



Столыпинский
вестник

Научная статья

Original article

УДК 630108

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
КООРДИНАТ СРЕДСТВАМИ ГИС**
DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGICAL SCHEME FOR CONVERTING
COORDINATES USING GIS TOOLS

Зейтенгазинова Макпал Болатканкызы студентка, кафедра космической геодезии, Сибирский государственный университет геосистем и технологий, РФ, г. Новосибирск E-mail: mako-1994@list.ru

Ганагина Ирина Геннадьевна научный руководитель, канд. тех. наук, доц., Сибирский государственный университет геосистем и технологий РФ, г. Новосибирск

Zeitengazina Makpal Bolatkankyzy student, Department of Space Geodesy, Siberian State University of Geosystems and Technologies, Russian Federation, Novosibirsk E-mail: mako-1994@list.ru

Ganagina Irina Gennadievna Scientific Supervisor, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Siberian State University of Geosystems and Technologies of the Russian Federation, Novosibirsk

Аннотация. Темой научной исследовательской работы является «Разработка технологической схемы преобразования координат средствами ГИС». Работа

посвящена изучению и практическому применению методов преобразования координат в геоинформационной системе (ГИС) с использованием программного продукта MapInfo. Рассматриваются основные принципы и инструменты преобразования координат в контексте данной программы, а также предоставляются практические рекомендации по выполнению этого процесса. Особое внимание уделяется возможностям MapInfo для работы с различными системами координат, проекциями и пространственными данными. Анализируются преимущества и ограничения инструментов преобразования координат в MapInfo, а также их влияние на точность и надежность результатов геопространственного анализа. Работа включает в себя рассмотрение примеров преобразования координат в MapInfo для решения конкретных задач в области геоинформационного анализа и картографии.

Annotation. The topic of the scientific research work is "The development of a technological scheme for the transformation of coordinates by means of GIS". The basic principles and tools of coordinate transformation in the context of this program are considered, as well as practical recommendations for the implementation of this process are provided. Special attention is paid to the capabilities of MapInfo for working with various coordinate systems, projections and spatial data. The advantages and limitations of MapInfo coordinate conversion tools are analyzed, as well as their impact on the accuracy and reliability of geospatial analysis results. The work includes consideration of examples and use of coordinate transformations in MapInfo to solve specific problems in the field of geographic information analysis and cartography.

Ключевые слова: гис, координаты, схема.

Keywords: gis, coordinates, scheme.

Разработка технологической схемы преобразования координат средствами ГИС

Современные геоинформационные системы (ГИС) относятся к новому типу интегрированных информационных систем. Они включают способы обработки многих ранее существовавших автоматизированных систем (АС), а также они

имеют особые специфические элементы для организации и обработки данных. Это делает ГИС многоцелевыми и многоаспектными системами, способными решать разнообразные задачи и обеспечивать более глубокий анализ данных. В наши дни ГИС применяются для решения множества задач, они задействуются в разных сферах жизни. Особенно часто данную технологию используют для проведения разработки технологических схем для преобразования координат.

Что такое ГИС?

Географическая информационная система (ГИС) – комплексное сочетание компьютерного оборудования и программного обеспечения, которое хранит, управляет, анализирует, редактирует, выводит и визуализирует географические данные. Хотя множество из этих операций выполняется в пространственной базе данных.

В более широком смысле, ГИС также может быть рассмотрена как система, включающая людей-пользователей и вспомогательный персонал, процедуры и рабочие процессы, а также совокупность знаний и институциональные организации, связанные с соответствующими концепциями и методами.

Данные системы осуществляют сбор, хранение, анализирование информации, а также они обеспечивают ее географическую интерпретацию. Инструменты этого вида позволяют пользователям проводить поиск, исследование и редактирование цифровых карт, а также находить дополнительные сведения относительно объектов на них.

