некоторые авторы публично утверждают, что «это одно и то же».

Напомним, что «frame» представляет собой реальный объект (каркас, скелет, основу), т. е. физическую конструкцию, а не абстрактное математическое понятие. Авторы международных рекомендаций и документов недвусмысленно объясняют, что «reference frame» является практической реализацией «reference system» [2]. Таковой является, например, государственная геодезическая сеть по отношению к государственной системе отсчета, установленной официально в 1995 г. От некоторых геодезистов можно услышать, что системы координат в математике и в геодезии являются различными понятиями, и в геодезии это именно совокупность значений координат, взятых из каталога геодезической сети. С таким мнением можно было согласиться, если бы не появились новые общие международные и более ясные трактовки, а также в процессе получения и использования геопространственной информации не участвовал бы столь широкий круг специалистов и рядовых пользователей. Более того, разработка соответствующего программного обеспечения требует однозначной трактовки всех используемых понятий для их однозначной идентификации и кодирования.

В отечественной научной и технической литературе встречается много неоднозначных толкований за счет одновременного применения исторически устоявшихся отечественных и современных зарубежных терминов, относящихся к области применения координат.

Рассмотрим это на следующих примерах.

На рис. 1 представлены основные системы координат и их наименования, применяемые в геодезии, геоинформатике и навигации, использующиеся в международной практике.

Как уже отмечалось, в официальных международных документах под системой координат подразумевается набор математических правил, описывающих, как координаты должны быть соотнесены с точками пространства. Это определение не соответствует устоявшимся отечественным терминам, например, такому как система координат 1942 г.

В международной терминологии в сочетании с указанным термином употребляются следующие понятия: исходные геодезические даты (datum) и координатная система отсчета. При этом системой отсчета является система координат (в указанном выше смысле) и исходные геодезические даты. Т. е., соотнеся идеальное математическое понятие системы координат с земной поверхностью за счет введения исходных геодезических дат, получим координатную систему отсчета. Такая операция нередко называется ориентированием системы координат в пространстве.

На рис. 2 представлена применяемая в отечественной практике, так называемая, система координат 1942 г. (СК-42), в терминологии ISO. Это координатная система отсчета с начальным пунктом Пулково, в которой поверхность эллипсоида Красовского совпадает с поверхностью квазигеоида.

Действительно, постановлением Совета Министров СССР от 7 апреля 1946 г. № 760 были официально введены исходные геодезические даты и отсчетный эллипсоид (эллипсоид Красовского), а не собственно система геодезических координат (рис. 1). Но это постановление дало основания к применению термина «система координат 1942 г.» или СК-42. В официальной международной терминологии такое толкование неправомерно, так как система координат остается постоянной

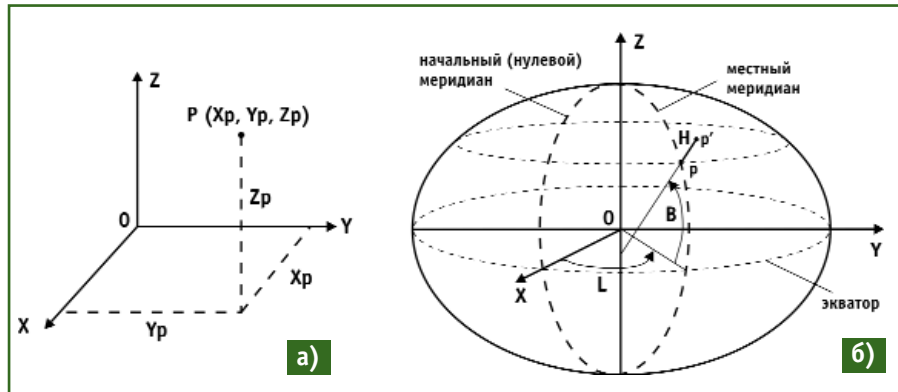


Рис. 1

Основные системы координат, применяемые в геодезии, геоинформатике и навигации: а) прямоугольная; б) геодезическая

во времени, а меняются исходные геодезические даты и координатная система отсчета, образованная впоследствии.

Современные глобальные и крупномасштабные системы отсчета, такие как WGS-84 или ITRS, включают в себя не только систему координат и исходные геодезические даты, но также комплекс других характеристик и моделей. Так, в WGS-84 входят параметры общеземного эллипсоида, модель геоида, модель гравитационного поля Земли, значение гравитационной постоянной, значение скорости света и другие важные константы, необходимые для геодезических измерений и навигации с использованием глобальной системы координат. Россий-

ским аналогом Мировой геодезической системы 1984 г. (WGS-84) является система Параметров земли 1990 г. (ПЗ-90), которая наряду с системами координат включает в себя параметры принятых моделей Земли, гравитационного поля и другие геодезические константы [4]. В то же время в России принято употреблять аббревиатуру ПЗ-90 для обозначения глобальной системы координат. В отличие от СК-42 выражение «система координат ПЗ-90» звучит более корректно, так как под ним можно понимать систему координат в составе системы параметров Земли 1990 г.