Главные функции ГИС:

- Пространственный анализ. Технология обеспечивает возможность проведения разных пространственных анализов – определение расстояний, создание путей, исследование пространственной взаимосвязи и многое другое. Это помогает принимать обоснованные решения и предсказывать результаты в различных областях (городское планирование, экология, сельское хозяйство и транспорт);
- Интеграция данных. ГИС позволяет интегрировать разные типы данных в одну систему, а именно карты, изображения, демографическая информация,

статистика и многое другое. Это способствует более полному и всестороннему анализу данных, обеспечивает лучшее понимание географического контекста;

- Визуализация. Одной из ключевых особенностей систем является возможность визуализации географических данных на картах и других графических объектах. Это помогает улучшить восприятие и понимание данных, а также делает их более доступными, наглядными для людей;
- Моделирование и прогнозирование. Технология может применяться для моделирования и прогнозирования разных процессов, сценариев на основе географических данных. Это может быть эффективным для планирования развития городов, определения оптимальных маршрутов транспорта, прогнозирования рисков природных бедствий и других задач;
- Управление ресурсами. Система активно используется для управления разными ресурсами, такими как земля, вода, энергия и др. Она помогает оптимизировать использование ресурсов, повысить эффективность процессов. Благодаря этому можно принимать обоснованные решения на основе географической информации.

Особенности выстраивания технологической схемы системы координат при помощи ГИС

Технологическая схема координат – это система, которая используется для определения местоположения объектов или точек на заданной площади или поверхности. Она представляет собой набор координат, которые определяют положение объекта в географической пространственной системе.

Технологическая схема координат обычно состоит из двух осей: горизонтальной (обычно представленной в виде широты и долготы) и вертикальной оси (высоты над уровнем моря или относительной высоты). Широта и долгота определяют горизонтальное положение точки на земной поверхности, а высота обозначает вертикальное положение.

Технологическая схема координат используется в разных отраслях (инженерное дело, картография, геодезия и геология). Она позволяет точно

определить и управлять расположением объектов, проводить измерения, навигацию и множество других задач, требующих точного определения координат.

Существует множество способов представления криволинейной поверхности Земли на плоскости карты. В базе данных информация может быть представлена в различных системах координат. Поэтому для объединения или сравнения пространственных данных применяются процедуры преобразования (трансформации) систем координат с использованием ГИС.

Способы преобразования

Трансформация систем координат при помощи ГИС может проводиться несколькими способами:

- Проективное. Метод проекции используется, когда известны параметры исходной и целевой проекции.;
- Полиномиальное преобразование.

Если применяется проективное преобразование, то проводятся следующие действия:

- Сначала преобразуются прямоугольные координаты исходной проекции в географические координаты (широта, долгота) – обратная задача математической картографии. Затем, используя формулы математической картографии, рассчитываются прямоугольные координаты новой проекции на основе географических координат – прямая задача математической картографии;
- Также данные могут непосредственно преобразовываться из одной проекции в другую, минуя приведение к системе географических координат.

При работе с неопределенными проекциями, такими как конвертация векторных слоев, полученных из отсканированной карты или цифрования карты с использованием дигитайзера, или при регистрации спутниковых изображений в конкретной системе координат, применяются полиномиальные преобразования (метод резинового листа).

В данном методе осуществляется пересчет прямоугольных координат исходной карты в новые координаты с использованием набора опорных точек, у

которых известны координаты в обеих системах координат. Затем вычисляется полином, который позволяет перейти от исходной системы координат к новой.

При линейных (аффинных) преобразованиях, таких как параллельный перенос, масштабирование и поворот, сохраняется параллельность линий. Этот тип преобразований может быть выражен с помощью полиномов первой степени с 6 коэффициентами:

$$u = a_1 + a_2x + a_3y;$$

$$v = b_1 + b_2x + b_3y,$$

где (x, y) - исходное положение объекта (в старой системе координат), а (u, v) - новое положение объекта после преобразования (в новой системе координат).

Если применяются преобразования нелинейного вида, то проводится описание уравнение с более высокими степенями. Они дают эффект «резинового листа», при котором преобразование точек происходит неодинаково, а параллельные линии становятся непараллельными, даже возможно кривыми.

Для определения 6 неизвестных коэффициентов в линейных уравнениях (a_i , b_i) требуется иметь не менее трех опорных точек, которые предоставляют 6 значений координат. При этом важно, чтобы опорные точки не лежали на одной прямой.

Для учета различных искажений карты, число опорных точек должно быть больше трех, и усредненные параметры преобразований могут быть определены путем решения системы уравнений для каждой точки с использованием метода наименьших квадратов, который минимизирует среднеквадратические отклонения координат точек.