Другим важным понятием в системе международных терминов является отсчетная основа,

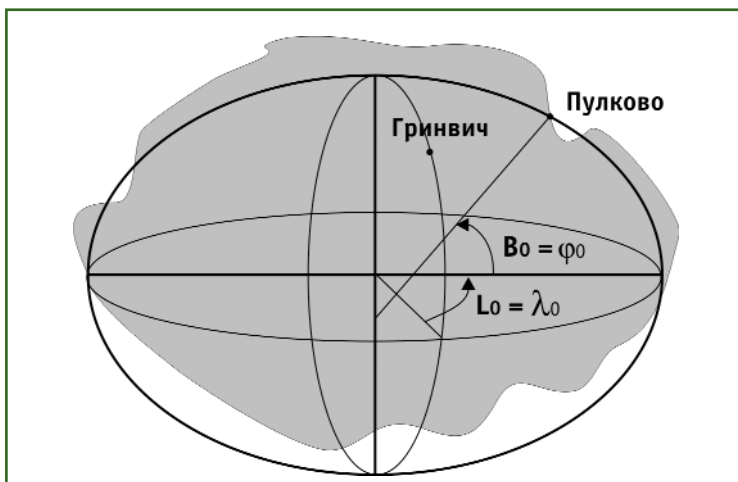


Рис. 2

Понятие координатной системы отсчета в терминологии ISO на примере СК-42

представляющая физическую реализацию системы координат, обеспечивающей распространение системы отсчета в пространстве.

Это понятие включает геодезическую сеть и координаты ее пунктов (носителей координат) в одних и тех же используемых системах координат и отсчета. Так, реализацией международной глобальной системы отсчета ITRS являются отсчетные основы ITRF2000, ITRF2005 и предыдущие реализации.

Отметим, что «система отсчета» в современном международном толковании в отечественной литературе и изданиях, переведенных на русский язык, встречается чаще чем «отсчетная основа». Для примера приведем работы [5, 6], где рассмотрены геодезические системы отсчета, правда, в работе [5], одновременно, как синонимы используются словосочетания «система отсчета» и «референц-система». Последнее, на

наш взгляд, менее удачно с точки зрения сохранения чистоты русского языка. Термин «отсчетная основа» для некоторых специалистов выглядит чем-то новым. Тем не менее, понятия «главная высотная основа России» и «геодезическая основа» (т. е. основные геодезические сети) являются устоявшимися и даже официальными в геодезическом сообществе. Но они же являются синонимами термина «отсчетная основа».

▼ Список литературы

1. Boucher C., Altamimi Z. ITRS, PZ-90 and WGS-84: current realizations and the related transformation parameters. — Journal of Geodesy. — 2001. — V 75. — P. 613-619.
2. International Earth Rotation and Reference Systems Service. — www.iers.org.
3. Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р 52572-2006. Географические информационные системы. Координатная основа. Общие требования. — М.: Стандартинформ, 2006. — 11 с.
4. Галазин В.Ф., Каплан Б.Л., Ле-

бедев М.Г., Максимов В.Г., Петров Н.В., Сидорова-Бирюкова Т.Л. Система геодезических параметров Земли «Параметры Земли 1990 года» (ПЗ-90). Справочный документ. — М.: КНИЦБ, 1998. — 37 с.

5. Гофман-Велленгоф Б., Мориц Г. Физическая геодезия.: Пер. с англ. Ю.М. Неймана, Л.С. Сугаиповой / Под ред. Ю.М. Неймана. — М.: Изд-во МИИГАиК, 2007. — 426 с.

6. Жаров В.Е. Сферическая астрономия. — Фрязино, 2006. — 480 с.

Окончание следует

RESUME

The modern terminology problems are considered. Differences in the notions and definitions applied for objects spatial description using coordinates are discussed also. The notions' principal differences are shown including the following: a coordinate system, a reference system and a reference base. The necessity to observe international rules and recommendations is shown when using coordinate systems in geodesy, navigation, geoinformatics and other related disciplines.

НАВИГАЦИОННО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

Официальный дистрибьютор в Украине

Leica
Geosystems

Геодезическое оборудование

- Тахеометры TPS
- Теодолиты
- Нивелиры Runner

Лазерное оборудование

- Лазерные сканеры
- Рулетки DISTO™
- Ротационные нивелиры Rugby™
- Построители плоскости LINO™ L2

Представляет журнал "Геопрофи" в Украине

Наши координаты:

61070, Харьков,
ул. Чкалова, д. 32А
Тел./факс: (057) 719-66-16, (057) 717-44-39

Киевский офис:

02094, Киев,
ул. Попудренка, д. 54, оф. 106
Тел./факс: (044) 494-28-09

Симферопольский офис:

95000, Симферополь,
ул. Зои Жильцовой, 5
Тел./факс: (0652) 601-690

GPS - оборудование

- Приемники
- Базовые станции
- Система 1200
- Система SmartStation™

Услуги

- Сервисное обслуживание
- Обучение
- Техподдержка



Наш сайт: www.ngc.com.ua

E-mail: ngc@ngc.com.ua