В общем случае, количество опорных точек n для полиномиальных преобразований должно удовлетворять условию $n \geq (m + 1)(m + 2)/2$, где m – степень полинома.

Разработка и преобразование технологической схемы координат при помощи геоинформационных систем включает анализ исходных данных, выбор методов преобразования, использование программного обеспечения ГИС и проверку

реализации схемы на соответствие требованиям. Это позволяет эффективно и точно преобразовывать координаты и обрабатывать географические данные.

Список литературы

1. «Использование гис и веб-гис технологий для создания электронного образовательного ресурса» Воропаева Е.В., Кунаева Е.П. В сборнике: Информатизация непрерывного образования - 2018. материалы Международной научной конференции: в 2 томах. Под общей редакцией В. В. Гриншкуна. 2018. С. 551-556.
2. «Анализ данных для геоинформационных систем» Попович В.В., Бербенев Д.В., Панькин А.В., Смирнова О.В. Труды СПИИРАН. 2008. № 6. С. 24-34.
3. «Мобильные гис как новое направление в развитии гис-технологий» Ахметова Н.И., Ахметов Р.Ш. В сборнике: региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности. II Всероссийская научно-практическая конференция. Оренбург, 2020. С. 436-438.
4. «Картография и гис (гис "панорама")» Макаренко С.А., Ломакин С.В. Учебное пособие для бакалавров и магистров по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» / Воронеж, 2016.
5. «Пространственный анализ в мапинфо» Шайтура С.В. В книге: Рабочие процессы геопространственных объектов на примере МАПИНФО. Митрофанов Е.М., Князева М.Д., Шайтура С.В. Бургас, 2020. С. 60-67.
6. «Рабочие процессы геопространственных объектов на примере мапинфо» Митрофанов Е.М., Князева М.Д., Шайтура С.В. Бургас, 2020.
7. «Способ определения положения осей координат инерциальной навигационной системы объекта относительно базовой системы координат (его варианты)» Карпов А.С., Рачук В.С., Иванов Р.К., Монахов Ю.В., Ковалевский М.М., Борисов А.В.
8. Патент на изобретение RU 2160216 C1, 10.12.2000. Заявка № 2000117668/28 от 29.07.1999.8.

List of literature

1. "Using GIS and web GIS technologies to create an electronic educational resource" Voropaeva E.V., Kunaeva E.P. In the collection: Informatization of continuing education - 2018. materials of the International Scientific Conference: in 2 volumes. Under the general editorship of V. V. Grinshkun. 2018. pp. 551-556.
2. "Data analysis for geoinformation systems" Popovich V.V., Berbenev D.V., Pankin A.V., Smirnova O.V. Proceedings of SPIIRAN. 2008. No. 6. pp. 24-34.
3. "Mobile gis as a new direction in the development of GIS technologies" Akhmetova N.I., Akhmetov R.S. In the collection: regional problems of geology, geography, technosphere and environmental safety. II All-Russian Scientific and Practical Conference. Orenburg, 2020. pp. 436-438.
4. "Cartography and gis (gis "panorama")" Makarenko S.A., Lomakin S.V. Textbook for bachelors and masters in the direction of 03/21/02 "Land management and cadastres" / Voronezh, 2016.
5. "Spatial analysis in mapinfo" Shaitura S.V. In the book: Geospatial object workflows using the MAPINFO example. Mitrofanov E.M., Knyazeva M.D., Shaitura S.V. Burgas, 2020. pp. 60-67.
6. "Working processes of geospatial objects on the example of mapinfo" Mitrofanov E.M., Knyazeva M.D., Shaitura S.V. Burgas, 2020.
7. "Method for determining the position of the coordinate axes of the inertial navigation system of an object relative to the base coordinate system (its variants)" Karpov A.S., Rachuk V.S., Ivanov R.K., Monakhov Yu.V., Kovalevsky M.M., Borisov A.V.
8. Patent for the invention RU 2160216 C1, 10.12.2000. Application No. 2000117668/28 dated 07/29/1999.

© Зейтенгазинова М.Б., Ганагина И.Г., 2024 *Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №2/2022.*

Для цитирования: Зейтенгазинова М.Б., Ганагина И.Г. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КООРДИНАТ СРЕДСТВАМИ ГИС Столыпинский вестник. №2/2024.